

Modernização do cadastro rural brasileiro: função social da propriedade, pré-laudo automatizado e inteligência territorial

Modernizing Brazil's rural cadastre: social function of property, automated preliminary assessment, and territorial intelligence

Gustavo Souto de Noronha

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Brasília, DF, Brasil

Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, Brasil

Carlos Shigeaky Weky Silva

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Brasília, DF, Brasil

GT 11 – Política agrícola e políticas públicas de desenvolvimento rural

Resumo: O artigo analisa a modernização do cadastro rural brasileiro a partir de sua função originária como instrumento da política agrária. Sustenta-se que o cadastro não pode ser tratado apenas como base descritiva ou espacial, pois sua utilidade pública está ligada à fiscalização da função social da propriedade, à regularização fundiária e à capacidade estatal de atuar sobre a estrutura agrária. Com base em revisão bibliográfica e documental, interpretação normativa e análise institucional dos principais sistemas de informação territorial, o texto propõe seis eixos de modernização: pré-laudo automatizado sobre função social e valor do imóvel; integração do cadastro ao ciclo de vida territorial; validação espacial escalonada; uso de inteligência artificial na fiscalização cadastral; transição sistêmica gradual por meio de frontend integrado; e criação de um Centro de Inteligência Territorial. Conclui-se que a modernização cadastral só ganha coerência quando recoloca o sistema a serviço da política agrária e da governança da terra orientada por fins públicos.

Palavras-chave: cadastro rural; reforma agrária; função social da propriedade; inteligência territorial; governança da terra.

Abstract: This article examines the modernization of Brazil's rural cadastre from the standpoint of its original role as an instrument of agrarian policy. It argues that the cadastre cannot be understood merely as a descriptive or spatial database, since its public function is tied to monitoring the social function of property, supporting land regularization, and strengthening state capacity to act upon the agrarian structure. Based on bibliographic and documentary review, normative interpretation, and institutional analysis of the main territorial information systems, the article proposes six axes of modernization: automated preliminary assessment of compliance with the social function and initial land value estimate; integration of the cadastre into the territorial life cycle; tiered spatial validation; use of artificial intelligence in cadastral inspection; gradual systems transition through an integrated frontend; and creation of a Territorial Intelligence Center. It concludes that cadastral modernization only becomes coherent when the system is repositioned in the service of agrarian policy and public-oriented land governance..

Keywords: rural cadastre; agrarian reform; social function of property; territorial intelligence; land governance.

1. Introdução

No debate recente, a modernização do cadastro rural brasileiro tem sido tratada sobretudo como problema de padronização técnica, interoperabilidade e precisão espacial. Esses temas, embora relevantes, não esgotam a questão. No Brasil, o cadastro rural nasceu vinculado à reforma agrária e à necessidade de dar ao Estado base empírica para conhecer a estrutura fundiária, fiscalizar a função social da propriedade e orientar sua atuação sobre o território (LASKOS; CAZELLA; REBOLLAR, 2016).

O sistema cadastral rural brasileiro encontra seu marco inicial no Estatuto da Terra (BRASIL, 1964). Desde seu nascedouro, o cadastro não foi concebido como simples repositório

de dados ou apêndice tributário, mas como instrumento de Estado para acompanhar a estrutura fundiária, identificar imóveis passíveis de desapropriação por interesse social e dar suporte à execução da política agrária. A premissa continua atual: sem informação cadastral minimamente confiável, não há política agrária consistente baseada em evidências (BRASIL, 1964; LASKOS; CAZELLA; REBOLLAR, 2016).

No plano internacional, as Diretrizes Voluntárias sobre a Governança Responsável da Posse da Terra, dos Recursos Pesqueiros e Florestais, adotadas pelo Comitê de Segurança Alimentar Mundial da FAO em 2012, reforçam essa perspectiva ao defender sistemas registrais e cadastrais ajustados às necessidades locais e passíveis de qualificação progressiva. O princípio *fit-for-purpose* é particularmente útil no caso brasileiro, em que a heterogeneidade territorial e a desigualdade fundiária exigem soluções institucionalmente viáveis, e não apenas desenhos tecnicamente ideais (FAO, 2012).

O problema, portanto, não é apenas como aperfeiçoar tecnicamente o cadastro rural brasileiro, mas como reorganizá-lo para que volte a operar como instrumento de política agrária, capaz de dar suporte à fiscalização da função social da propriedade, à regularização fundiária e à produção de inteligência territorial. Em um país marcado por uma grande concentração fundiária e por persistentes déficits de governança da terra, a discussão cadastral não pode ser reduzida a uma agenda de aperfeiçoamento técnico, pois envolve diretamente a capacidade estatal de conhecer, classificar e intervir sobre a estrutura agrária (FAO, 2012; PAZ, 2022).

A tese sustentada neste artigo é que a modernização do cadastro rural brasileiro só ganha coerência institucional quando recoloca o sistema a serviço da função social da propriedade e da governança da terra orientada por fins públicos. Com base nisso, o artigo propõe um desenho integrado de modernização centrado em seis eixos: autodeclaração assistida por processamento automatizado, com emissão de pré-laudo de cumprimento da função social e estimativa preliminar do valor do imóvel; integração orgânica do cadastro à Plataforma de Governança Territorial; validação espacial escalonada; uso de inteligência artificial na fiscalização cadastral; transição sistêmica gradual por meio de *frontend* integrado; e criação de uma instância especializada de inteligência territorial.

2. Revisão da Literatura – Referencial teórico e contextual do problema

2.1 Questão agrária, estrutura fundiária e ação estatal

No caso brasileiro, a questão agrária não pode ser tratada como tema residual nem como simples capítulo da história do desenvolvimento do campo. Ela remete à persistência da concentração fundiária, à coexistência de distintas formas de acesso precário à terra e à disputa entre modelos de uso do território rural. De um lado, permanece a centralidade de formas de produção voltadas à grande propriedade e à inserção subordinada em circuitos de *commodities*; de outro, a agricultura familiar, a reforma agrária e os territórios tradicionais seguem vinculados de modo mais direto à produção de alimentos para o mercado interno, à reprodução social no campo e à ocupação territorial mais capilarizada (DELGADO, 2001 e VEIGA, 1994)

No Brasil, contudo, a permanência da concentração fundiária e a baixa capacidade histórica de enfrentá-la produziram uma situação peculiar. O país preservou, no plano jurídico, instrumentos voltados à reforma agrária e à fiscalização da função social da propriedade, mas sem alterar de modo decisivo a estrutura de distribuição da terra. Daí a pertinência da formulação de que o Brasil vive uma espécie de reforma agrária perene: o tema retorna continuamente à agenda pública, sem que se complete uma reordenação substantiva da estrutura agrária (NORONHA, 2019).

É nesse ponto que o cadastro rural deixa de ser questão meramente técnica. Em uma formação agrária como a brasileira, a capacidade do Estado de conhecer a ocupação do território, distinguir posse e propriedade, identificar improdutividade, reconhecer situações de precariedade fundiária e instruir políticas redistributivas depende de informação cadastral minimamente confiável. Sem isso, a função social da propriedade tende a permanecer como comando constitucional de baixa efetividade, e a própria política agrária perde base empírica para operar. Por essa razão, a discussão sobre governança cadastral, no Brasil, precisa ser lida à luz da questão agrária e das funções públicas que dela decorrem.

Em um país em que a reforma agrária permanece incompleta e a fiscalização da função social da propriedade é limitada, o cadastro rural assume papel estratégico. Ele não tem que apenas descrever imóveis rurais, mas deve tornar a estrutura agrária inteligível ao Estado, apoiar processos de obtenção de terras, regularização fundiária e priorização da ação pública. Por isso, a fragmentação cadastral não é um problema neutro: ela reduz a capacidade estatal de conhecer, classificar e intervir sobre a realidade fundiária.

2.2 Governança da terra e função pública do cadastro rural

A discussão sobre governança da terra oferece uma chave importante para compreender o cadastro rural para além de sua dimensão técnica. Em sentido substantivo, governança da terra diz respeito ao conjunto de regras, instituições e capacidades estatais e sociais envolvidas na definição, reconhecimento, administração e controle dos direitos sobre a terra. Nessa perspectiva, o cadastro não é apenas uma base de informação espacial: ele integra a infraestrutura por meio da qual o poder público reconhece situações jurídicas, identifica conflitos, organiza políticas e viabiliza intervenções sobre a estrutura fundiária (FAO, 2012).

As Diretrizes Voluntárias sobre a Governança Responsável da Posse da Terra, dos Recursos Pesqueiros e Florestais afirmam que nenhum direito de posse ou de propriedade é absoluto e que os sistemas de registro e cadastro devem responder às necessidades sociais concretas, admitindo diferentes graus de precisão e progressiva qualificação da informação (FAO, 2012). Esse ponto é particularmente relevante para o caso brasileiro. Em um contexto de forte desigualdade fundiária, ampla heterogeneidade territorial e coexistência de situações formais e informais de ocupação, a qualidade do cadastro não pode ser medida apenas por padrões ideais de exatidão geométrica, mas também por sua capacidade de servir a finalidades públicas legítimas.

O diagnóstico regional elaborado por Paz (2022), no âmbito da cooperação Brasil-FAO, reforça essa percepção ao mostrar que, na América Latina, os sistemas cadastrais rurais permanecem incompletos e frequentemente subordinados a exigências de precisão técnica que dificultam sua sustentabilidade institucional e sua capacidade de inclusão. Entre as consequências desse padrão estão a baixa integração entre cadastro e registro, a persistência de amplas zonas de opacidade fundiária e a dificuldade de transformar informação territorial em instrumento efetivo de governança da terra (PAZ, 2022).

No plano institucional brasileiro, a integração entre bases fundiárias e ambientais deixou de ser apenas diretriz administrativa e passou a aparecer também no âmbito jurídico. No bojo da ADPF 743, em trâmite no Supremo Tribunal Federal, foram determinadas providências relacionadas à integração dos sistemas de gestão fundiária e ambiental, com apresentação, pela União, de plano específico de aprimoramento e integração da gestão territorial. Ainda que o processo tenha por objeto mais amplo a proteção ambiental na Amazônia e no Pantanal, ele evidencia que a fragmentação entre bases fundiárias e ambientais já é tratada, publicamente, como obstáculo jurídico-institucional à efetividade da ação estatal (BRASIL, STF, 2026).

Fica evidente que o cadastro rural, no Brasil em particular, precisa responder simultaneamente a funções de natureza tributária, registral, ambiental e agrária. O problema é que essas funções nem sempre foram organizadas de forma coerente, o que contribuiu para a fragmentação de bases, a sobreposição de informações e a baixa capacidade de uso articulado dos dados pelo Estado. Nessas condições, a governança cadastral não pode ser pensada apenas como agenda de modernização tecnológica. Ela envolve definir para que serve o cadastro, a serviço de quais funções públicas ele deve operar e como ele pode apoiar, de forma mais consistente, a fiscalização da função social da propriedade, a regularização fundiária e o planejamento territorial.

É por isso que, neste artigo, o cadastro rural é tratado como instrumento de política pública e não como simples repositório administrativo. Sua relevância está em permitir que o Estado amplie sua capacidade de conhecer, classificar e intervir sobre a estrutura agrária. A modernização cadastral, nessa chave, deve ser avaliada não só pela sofisticação técnica do sistema, mas por sua aptidão para reduzir opacidades fundiárias, qualificar decisões públicas e ampliar a efetividade das funções estatais ligadas à governança da terra. Isso inclui a possibilidade de o próprio sistema cadastral, a partir do dado espacial declarado e do cruzamento com outras bases, produzir qualificações preliminares úteis à fiscalização, à valoração e à tomada de decisão administrativa.

3. Metodologia

Este artigo adota uma abordagem analítico-propositiva. O objetivo não é testar uma hipótese causal específica, mas enfrentar um problema institucional concreto: o descompasso entre a vocação agrária do cadastro rural brasileiro, o marco normativo que o sustenta e a forma fragmentada pela qual os sistemas territoriais vêm sendo organizados e utilizados pelo Estado. Por isso, o percurso metodológico combina revisão bibliográfica e documental, interpretação normativa e análise institucional de sistemas públicos de informação territorial (FAO, 2012; PAZ, 2022).

A análise foi organizada em três planos complementares. O primeiro é normativo e institucional. Nele, são examinados o Estatuto da Terra, os dispositivos constitucionais relativos à função social da propriedade, a legislação do georreferenciamento e as normas infralegais associadas ao funcionamento do Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR) e do Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF). Também entram, como referências de enquadramento, as Diretrizes

Voluntárias sobre a Governança Responsável da Posse da Terra, dos Recursos Pesqueiros e Florestais e o diagnóstico regional elaborado para a cooperação Brasil-FAO (FAO, 2012; PAZ, 2022).

O segundo plano é a análise dos sistemas de informação territorial relevantes para o problema examinado. O foco recai sobre a arquitetura, os limites e as possibilidades de articulação entre SNCR, SIGEF, Cadastro Ambiental Rural (CAR) e Plataforma de Governança Territorial (PGT). O interesse, aqui, não está em descrever cada sistema isoladamente, mas em identificar como a fragmentação entre bases, rotinas e finalidades reduz a capacidade estatal de produzir informação territorial utilizável para fins agrários, registrais, ambientais e de planejamento. Nesse ponto, o artigo dialoga com a literatura recente sobre transformação digital da administração da terra e sobre o uso de tecnologias inteligentes em sistemas de gestão territorial (FAO; UNECE; FIG, 2022; HOSSEINI; ATAZADEH; RAJABIFARD, 2025).

O terceiro plano é propositivo. A partir do diagnóstico construído nas etapas anteriores, o artigo apresenta um conjunto articulado de mudanças institucionais e tecnológicas voltadas a recolocar o cadastro rural a serviço da política agrária e da governança da terra. O ponto mais relevante, aqui, não é apenas a ampliação da autodeclaração, mas a possibilidade de o próprio sistema cadastral, já no momento do lançamento do perímetro do imóvel, cruzar automaticamente bases territoriais, ambientais, estatísticas e de sensoriamento remoto para devolver ao declarante uma leitura preliminar sobre o cumprimento da função social da propriedade e uma estimativa inicial do valor do imóvel. As propostas não são tratadas como exercício abstrato de desenho institucional. Elas resultam da leitura crítica da literatura, da análise do marco normativo, da observação dos gargalos hoje existentes na administração territorial brasileira e da experiência institucional acumulada no tema.

Trata-se, portanto, de uma pesquisa qualitativa, de caráter teórico-aplicado. Sua consistência não depende de replicação estatística, mas da coerência entre problema, referencial adotado, diagnóstico construído e soluções formuladas. O que se busca, ao final, é oferecer uma construção analítica plausível e institucionalmente fundada para enfrentar um problema público concreto: a baixa capacidade de o cadastro rural operar, de forma integrada, como instrumento de conhecimento, regulação e intervenção sobre a estrutura agrária. A contribuição do artigo está em articular, em uma única proposta institucional, função social da propriedade, integração sistêmica, validação escalonada e inteligência territorial aplicada ao cadastro rural.

4. Discussão dos Resultados – Proposta de modernização do cadastro rural brasileiro

4.1 Cadastro rural e função social da propriedade: do lançamento do perímetro ao pré-laudo automatizado

Um dos principais limites da política agrária brasileira está na baixa capacidade de fiscalização sistemática do cumprimento da função social da propriedade. A aferição dessa condição continua fortemente dependente de procedimentos presenciais demorados, custosos e de baixa escala relativa diante da extensão do território e da complexidade da estrutura fundiária. Nessas condições, o Estado tende a atuar de forma reativa, seletiva e descontínua, o que enfraquece a efetividade de um dos núcleos centrais do ordenamento agrário brasileiro (BRASIL, 1964; BRASIL, 1988).

Para o cadastro rural voltar a operar como instrumento da política agrária, ele precisa deixar de ser apenas repositório declaratório passivo e passar a funcionar como infraestrutura de qualificação administrativa do território. A mudança proposta aqui vai além da autodeclaração. A ideia é que quando o detentor do imóvel informar o perímetro de sua área no sistema cadastral, o próprio cadastro, a partir do cruzamento automático com bases territoriais, ambientais, estatísticas e de sensoriamento remoto, seja capaz de devolver uma leitura preliminar sobre o imóvel: um pré-laudo indicativo do cumprimento ou não da função social da propriedade e uma estimativa inicial de seu valor.

O ganho institucional dessa arquitetura é relevante. Em vez de depender exclusivamente da coleta primária de dados em campo para abrir a instrução sobre produtividade, uso da terra ou valoração do imóvel, o Estado passaria a dispor, desde a entrada do dado espacial no sistema, de uma primeira classificação automatizada. O cadastro deixaria, assim, de ser simples base de registro para atuar como mecanismo de triagem, comparação, sinalização de inconsistências e pré-instrução administrativa. A autodeclaração do interessado continua importante, mas ela deixa de ser o centro da inovação. O núcleo da proposta está na capacidade de o sistema produzir uma resposta preliminar estruturada a partir do perímetro informado e de sua confrontação com outras bases.

Essa lógica permite aproximar, já no ato cadastral, duas dimensões que historicamente apareceram de forma separada: a aferição do cumprimento da função social e a estimativa do valor do imóvel. Do ponto de vista agrário, isso significa que a entrada do dado espacial no sistema pode gerar, desde logo, elementos preliminares úteis tanto para a fiscalização quanto

para a instrução de procedimentos posteriores de vistoria, avaliação ou obtenção de terras. Do ponto de vista administrativo, significa reduzir o intervalo entre declaração, análise e ação estatal.

Naturalmente, esse pré-laudo automatizado não substitui a perícia humana nem elimina a necessidade de contraditório, revisão técnica e diligência presencial nos casos mais complexos. Seu papel é outro: organizar a porta de entrada da informação territorial e ampliar a capacidade estatal de filtrar casos, estabelecer prioridades e qualificar a instrução administrativa. Em contextos de litígio, contestação ou maior complexidade territorial, a atuação técnica especializada permanece indispensável. Ainda assim, a combinação entre perímetro declarado, processamento automatizado e cruzamento de bases pode reduzir de forma importante a distância hoje existente entre o comando normativo da função social e a capacidade prática de fiscalização (FAO, 2012; HOSSEINI; ATAZADEH; RAJABIFARD, 2025).

Além disso, ao gerar uma estimativa preliminar de valor, o sistema abre espaço para uma nova relação entre cadastro, transparência e governança fundiária. A informação sobre valor deixa de depender exclusivamente de etapas posteriores e pode passar a integrar, desde o início, a inteligência administrativa sobre o imóvel, ainda que sujeita a confirmação técnica e revisão procedimental. Isso fortalece não apenas a eficiência operacional, mas também a capacidade de o Estado comparar situações, identificar distorções e orientar melhor suas decisões.

4.2 Integração sistêmica e ciclo de vida territorial na Plataforma de Governança Territorial

O pré-laudo automatizado só produz efeitos mais amplos se estiver inserido em uma arquitetura sistêmica capaz de fazer a informação circular entre as diferentes etapas da ação estatal sobre o território. Esse é um dos principais problemas da administração fundiária brasileira: os dados existem, mas permanecem dispersos entre bases, rotinas e finalidades que nem sempre se comunicam de forma consistente. O resultado é conhecido: duplicidade de informações, descontinuidade entre atos administrativos e baixa capacidade de transformar dado territorial em ação pública articulada (PAZ, 2022; FAO; UNECE; FIG, 2022).

Nesse sentido, a integração do cadastro rural à Plataforma de Governança Territorial deve ser pensada menos como solução tecnológica isolada e mais como reorganização do ciclo de vida territorial no interior do Estado. O cerne é fazer com que a informação produzida no

cadastro não permaneça parada em um módulo autônomo, mas acompanhe, alimente e seja atualizada pelas sucessivas etapas de obtenção de terras, criação de assentamentos, parcelamento, concessão de uso, titulação, regularização e monitoramento posterior. Quando essa integração não existe, cada etapa tende a produzir sua própria base parcial, com perda de continuidade e crescente obsolescência da informação (FAO, 2012; FAO; UNECE; FIG, 2022).

A proposta, portanto, é que o cadastro passe a operar como núcleo informacional de um fluxo contínuo. O perímetro lançado no sistema, acompanhado do pré-laudo automatizado de função social e da estimativa preliminar de valor, deve constituir a porta de entrada de uma trajetória administrativa mais ampla. A partir daí, cada novo ato estatal relevante precisa retroalimentar a base territorial: a abertura de procedimento, a vistoria complementar, a obtenção do imóvel, o parcelamento do projeto de assentamento, a vinculação das parcelas aos beneficiários, a emissão de títulos e os eventos seguintes que alterem a situação jurídica ou espacial do imóvel. Em vez de fotografias isoladas, o que se busca é uma base viva, capaz de registrar o movimento administrativo do território (BRASIL, 1964; FAO, 2012).

Esse ponto é decisivo para o caso brasileiro. A estrutura fundiária não é estática, e a política agrária tampouco opera em um único momento. Ela envolve processos sucessivos de identificação, classificação, destinação, regularização e transformação da situação jurídica da terra. Se o cadastro não acompanha esse percurso, ele perde utilidade justamente onde mais importa. A integração sistêmica permite enfrentar esse problema ao conectar o dado espacial inicial às mutações administrativas e jurídicas que o imóvel sofre ao longo do tempo.

A Plataforma de Governança Territorial é relevante nesse desenho porque oferece a possibilidade de superar a lógica de sistemas paralelos e compartimentalizados. O ganho institucional esperado não está apenas em reunir informações em um mesmo ambiente, mas em permitir que diferentes funções públicas — agrária, registral, ambiental e de planejamento — passem a operar sobre referências territoriais mais consistentes e atualizadas. Isso tende a reduzir retrabalho, melhorar a rastreabilidade dos procedimentos e ampliar a capacidade de coordenação entre áreas que hoje frequentemente atuam com baixa integração (FAO; UNECE; FIG, 2022).

4.3 Validação espacial escalonada e inclusão cadastral

Um dos impasses centrais da governança cadastral brasileira está em exigir padrões homogêneos de precisão espacial para situações territoriais, jurídicas e sociais profundamente

heterogêneas. Em muitos casos, a busca por um ideal único de exatidão geométrica não fortalece a governança da terra. Ao contrário, posterga o ingresso de imóveis, posses e territórios no campo de visibilidade do Estado, dificulta processos de regularização e preserva zonas de opacidade fundiária que comprometem tanto a ação agrária quanto a ação ambiental e registral (FAO, 2012; PAZ, 2022).

Esse problema é particularmente relevante em países como o Brasil, onde coexistem grandes propriedades formalizadas, assentamentos, ocupações antigas, posses com documentação precária, áreas públicas griladas e territórios coletivos marcados por diferentes formas de reconhecimento jurídico. Tratar esse universo sob um único padrão de validação espacial significa, na prática, subordinar a capacidade de ação estatal a exigências técnicas que nem sempre são compatíveis com a finalidade pública a ser atendida. A literatura internacional sobre administração da terra tem enfrentado esse problema por meio da lógica *fit-for-purpose*, segundo a qual a qualidade do sistema não se mede apenas pela precisão máxima do dado, mas por sua adequação à função que deve cumprir em cada contexto (FAO, 2012; FAO; UNECE; FIG, 2022).

A proposta deste artigo é adotar um modelo de validação espacial escalonada, apto a reconhecer diferentes níveis de consistência geométrica sem abrir mão da qualificação progressiva da informação. Em vez de um sistema binário, no qual o dado espacial é simplesmente aceito ou rejeitado, propõe-se um arranjo graduado de validação. Para fins expositivos, esse arranjo pode ser representado em três níveis: Ouro, para imóveis com delimitação altamente consistente e documentação robusta (o padrão hoje exigido pelo SIGEF); Prata, para situações com boa consistência espacial, mas ainda sujeitas a ajustes ou complementações; e Bronze, para áreas cujo ingresso no sistema se justifica pela relevância pública do reconhecimento cadastral, ainda que a precisão ou a documentação demandem posterior qualificação (o padrão hoje exigido pelo CAR).

O ponto central dessa proposta não é relativizar a qualidade cartográfica, mas reorganizar sua função institucional. Em vez de tratar a precisão como requisito absoluto de entrada, passa-se a concebê-la também como horizonte de aperfeiçoamento progressivo. Isso permite que o Estado incorpore, desde logo, parcelas do território que hoje permanecem à margem do sistema formal, ao mesmo tempo em que explicita o nível de confiabilidade espacial de cada registro e direciona esforços de qualificação futura. O ganho é duplo: amplia-se a

inclusão cadastral e preserva-se a inteligibilidade administrativa sobre o grau de robustez de cada informação (FAO, 2012; PAZ, 2022).

Essa mudança tem implicações práticas relevantes. No caso de políticas agrárias, por exemplo, a validação escalonada permite que determinadas áreas ingressem no sistema e passem a produzir efeitos administrativos mesmo antes de atingirem o padrão máximo de precisão. Isso é particularmente importante em contextos nos quais a ausência de registro qualificado não decorre de irrelevância territorial, mas de precariedade histórica, conflito fundiário, deficiência estatal ou custos desproporcionais de formalização imediata. Nesses casos, insistir em um único padrão de entrada pode significar, na prática, excluir justamente os territórios mais necessitados de ação pública.

Do ponto de vista da governança cadastral, a principal virtude do modelo escalonado está em tornar visível aquilo que hoje permanece invisível ou precariamente descrito. Ao admitir níveis distintos de validação, o sistema deixa de operar apenas como filtro de exclusão e passa a funcionar também como instrumento de incorporação progressiva do território ao campo de atuação estatal. Isso não elimina a necessidade de aperfeiçoamento técnico posterior, nem resolve por si só os conflitos dominiais ou registrais associados a cada caso. Mas permite que o cadastro cumpra uma função pública mais compatível com a realidade fundiária brasileira e com a necessidade de construir informação útil antes mesmo de alcançar sua forma ideal.

Além disso, a validação espacial escalonada dialoga diretamente com a proposta apresentada na subseção anterior. Se o cadastro deve produzir, já no momento do lançamento do perímetro, um pré-laudo automatizado sobre função social e valor do imóvel, é preciso admitir que esse processamento pode operar sobre geometrias com distintos graus de robustez, desde que o próprio sistema explicita tal condição. Em outras palavras, a utilidade administrativa do dado não depende sempre de sua perfeição cartográfica máxima. Ela depende, muitas vezes, da clareza sobre seu nível de consistência e sobre os usos compatíveis com esse nível.

Em síntese, a adoção de padrões escalonados de validação espacial permite conciliar duas exigências que frequentemente aparecem como opostas: ampliar a inclusão cadastral e preservar a qualidade técnica da informação. No caso brasileiro, essa conciliação é decisiva. Sem ela, o cadastro tende a continuar preso a um padrão de excelência formal que, embora desejável em abstrato, pode operar concretamente como mecanismo de exclusão e retardamento da ação pública. Com ela, abre-se caminho para uma governança cadastral mais realista,

progressiva e ajustada às funções que o sistema precisa cumprir (FAO, 2012; FAO; UNECE; FIG, 2022; PAZ, 2022).

4.4 Inteligência artificial, fiscalização cadastral e cadeias dominiais

Outro ponto crítico da governança fundiária brasileira está na baixa capacidade de examinar, em escala, cadeias dominiais longas, fragmentadas e frequentemente marcadas por lacunas documentais, sobreposições, duplicidades registrais e indícios de fraude. No INCRA, esse campo de atuação se aproxima da fiscalização cadastral, a proposta aqui formulada amplia esse trabalho por meio de novas rotinas de integração de bases, processamento automatizado e elaboração de extratos da cadeia dominial prontos para a análise jurídica da validade do domínio. Hoje, a análise manual tende a ser lenta, custosa e pouco escalável, o que limita a capacidade do Estado de identificar situações prioritárias, qualificar investigações e enfrentar com maior consistência a opacidade que sustenta parte da grilagem e da informalidade fundiária.

É nesse terreno que o uso de inteligência artificial pode oferecer contribuição relevante. O ponto não está em substituir o juízo jurídico, registral ou administrativo, mas em ampliar a capacidade de triagem, correlação e detecção de padrões no interior da própria fiscalização cadastral. Aplicada a esse tipo de atividade, a inteligência artificial pode auxiliar na identificação de trajetórias documentais atípicas, vínculos suspeitos entre registros, incongruências cronológicas, repetições improváveis, sobreposições territoriais recorrentes e outros sinais de risco que, em exame puramente manual, tenderiam a permanecer dispersos ou invisíveis (HOSSEINI; ATAZADEH; RAJABIFARD, 2025).

Essa possibilidade é particularmente importante no Brasil, onde parte expressiva dos problemas fundiários não decorre apenas da ausência de informação, mas da existência de informação conflitante, incompleta ou estrategicamente manipulada. Nesses casos, a modernização cadastral não pode se limitar à melhoria da entrada de dados ou à integração entre bases. Ela precisa também ampliar a capacidade analítica do Estado para ler criticamente aquilo que já está registrado, declarado ou sobreposto no sistema. A fiscalização cadastral assistida por inteligência artificial responde a esse desafio ao permitir varrer grandes volumes de informação e organizar sinais de inconsistência que depois deverão ser submetidos à análise técnica e jurídica especializada.

No plano internacional, a aplicação de inteligência artificial à administração da terra já começa a sair do campo puramente prospectivo. A literatura recente aponta usos crescentes dessas ferramentas em automação de rotinas, apoio à decisão e tratamento de grandes volumes de dados territoriais (HOSSEINI; ATAZADEH; RAJABIFARD, 2025). Há também experiências institucionais concretas, como as reportadas no contexto do cadastro holandês, envolvendo reconstrução cartográfica, apoio a levantamentos topográficos e tratamento automatizado de informações cadastrais. A utilidade desse exemplo não está em oferecer modelo pronto a ser transplantado, mas em mostrar que a incorporação de inteligência artificial em rotinas cadastrais já se converteu em fronteira prática de modernização administrativa (VOS et al., 2025).

No caso brasileiro, o uso dessas ferramentas faria mais sentido se orientado por finalidades bem delimitadas. Entre elas, destacam-se a seleção de cadeias dominiais críticas para fiscalização aprofundada, a identificação de padrões reiterados de inconsistência documental, o cruzamento entre registros territoriais e informações ambientais, e a produção de alertas para casos em que a trajetória de formação da propriedade apresente sinais relevantes de irregularidade. O ganho esperado, portanto, não é automatizar a decisão fundiária, mas reduzir a assimetria entre a escala do problema e a capacidade estatal de processar informação útil para investigá-lo.

Essa distinção é importante também do ponto de vista institucional. Em matéria fundiária, a inteligência artificial deve operar como ferramenta de apoio, e não como instância autônoma de qualificação jurídica. A decisão sobre nulidade de títulos, validade registral, destinação de áreas ou configuração de fraude exige apreciação humana, contraditório e enquadramento normativo adequado. O que a tecnologia pode fazer, com maior eficiência, é organizar a massa documental, revelar padrões de risco e orientar o trabalho de equipes técnicas e jurídicas para os casos mais sensíveis. Quando usada dessa forma, ela fortalece a capacidade pública sem deslocar as garantias procedimentais necessárias.

Além disso, a fiscalização cadastral assistida por inteligência artificial dialoga com as subseções anteriores. Ela depende da integração sistêmica entre bases e se beneficia de um cadastro que, desde a entrada do perímetro, produza informação qualificada sobre o imóvel. Quanto melhor a circulação da informação territorial e quanto mais explícito o nível de consistência dos dados espaciais e dominiais, maior o potencial de uso dessas ferramentas para fins de detecção, comparação e priorização administrativa.

Em síntese, a incorporação de inteligência artificial à fiscalização cadastral pode ampliar a capacidade do Estado de lidar com um dos pontos mais difíceis da governança da terra no Brasil: a leitura crítica, em escala, da formação e circulação dos direitos sobre o território. Seu valor não está em prometer neutralidade tecnológica ou automatização decisória, mas em oferecer instrumentos mais robustos para enfrentar a opacidade fundiária, qualificar a investigação administrativa e apoiar, com maior densidade informacional, a ação pública sobre a estrutura agrária.

4.5 Transição sistêmica e frontend integrado

Um dos erros mais comuns em processos de modernização de sistemas legados é supor que a transformação institucional depende da substituição integral e prévia da arquitetura existente por um sistema inteiramente novo e acabado. Em estruturas complexas, essa expectativa costuma produzir paralisia, prolongar a dependência do legado e adiar ganhos que poderiam ser obtidos por meio de estratégias incrementais de transição. Na literatura de arquitetura de sistemas, esse problema costuma ser enfrentado por abordagens de substituição gradual, nas quais o sistema antigo continua operando enquanto novas funcionalidades são incorporadas progressivamente por meio de uma camada intermediária de integração e redirecionamento de fluxos (FOWLER, 2004; MICROSOFT, 2025; AMAZON WEB SERVICES, 2025).

Por isso, a modernização proposta neste artigo não depende de esperar um sistema futuro plenamente concluído. Ela pode começar antes, por meio de um *frontend* integrado, capaz de funcionar como porta de entrada comum para o usuário e como camada de articulação entre bases já existentes. Em vez de exigir, desde o início, a completa reestruturação de todos os sistemas de retaguarda, esse arranjo permitiria unificar a experiência de registro, consulta, lançamento de perímetro, recepção de dados e devolução de respostas preliminares, mesmo quando parte do processamento ainda dependesse de bases legadas ou de módulos em diferentes estágios de desenvolvimento. Em termos de arquitetura, trata-se de aplicar ao campo cadastral uma lógica próxima à da fachada ou proxy de transição: o usuário interage com uma superfície única, enquanto o sistema direciona cada fluxo para o *backend* mais adequado em cada etapa da migração (MICROSOFT, 2025; AMAZON WEB SERVICES, 2025).

O ganho prático dessa solução é relevante. Um *frontend* integrado permite reorganizar fluxos, padronizar interações e começar a produzir efeitos administrativos concretos sem depender da conclusão integral da infraestrutura futura. É nesse ambiente que já poderiam

operar, por exemplo, o lançamento único do perímetro do imóvel, a consulta coordenada a diferentes bases, a geração do pré-laudo automatizado sobre função social e valor, e a explicitação do nível de consistência espacial do dado informado. O sistema futuro permanece como horizonte, mas a transição deixa de depender de sua entrega total para começar a produzir resultados. Esse tipo de estratégia reduz risco, evita a lógica de “*big bang replacement*” e permite geração mais rápida de valor institucional durante a migração (FOWLER, 2004; MICROSOFT, 2025).

No caso do cadastro rural, essa estratégia é particularmente útil porque o problema central não está apenas no armazenamento da informação, mas em sua circulação entre etapas e funções públicas. Um *frontend* integrado pode antecipar essa circulação mesmo antes da unificação completa das bases subjacentes. Ele permite que o dado declarado em um ponto já seja reaproveitado em outros fluxos, que inconsistências sejam sinalizadas desde o início e que o usuário não precise reproduzir múltiplos lançamentos em sistemas distintos. Sua função não é substituir a integração profunda entre sistemas, mas torná-la progressivamente operável.

Em resumo, a modernização cadastral aqui proposta não depende de esperar um sistema ideal completamente pronto. Ela pode começar por uma camada integradora capaz de reorganizar a entrada, a circulação e a devolução da informação territorial já no curto prazo. Um *frontend* integrado cumpre exatamente esse papel: funciona como mecanismo de transição entre o legado e a arquitetura futura, reduz a paralisia típica dos grandes projetos de transformação e permite que a modernização produza efeitos antes da conclusão de todas as etapas estruturais (FOWLER, 2004; MICROSOFT, 2025; AMAZON WEB SERVICES, 2025).

4.6 Centro de Inteligência Territorial e governança de dados

As propostas apresentadas nas subseções anteriores produzem um efeito cumulativo: ampliam o volume, a complexidade e o potencial estratégico da informação territorial disponível ao Estado. Pré-laudos automatizados, integração do ciclo de vida territorial, validação espacial escalonada, fiscalização cadastral assistida por inteligência artificial e transição sistêmica por *frontend* integrado compõem, em conjunto, uma nova ecologia de dados fundiários. Sem uma instância capaz de organizar esse conjunto, a modernização cadastral corre o risco de reproduzir um problema já conhecido: sistemas melhores, mas inteligência pública ainda fragmentada (FAO, 2012; PAZ, 2022).

É nesse ponto que se justifica a proposta de um Centro de Inteligência Territorial. Sua função não seria apenas reunir informações em um mesmo ambiente, nem criar mais uma unidade burocrática. O que se propõe é uma instância especializada de coordenação analítica, governança de dados e apoio à decisão, capaz de transformar dados dispersos em conhecimento utilizável para a política agrária e para a governança da terra. Em vez de atuar apenas de forma reativa, o Estado passa a contar com uma estrutura apta a identificar padrões territoriais, priorizar áreas críticas, apoiar a fiscalização cadastral, subsidiar a obtenção de terras, qualificar a regularização fundiária e reduzir opacidades dominiais.

No caso brasileiro, essa necessidade decorre da própria forma pela qual a governança da terra se organiza. As dimensões agrária, registral, ambiental, cartográfica, tributária e orçamentária incidem sobre o mesmo território, mas nem sempre dialogam de modo consistente. O resultado é a coexistência de bases parciais, leituras setoriais e baixa capacidade de interpretação transversal. Um Centro de Inteligência Territorial serviria, justamente, para enfrentar esse ponto de estrangulamento: não substituindo as áreas finalísticas, mas oferecendo a elas uma camada mais robusta de integração analítica, tratamento da informação e suporte à decisão (FAO; UNECE; FIG, 2022).

Do ponto de vista operacional, essa instância poderia concentrar ao menos cinco funções. A primeira é a governança de dados territoriais, com definição de padrões de integração, consistência, rastreabilidade e qualidade da informação. A segunda é o desenvolvimento metodológico, inclusive para rotinas de pré-análise automatizada, classificação de riscos, tratamento de inconsistências e uso controlado de inteligência artificial. A terceira é o apoio analítico à fiscalização cadastral, à leitura de cadeias dominiais críticas e à identificação de áreas com maior probabilidade de irregularidade, improdutividade ou conflito. A quarta é a produção de insumos para decisões relativas à obtenção de terras, regularização fundiária, monitoramento da estrutura agrária e planejamento institucional. A quinta é a difusão interna de inteligência territorial, de modo que a informação produzida não permaneça encapsulada em nichos técnicos, mas circule entre as áreas responsáveis pela ação finalística.

A governança de dados é parte central dessa proposta. Não basta acumular bases integradas se não houver critérios claros sobre origem, atualização, consistência, auditabilidade, níveis de acesso e usos compatíveis da informação. Em um ambiente no qual decisões administrativas relevantes podem passar a ser apoiadas por cruzamentos automatizados, estimativas de valor, níveis diferenciados de validação espacial e alertas de risco, a qualidade

institucional da informação torna-se tão importante quanto a sofisticação tecnológica do sistema. Por isso, o Centro de Inteligência Territorial deve ser pensado também como instância de governança de dados, capaz de reduzir arbitrariedades, explicitar critérios e dar maior transparência aos fluxos de produção e uso da informação (ABRAHAM; SCHNEIDER; VOM BROCKE, 2019).

Essa função ganha relevo especial quando se considera a relação entre cadastro e mercado de terras. Um centro com essa natureza poderia, por exemplo, articular informações do cadastro, da fiscalização cadastral, da Plataforma de Governança Territorial e das estimativas do Atlas do Mercado de Terras para apoiar leituras mais consistentes sobre tendências regionais de valorização, distorções relevantes entre preços declarados e padrões observados, impactos orçamentários de eventuais aquisições e sinais de especulação ou evasão tributária. A utilidade institucional dessa convergência está em reduzir assimetrias informacionais e ampliar a capacidade pública de agir sobre o território com base em evidências.

Além disso, o Centro de Inteligência Territorial teria uma função interinstitucional importante. A opacidade fundiária frequentemente se conecta a desmatamento ilegal, grilagem, evasão tributária, conflitos territoriais e sobreposição de registros. Nesses casos, a utilidade da inteligência territorial não se esgota no interior do INCRA. A existência de uma instância capaz de organizar dados e rastreabilidade espacial pode fortalecer a cooperação com órgãos de fiscalização ambiental, persecução penal, controle tributário e defesa do patrimônio público, desde que observados os marcos legais de compartilhamento e proteção de dados. O ganho esperado não está em centralizar tudo, mas em tornar mais inteligível e acionável aquilo que hoje permanece disperso.

Ou seja, o Centro de Inteligência Territorial funciona, nesta proposta, como ponto de fechamento da arquitetura institucional discutida ao longo da seção 4. Ele não substitui o cadastro, a PGT, a fiscalização cadastral ou os demais instrumentos analisados. Seu papel é outro: dar unidade analítica, governança de dados e capacidade estratégica a um conjunto de inovações que, sem coordenação institucional, tenderiam a operar de forma parcial. Com isso, a modernização cadastral deixa de ser apenas melhoria de sistema e passa a se aproximar de uma política estatal de inteligência territorial voltada à leitura, regulação e transformação da estrutura agrária (BRASIL, 1964; FAO, 2012; PAZ, 2022).

5. Considerações finais

O argumento central deste artigo é que a modernização do cadastro rural brasileiro só ganha sentido quando recoloca o sistema a serviço da política agrária e da governança da terra. No caso brasileiro, o cadastro não nasceu como simples base descritiva nem como apêndice técnico do registro ou da tributação. Desde o Estatuto da Terra, sua função está ligada à capacidade de o Estado conhecer a estrutura fundiária, fiscalizar a função social da propriedade e orientar sua atuação sobre o território (BRASIL, 1964; LASKOS; CAZELLA; REBOLLAR, 2016).

A esse núcleo se articulam outras dimensões da proposta. A integração do cadastro ao ciclo de vida territorial na Plataforma de Governança Territorial permite que a informação produzida na entrada do sistema acompanhe as sucessivas etapas da ação estatal, evitando que cada procedimento gere uma base parcial e desconectada. A validação espacial escalonada, por sua vez, responde à heterogeneidade fundiária brasileira ao admitir diferentes níveis de consistência geométrica sem renunciar à qualificação progressiva da informação. Já o uso de inteligência artificial na fiscalização cadastral amplia a capacidade de examinar, em escala, cadeias dominiais complexas, identificar padrões de risco e apoiar a leitura crítica de registros, sem substituir o juízo técnico e jurídico indispensável a esse tipo de matéria (FAO, 2012; FAO; UNECE; FIG, 2022; HOSSEINI; ATAZADEH; RAJABIFARD, 2025; VOS et al., 2025).

O artigo também procurou sustentar que a viabilidade dessa modernização depende de uma estratégia de transição compatível com a realidade institucional brasileira. Em vez de supor a substituição integral e imediata dos sistemas existentes por uma arquitetura totalmente nova, propôs-se uma transição gradual, iniciada por um *frontend* integrado capaz de unificar a entrada, a circulação e a devolução da informação territorial, mesmo em ambiente de coexistência com bases legadas. Essa opção reduz a paralisia típica dos grandes projetos de transformação estatal, permite ganhos incrementais e torna a integração progressivamente operável (FOWLER, 2004; MICROSOFT, 2025; AMAZON WEB SERVICES, 2025).

Por fim, argumentou-se que a modernização cadastral não se sustenta apenas com novos fluxos, novas regras e novas ferramentas analíticas. Ela exige também uma instância capaz de organizar governança de dados, coordenação metodológica e inteligência territorial. Daí a proposta de um Centro de Inteligência Territorial, entendido não como camada burocrática adicional, mas como estrutura de apoio à leitura transversal da estrutura fundiária, à qualificação da fiscalização cadastral, ao planejamento institucional e à produção de insumos para decisões sobre obtenção de terras, regularização fundiária e monitoramento territorial. Sem

esse fechamento institucional, o risco é reproduzir uma situação já conhecida: sistemas mais sofisticados, mas baixa capacidade de transformar dados em decisão pública consistente (ABRAHAM; SCHNEIDER; VOM BROCKE, 2019).

Em síntese, a modernização do cadastro rural brasileiro não deve ser pensada como agenda neutra de atualização tecnológica. Trata-se de redefinir a capacidade do Estado de conhecer, classificar e intervir sobre a estrutura agrária, neste sentido que este artigo pretende dar fundamentação acadêmica e coerência institucional a uma agenda técnica já em desenvolvimento, contribuindo para sua qualificação normativa, tecnológica e organizacional. Em um país marcado por forte concentração fundiária, grilagem, fragmentação informacional e persistência da questão agrária, discutir cadastro é discutir poder público sobre o território. É nesse ponto que o tema reencontra sua vocação original: servir de base empírica e institucional para uma política agrária orientada por fins públicos, pela função social da propriedade e por uma governança da terra mais consistente.

Referências

Abraham, R.; Schneider, J.; Vom Brocke, J. Data governance: A conceptual framework, structured review, and research agenda. *International Journal of Information Management*, v. 49, p. 424-438, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.07.008>. Acesso em: 30 mar. 2026.

Amazon Web Services. *Strangler fig pattern*. AWS Prescriptive Guidance, [S. l.], 2025. Disponível em: <https://docs.aws.amazon.com/prescriptive-guidance/latest/modernization-decomposing-monoliths/strangler-fig.html>. Acesso em: 30 mar. 2026.

Brasil. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 30 mar. 2026.

Brasil. Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964. *Estatuto da Terra.*, Brasília, DF, 30 nov. 1964. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/14504.htm. Acesso em: 30 mar. 2026.

Brasil. Supremo Tribunal Federal. Arguição de Descumprimento de Preceito Fundamental n. 743/DF. Decisão em fase de cumprimento de acórdão. Relator: Min. Flávio Dino. Brasília, DF, 18 mar. 2026. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/jurisprudencia/stf/2798460300/inteiro-teor-2798460304>. Acesso em: 30 mar. 2026.

Delgado, G. C. Expansão e modernização do setor agropecuário no pós-guerra: um estudo da reflexão agrária. *Estudos Avançados*, v. 15, n. 43, p. 157-172, 2001.

FAO. *Diretrizes Voluntárias sobre a Governança Responsável da Posse da Terra, dos Recursos Pesqueiros e Florestais no Contexto da Segurança Alimentar Nacional*. Roma: FAO/CFS, 2012. Edição brasileira: MDA, 2015. Disponível em: <https://www.fao.org/4/i2801e/i2801e.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2026.

FAO; UNECE; FIG. *Digital Transformation and Land Administration: Sustainable Practices from the UNECE Region and Beyond*. FIG Publication No. 80. Roma: FAO, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cc1908en>. Acesso em: 30 mar. 2026.

Fowler, M. Original Strangler Fig Application. [S. l.], 29 jun. 2004. Disponível em: <https://martinfowler.com/bliki/OriginalStranglerFigApplication.html>. Acesso em: 30 mar. 2026.

Hosseini, H.; Atazadeh, B.; Rajabifard, A. Towards Intelligent Land Administration Systems: Research Challenges, Applications and Prospects in AI-driven Approaches. *Land Use Policy*, v. 157, 107652, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2025.107652>. Acesso em: 30 mar. 2026.

Laskos, A. A.; Cazella, A. A.; Rebollar, P. B. M. O Sistema Nacional de Cadastro Rural: história, limitações atuais e perspectivas para a conservação ambiental e segurança fundiária. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 36, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/dma.v36i0.39124>. Acesso em: 30 mar. 2026.

Microsoft. *Strangler Fig pattern*. Azure Architecture Center, [S. l.], 2025. Disponível em: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/architecture/patterns/strangler-fig>. Acesso em: 30 mar. 2026.

Noronha, G. S. Reforma agrária e agricultura familiar no Brasil do século XXI. In: SILVA, M. L. (org.). *Por uma economia política inclusiva, criativa e sustentável*. Brasília, 2019. v. 2, p. 197-228. Disponível em: <https://www.fjmangabeira.org.br/wp-content/uploads/2020/09/Livro-Por-uma-Economia-Politica-Criativa-Vol2.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2026.

Paz, A. *El Estado del Arte de los Catastros y Registros de Tierras Rurales en América Latina y el Caribe*. Roma: FAO / Programa de Cooperação Internacional Brasil-FAO, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/incra/pt-br/centrais-de-conteudos/publicacoes/estudo-cadastro-america-latina.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2026.

Veiga, J. E. *O que é reforma agrária?* 14. ed. São Paulo: Brasiliense, 1994.

Vos, R.; Florijn, W.; Spanjersberg, I. Harnessing AI for Responsible Land Surveying and Administration. *FIG Working Week 2025*, Brisbane, 2025. Disponível em: https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2025/papers/ts08d/TS08D_vos_florijn_et_al_13388.pdf. Acesso em: 30 mar. 2026