GERA: GESTÃO ESPACIAL DE REDES E ATIVOS – DIGITALIZAÇÃO INTEGRAL DO CADASTRO DE OBRAS DE SANEAMENTO COM ARCGIS

Nome do Autor Principal: Rebeca Oliveira de Souza

Qualificação do Autor Principal :Engenheira Civil pela UFPE, atualmente Coordenadora de Planejamento e Geoinformação na DP Barros Pavimentação e Construção LTDA, com pós-graduação em Gestão de Obras Aplicada à Construção pela Zigurrat. Atuo na interface entre planejamento estratégico, gestão de obras e tecnologias geoespaciais aplicadas à engenharia.

Endereço: Rua Senador Cesar Lacerda Vergueiro, 286, ap: 2002 - Sumarezinho – São Paulo – São Paulo - CEP: 05434010 - Brasil - Tel: +55 (81) 996389295 - e-mail: rebeca.souza@dpbarros.com.br.

RESUMO

A gestão de redes de saneamento enfrenta desafios recorrentes relacionados à precisão, rastreabilidade e agilidade na geração de informações geoespaciais, fatores essenciais para o avanço rumo à meta da universalização do saneamento básico. Este trabalho apresenta o GERA, uma solução integrada desenvolvida sobre o ecossistema ArcGIS para cadastros georreferenciados, controle das ligações, economias, acompanhamento e gestão de obras de saneamento no Litoral Sul do Estado de São Paulo, em contrato com a SABESP. A solução combina coleta de dados com precisão centimétrica via Survey123 integrado a receptor RTK, automações geoespaciais no ArcGIS Pro com ModelBuilder, publicação de dados em tempo real através do geoportal desenvolvido no Experience Builder e geração automatizada de croquis de medição via Map Series. O fluxo digital implementado eliminou etapas manuais redundantes, reduziu significativamente o retrabalho, acelerou o ciclo de medições, ampliou a rastreabilidade dos ativos cadastrados e fortaleceu o controle das ligações e economias vinculadas ao empreendimento. Os resultados demonstram a viabilidade, a escalabilidade e o potencial de replicação do modelo proposto como referência para projetos de infraestrutura voltados ao avanço da universalização.

Palavras-chave: Saneamento; ArcGIS; Cadastro Georreferenciado.

1. INTRODUÇÃO

Projetos de saneamento voltados à implantação de redes coletoras, coletores-tronco e ramais domiciliares demandam o gerenciamento de um grande volume de informações geoespaciais e cadastrais, abrangendo elementos como Poços de Visita (PV), Poços de Inspeção (PI), Terminais de Limpeza (TL), Caixas Coletoras (CX), ligações domiciliares, ramais prediais, extensões de rede implantadas, diâmetros, materiais empregados, profundidades de vala, métodos construtivos, reposições de pavimento, interferências identificadas em campo e dados de economias atendidas. A consistência, rastreabilidade e integridade dessas informações são fundamentais para o controle físico da obra, a comprovação dos serviços executados, o suporte às atividades de fiscalização e a validação das medições contratuais. Além disso, a não entrega ou a entrega inadequada dos cadastros técnicos pode comprometer o atendimento às exigências contratuais, ocasionando retenções contratuais até a regularização das pendências cadastrais.

A complexidade se amplia quando se considera que o cadastro técnico não se restringe à rede em si. Cada trecho executado carrega consigo um conjunto de informações integradas das diferentes etapas construtivas associadas ao empreendimento, as quais precisam ser consolidadas, verificadas e entregues de forma integrada ao cadastro georreferenciado exigido pelo contratante.

Historicamente, esse processo é conduzido de forma fragmentada, com forte dependência de etapas manuais, ferramentas desconexas e equipes operando de forma isolada. O resultado é um ciclo de produção lento, sujeito a retrabalho e inconsistências, que retarda sistematicamente a entrega dos documentos exigidos pela fiscalização

e compromete a eficiência operacional da obra, cenário amplamente discutido na literatura sobre aplicação de SIG em obras de infraestrutura de saneamento (SILVA; SANTOS, 2023).

Neste contexto, o GERA foi desenvolvido com o objetivo de modernizar e otimizar integralmente o processo de cadastro técnico de obras lineares de saneamento, estruturando um fluxo contínuo, integrado e automatizado sobre o ecossistema ArcGIS. O presente trabalho relata a concepção, implementação e os resultados obtidos em obra realizada no Litoral Sul Paulista, abrangendo municípios da Baixada Santista, em contrato com a SABESP.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivos analisar e apresentar a estruturação e os resultados do sistema GERA, desenvolvido como uma solução integrada baseada no ecossistema ArcGIS para gestão e controle de obras de saneamento. Nesse contexto, busca-se evidenciar como a integração entre coleta de dados em campo, processamento geoespacial e automação de rotinas técnicas contribui para a transformação do processo de cadastro e acompanhamento de obras lineares em um fluxo digital contínuo, rastreável e padronizado.

De forma específica, o trabalho tem como objetivos:

- Apresentar a arquitetura e o fluxo de trabalho do GERA, detalhando a integração entre os componentes do ecossistema ArcGIS;
- Demonstrar a aplicação de tecnologia RTK integrada ao Survey123 para coleta de dados com precisão centimétrica em campo;
- Descrever as automações geoespaciais implementadas no ArcGIS Pro para geração de geometrias lineares e produtos técnicos;
- Avaliar os impactos da solução sobre a produtividade, qualidade dos dados e ciclo de medições da obra;
- Discutir a escalabilidade e replicabilidade do modelo proposto para outros contratos de saneamento.

3. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

O processo de cadastro técnico adotado anteriormente à implantação do GERA era caracterizado por um fluxo de trabalho extenso, manual e fragmentado, envolvendo múltiplas equipes, ferramentas desconexas e sucessivas etapas de retrabalho.

A equipe de topografia, já operando com receptor RTK para atividades de locação e cadastro em campo, realizava o levantamento das estruturas executadas diretamente na coletora de dados do equipamento, registrando as cotas de topo e profundidade de cada elemento como: Poços de Inspeção (PI), Poços de Visita (PV), Terminais de Limpeza (TL), Caixas Coletoras (CX), ventosas, descargas, registros, caixas de manobra e demais dispositivos operacionais associados às linhas de recalque. Ao término do turno, o equipamento era levado ao canteiro de obras e, no dia seguinte, o levantamento era descarregado em formato CSV para posterior processamento.

A partir desse arquivo, uma equipe dedicada à elaboração de croquis de medição importava os pontos coletados para um ambiente CAD, onde eram locados manualmente. Em seguida, eram desenhadas as geometrias lineares representando as redes coletoras, coletores-tronco, linhas de recalque e emissários. Com o auxílio da equipe de topografia, responsável por informar o sentido de fluxo de cada rede para assim ser inseridas as setas de direção e, posteriormente, os rótulos de cada elemento linear e pontual com os atributos pertinentes do cadastro.

O produto resultante desse processo eram os croquis de medição, gerados folha a folha, trecho a trecho, contendo não apenas as redes executadas, mas também todas as ligações domiciliares, ramais e imóveis atendidos em cada trecho. Concluída essa etapa pelo desenhista, o croqui seguia para duas rodadas de revisão manuais e sequenciais:

A equipe socioambiental percorria cada folha e inseria manualmente, a relação de todos os imóveis contemplados no respectivo trecho;

O auxiliar de engenharia analisava criticamente se todas as ligações executadas no trecho estavam corretamente representadas no croqui.

Com as anotações e correções dessas duas revisões em mãos, o croqui retornava ao desenhista, que incorporava manualmente todas as informações complementares no ambiente CAD. Somente então era gerado o PDF final, encaminhado à fiscalização da SABESP para aprovação.

Esse ciclo, que envolvia no mínimo quatro agentes distintos em etapas sequenciais e interdependentes, consumia diversos dias de trabalho de escritório, atrasando sistematicamente a entrega dos cadastros técnicos exigidos como pré-condição para a aprovação das medições contratuais. Como consequência, o não atendimento aos prazos e requisitos cadastrais estabelecidos na regulamentação de preços e critérios de medição resultava na aplicação de retenções contratuais, impactando diretamente o processo de medição e faturamento dos serviços executados.

A situação se agravava quando havia necessidade de entrega do cadastro oficial à SABESP em formato shapefile (SHP) ou geodatabase (GDB). Nesse caso, todos os PDFs produzidos precisavam ser reprocessados manualmente em uma plataforma de geoprocessamento separada, demandando um esforço adicional completamente desvinculado do fluxo anterior e com pouco aproveitamento dos dados já coletados.

A ausência de um ambiente geoespacial integrado ao longo de todo o processo resultava, portanto, em três problemas estruturais: perda de produtividade pelo acúmulo de etapas manuais redundantes; baixa rastreabilidade das informações, dispersas em arquivos CSV, desenhos CAD e Excel, documentos físicos sem vínculo geográfico; e ausência de visibilidade em tempo real sobre o status do cadastro executado, tanto para a gestão interna da obra quanto para o cliente. A Tabela 1 sintetiza os principais gargalos identificados nesse processo.

Tabela 1 - Diagnóstico do processo de cadastro anterior ao GERA

Aspecto	Situação Anterior	Impacto Identificado
Coleta de dados	Croquis manuais em CAD	Retrabalho e erros de transcrição
Armazenamento	Planilhas desvinculadas	Baixa rastreabilidade
Geração de cadastro	Manual, dias de escritório	Atraso nas medições
Visibilidade gerencial	Inexistente em tempo real	Decisões sem base atualizada

Fonte: Elaboração própria (2026)

4. METODOLOGIA

A solução GERA foi concebida a partir de uma metodologia estruturada em seis etapas sequenciais e interdependentes, cobrindo desde o levantamento dos requisitos contratuais até a entrega final do cadastro georreferenciado à SABESP. Cada etapa foi concebida de forma integrada, assegurando continuidade, rastreabilidade e consistência ao longo de todo o ciclo de cadastro técnico da obra.

4.1 LEVANTAMENTO DE REQUISITOS E DIAGNÓSTICO DO PROCESSO

A primeira etapa consistiu no levantamento e análise detalhada de todos os entregáveis exigidos contratualmente pela SABESP, bem como das informações complementares necessárias ao controle eficiente da obra. Foram mapeados os requisitos técnicos para aprovação do cadastro, os atributos obrigatórios de cada estrutura, os formatos de entrega aceitos (SHP, GDB e PDF) e as demandas específicas das equipes de topografia, socioambiental e de engenharia.

Paralelamente, foi realizado um diagnóstico aprofundado do processo de cadastro então vigente, com o mapeamento de cada etapa do fluxo de trabalho manual, a identificação dos principais gargalos e a quantificação

do impacto de cada problema sobre o ciclo de medições. Esse diagnóstico foi determinante para orientar as decisões de arquitetura da solução, garantindo que cada componente desenvolvido respondesse diretamente a uma necessidade concreta da operação. Os resultados foram consolidados na Tabela 1, que sintetiza os principais gargalos identificados e seus impactos.

4.2 DESENVOLVIMENTO DOS FORMULÁRIOS DE COLETA NO SURVEY123

Com base no diagnóstico dos processos e nos requisitos contratuais levantados, a segunda etapa foi dedicada ao desenvolvimento de três formulários de coleta no ArcGIS Survey123 (ESRI BRASIL, 2026), cada um orientado a uma dimensão específica do processo de obra. Os formulários foram concebidos com validações internas, lógica de preenchimento condicional e regras de consistência, impedindo o envio de registros incompletos ou incompatíveis com os padrões contratuais da SABESP.

Cada formulário foi projetado para cobrir uma etapa distinta do processo e todos gravam na mesma base geoespacial no ArcGIS Online. Os aplicativos são:

- TáNaRede Cadastro Ligações, Aplicativo para cadastro georreferenciado de ligações domiciliares com integração RTK, permitindo o controle e a rastreabilidade de todas as etapas de execução, incluindo tipo de ligação executada, equipe responsável, data de implantação, qualidade dos serviços, características do passeio, vínculo com as economias atendidas e associação à rede coletora receptora da contribuição.;
- TáNaRede Comercialização, aplicativo destinado à gestão das atividades socioambientais e de comercialização das obras de saneamento, permitindo o acompanhamento do imóvel desde a vistoria inicial até sua efetiva adesão ao sistema implantado. A ferramenta registra as condições do imóvel antes da intervenção, controla as ligações previstas contratualmente, o tipo de atendimento projetado, os dados cadastrais do usuário, informações do hidrômetro e do RGI, além da quantidade de economias associadas a cada ligação;
- *Cadastro Técnico das Redes*, aplicativo destinado à coleta e gestão das informações cadastrais de redes coletoras, coletores-tronco, emissários e linhas de recalque executados, utilizando tecnologia RTK para obtenção de posicionamento geoespacial com precisão centimétrica. A ferramenta centraliza e padroniza o registro das características físicas e operacionais dos sistemas implantados, permitindo documentar de forma estruturada os ativos construídos e suas condições de campo. Com isso, assegura maior confiabilidade aos cadastros técnicos, suporte aos processos de fiscalização e operação, além de fornecer a base necessária para a correta incorporação e imobilização patrimonial dos ativos de saneamento.

4.3 TÁNAREDE COMERCIALIZAÇÃO: ACOMPANHAMENTO SOCIOAMBIENTAL

O aplicativo TáNaRede Comercialização foi desenvolvido para centralizar e gerenciar as informações relacionadas às atividades socioambientais e ao processo de adesão dos imóveis beneficiados pelos empreendimentos de esgotamento sanitário. Integrado ao ecossistema geoespacial do GERA, o sistema possibilita o acompanhamento completo do imóvel desde a vistoria inicial até a efetiva adesão do ramal a rede coletora implantada, garantindo rastreabilidade, padronização e disponibilidade das informações em tempo real.

Na fase de vistoria prévia, a ferramenta permite registrar as condições físicas e sanitárias dos imóveis antes do início das intervenções, incluindo características das instalações existentes, condições de acesso para execução da ligação domiciliar e demais informações necessárias ao planejamento das atividades de campo. Os registros são georreferenciados e documentados por meio de evidências fotográficas, assegurando a caracterização da situação pré-obra e fornecendo subsídios para o acompanhamento das intervenções.

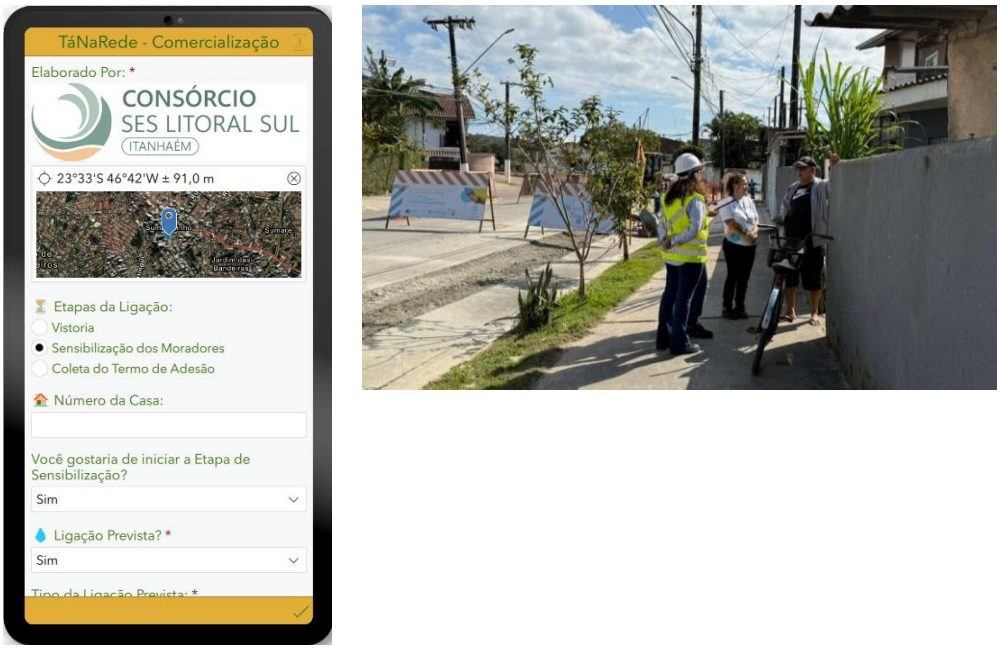
Durante o processo de comercialização, o aplicativo consolida informações estratégicas para o gerenciamento da adesão dos usuários ao sistema implantado. São registrados dados cadastrais do imóvel e do responsável,

informações do hidrômetro, número do Registro Geral do Imóvel (RGI), quantidade de economias associadas e características da ligação prevista em projeto.

Na etapa de adesão, o sistema formaliza o vínculo entre o imóvel e a infraestrutura implantada, registrando a aceitação da conexão à rede pública de esgotamento sanitário e consolidando os dados necessários para comprovação do atendimento das economias beneficiadas. Além disso, o aplicativo estabelece a rastreabilidade entre cada economia atendida, a respectiva ligação domiciliar executada e a rede coletora receptora da contribuição, formando uma base de dados integrada que apoia os processos de fiscalização, medição, validação contratual e operação futura do sistema.

Ao centralizar informações técnicas, cadastrais e socioambientais em um único ambiente geoespacial, o TáNaRede Comercialização contribui para o aumento da confiabilidade dos dados, a melhoria do controle gerencial das obras e a geração de indicadores fundamentais para avaliação dos resultados e efetividade dos empreendimentos de saneamento. A Figura 1 apresenta a interface do aplicativo TáNaRede Comercialização, bem como registros da equipe socioambiental utilizando a ferramenta durante as atividades de campo.

Figura 1- Interface do TáNaRede Comercialização – fluxo de vistoria e adesão em campo



Fonte: Acervo técnico do projeto. (2026)

A sincronização automática com o ArcGIS Online disponibiliza os dados socioambientais em tempo real para os gestores da obra, eliminando planilhas avulsas e garantindo rastreabilidade completa do status de cada imóvel ao longo de todo o ciclo da obra.

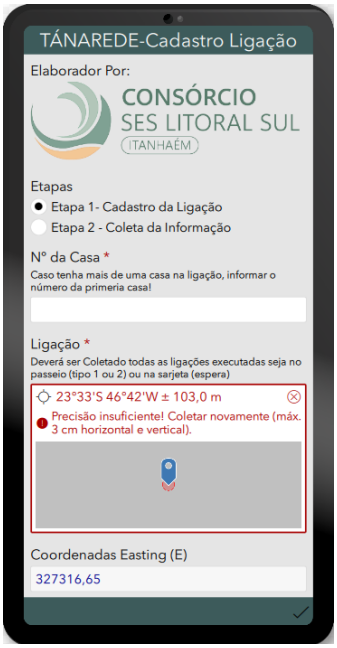
4.4 COLETA DE DADOS EM CAMPO COM RECEPTOR RTK INTEGRADO AO SURVEY123

A quarta etapa abrange a coleta de dados em campo por meio de dois aplicativos que operam com receptor RTK integrado ao Survey123: o *TáNaRede Cadastro de Ligações* e o *Cadastro Técnico das Redes*. Ambos utilizam posicionamento centimétrico para georreferenciamento das estruturas executadas, com sincronização automática para o ArcGIS Online ao término de cada registro, eliminando a necessidade de transferência manual de arquivos e disponibilizando os dados imediatamente para as etapas de processamento.

O TáNaRede Cadastro de Ligações Apresentado na Figura 2, a seguir, foi desenvolvido para o cadastro e rastreabilidade das ligações domiciliares executadas, consolidando em uma única plataforma as informações

geométricas, operacionais e cadastrais necessárias ao controle da obra. Para atender às diferentes etapas do processo executivo, o aplicativo foi estruturado em três módulos complementares.

Figura 2 – TÁNAREDE Cadastro Ligação e seus resultados



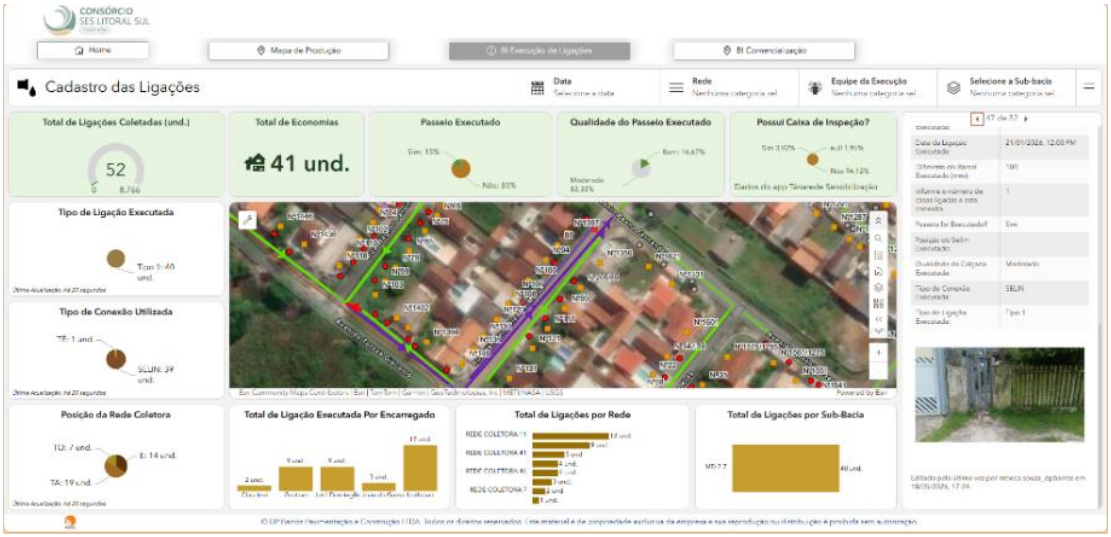
Fonte: Acervo técnico do projeto. (2026)

O primeiro módulo é destinado ao cadastro geoespacial das ligações executadas, utilizando receptores GNSS RTK para obtenção de coordenadas com precisão centimétrica. Nessa etapa são coletadas informações de posicionamento e elevação da ligação, garantindo a qualidade geométrica do cadastro e sua compatibilidade com os demais ativos da rede de esgotamento sanitário.

O segundo módulo é voltado ao controle da produção, permitindo registrar informações operacionais relacionadas à execução da ligação, como equipe responsável, data de implantação, tipo de ligação executada, método construtivo adotado, condições e qualidade da recomposição do passeio, quantidade de economias atendidas e a respectiva associação à rede coletora receptora da contribuição. Esse conjunto de informações fornece rastreabilidade completa da execução, permitindo acompanhar a produtividade das equipes e validar os serviços realizados em campo.

Por fim, o terceiro módulo tem como objetivo estabelecer o vínculo entre a ligação executada e as economias efetivamente atendidas. Para cada ligação são associadas as unidades cadastradas no aplicativo TáNaRede Comercialização, permitindo relacionar os dados socioambientais e cadastrais dos imóveis ao ativo implantado em campo. Essa integração garante a rastreabilidade completa entre imóvel, ligação domiciliar e rede coletora, formando uma base de dados unificada que apoia os processos de fiscalização, medição, comprovação de atendimento das economias e atualização cadastral dos sistemas implantados. A Figura 2, apresentada anteriormente, evidencia os módulos de coleta geoespacial, controle da produção e vinculação das economias atendidas. Já a Figura 3, a seguir, apresenta os painéis gerenciais desenvolvidos a partir desses dados, permitindo o monitoramento das ligações executadas, das economias atendidas e dos indicadores operacionais da obra.

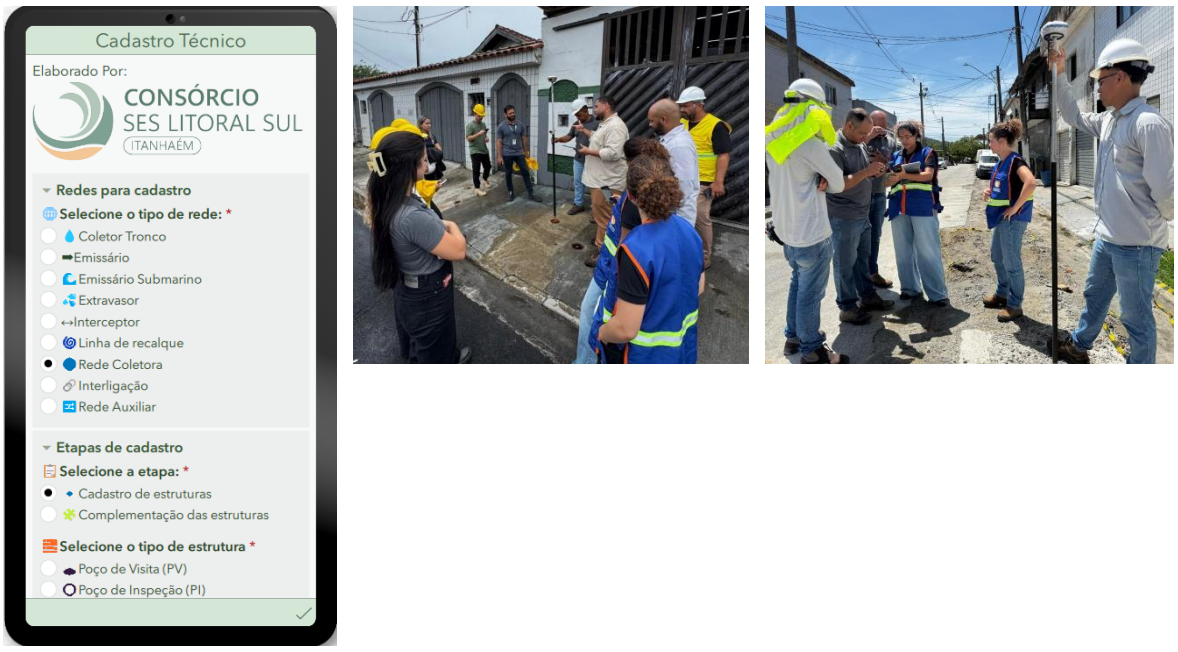
Figura 3 – TÁNAREDE Cadastro Ligação Painel gerencial.



Fonte: Acervo técnico do projeto. (2026)

O aplicativo Cadastro Técnico das Redes, Apresentando na Figura 4, abaixo, foi desenvolvido exclusivamente para utilização pelas equipes de topografia, tendo como principal objetivo a coleta, validação e consolidação das informações cadastrais dos ativos implantados durante a execução das obras de esgotamento sanitário. A solução foi concebida para atender aos requisitos de precisão e qualidade estabelecidos pelas normas técnicas da SABESP, assegurando a obtenção de dados geoespaciais confiáveis para a composição do cadastro técnico final e posterior incorporação patrimonial dos ativos executados.

Figura 4 - Interface do Survey123 com receptor RTK em operação de campo



Fonte: Acervo técnico do projeto. (2026)

Para garantir a acurácia posicional exigida, o aplicativo opera integrado a receptores GNSS RTK, permitindo o levantamento georreferenciado de estruturas como Poços de Visita (PV), Poços de Inspeção (PI), Terminais de

Limpeza (TL) e Caixas Coletoras (CX) com precisão centimétrica. Durante o processo de cadastro são registrados atributos geométricos, altimétricos e construtivos das estruturas, incluindo coordenadas planimétricas, altitude ortométrica, cota de tampo, profundidade, cotas de chegada e saída das tubulações, diâmetros, materiais empregados, condições executivas e demais informações necessárias para caracterização completa dos ativos implantados.

Diferentemente dos processos convencionais de levantamento, o aplicativo incorpora regras de negócio e validações automáticas que auxiliam a equipe de campo durante a coleta. A partir das informações registradas, a ferramenta realiza automaticamente cálculos de extensão entre estruturas, diferenças de nível e declividades dos trechos, disponibilizando essas informações em tempo real para conferência e análise pela equipe de topografia. Essa abordagem reduz a necessidade de retrabalho em escritório, aumenta a confiabilidade dos dados coletados e acelera significativamente o processo de elaboração do cadastro técnico.

Outro diferencial da solução é sua integração com os demais aplicativos do ecossistema GERA. Durante o cadastro das estruturas, o sistema recupera automaticamente informações operacionais e produtivas registradas ao longo da execução da obra, incorporando ao ativo dados como equipes executoras, datas de implantação, métodos construtivos adotados, características das redes implantadas e demais informações históricas associadas ao trecho cadastrado. Dessa forma, o cadastro técnico deixa de representar apenas a condição final do ativo e passa a consolidar todo o histórico executivo da infraestrutura implantada.

Após a conclusão do levantamento, os dados são sincronizados automaticamente com o ambiente corporativo do ArcGIS Online, permitindo que as estruturas cadastradas sejam disponibilizadas instantaneamente em mapas, dashboards e painéis de acompanhamento. Essa integração possibilita o monitoramento em tempo real das atividades de cadastro, o controle da produtividade das equipes de topografia e a disponibilização imediata das informações para fiscalização, gestão contratual e validação dos ativos executados. A Figura 3 apresenta a interface do aplicativo Cadastro Técnico, bem como registros da equipe de topografia e geoprocessamento utilizando a ferramenta durante as atividades de campo.

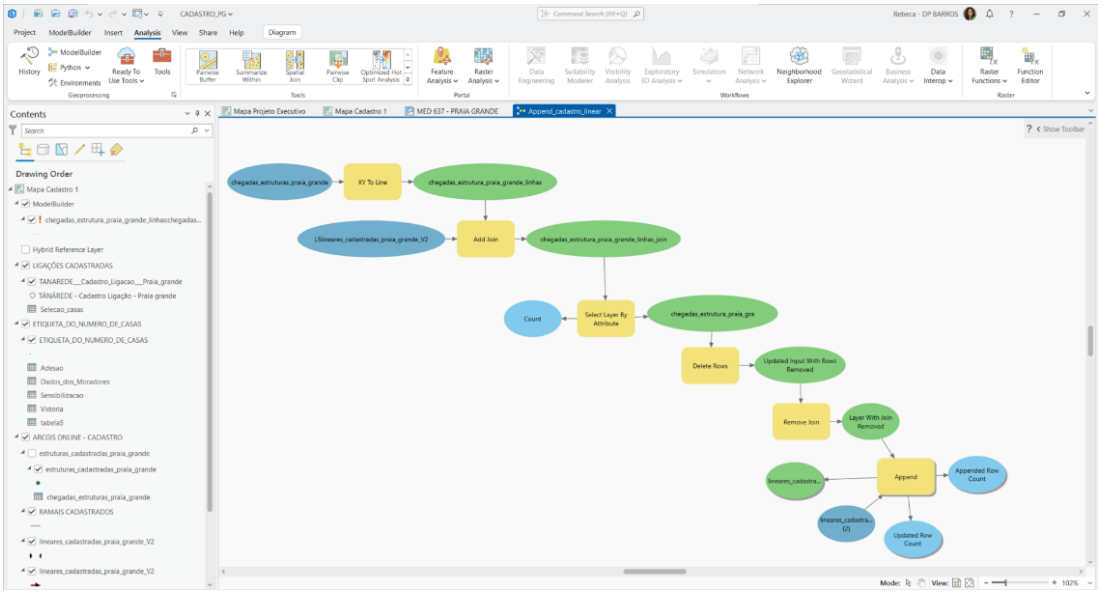
O formulário de coleta contempla, entre outros, os seguintes atributos técnicos:

- Coordenadas planimétricas e altitude ortométrica com correção geoidal automática;
- Indicadores de qualidade do posicionamento (HRMS e VRMS) registrados em tempo real;
- Cota de tampo (CT), cota de fundo (CF), profundidade da estrutura e cotas de chegada e saída das tubulações;
- Tipo de estrutura, dimensões, materiais empregados e características construtivas;
- Identificação da equipe executora, data de implantação e vínculo com a sub-bacia de atendimento;
- Relacionamento topológico entre estruturas de montante e jusante para geração automática dos trechos de rede;
- Cálculo automático de extensões, diferenças de nível e declividades dos trechos cadastrados;
- Integração com dados de produção e histórico executivo da obra.

4.5 PROCESSAMENTO E AUTOMAÇÃO GEOESPACIAL NO ARCGIS PRO

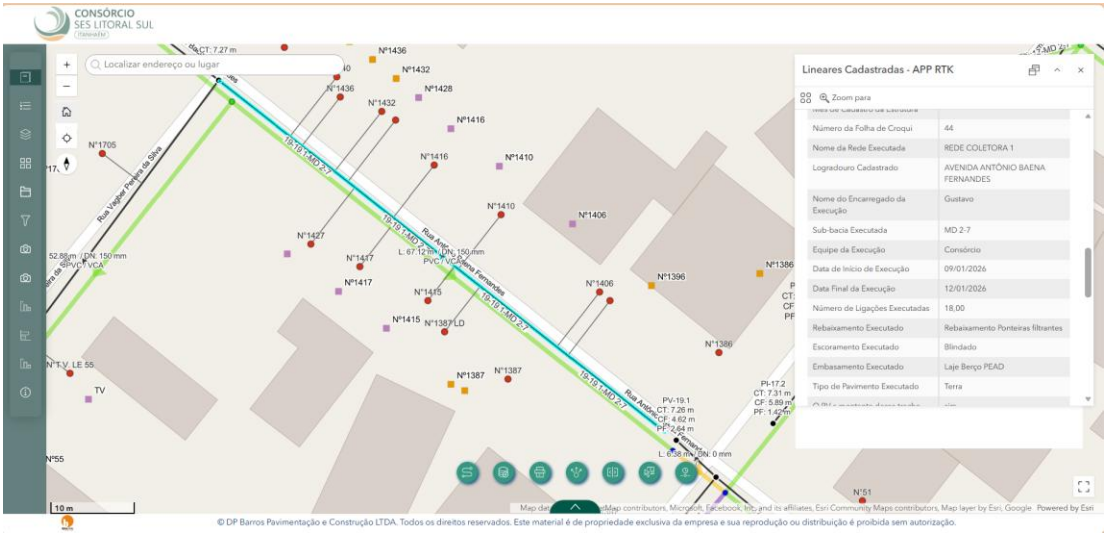
Os dados coletados são sincronizados automaticamente com o ambiente corporativo no ArcGIS Online, sendo subsequentemente tratados e validados no ArcGIS Pro. Uma automação agendada, executada diariamente por meio de scripts Python e do ModelBuilder (ESRI, 2024), processa os pontos inseridos e gera as geometrias lineares que conectam as estruturas de montante e jusante. A Figura 5 apresenta fluxo de automação no ModelBuilder e na Figura 6 o resultado desse fluxo com a geração de geometrias lineares.

Figura 5 - Fluxo de automação no ModelBuilder – geração de geometrias lineares a partir de pontos coletados em campo



Fonte: Acervo técnico do projeto. (2026)

Figura 6 - Trecho cadastrado com informações do histórico de execução da obra.



Fonte: Acervo técnico do projeto. (2026)

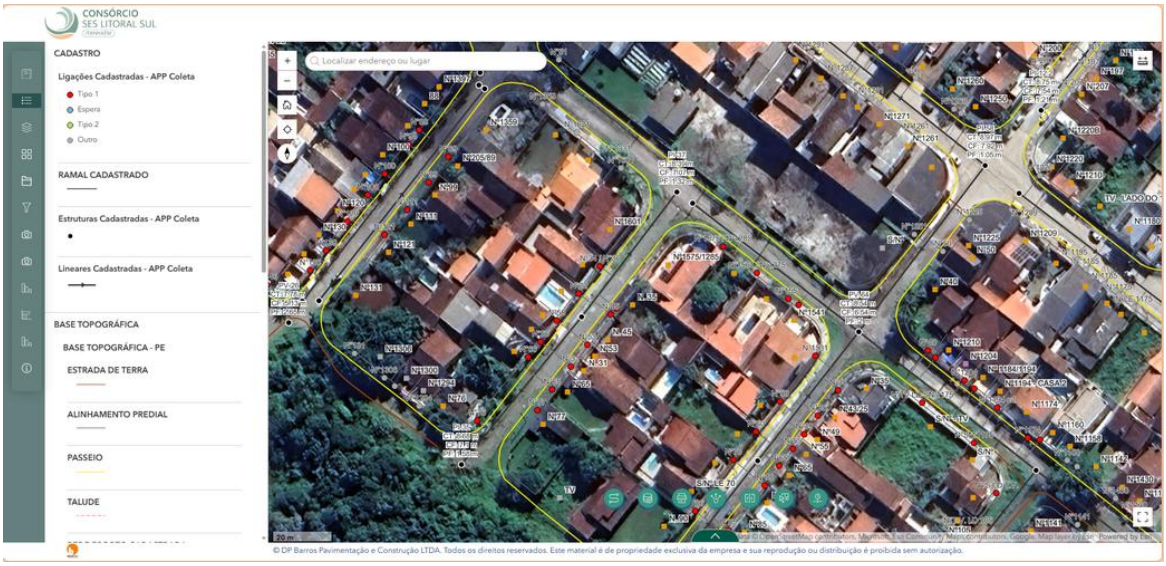
As rotinas automatizadas implementadas compreenderam:

- Geração automática de trechos lineares (polylines) a partir dos pontos cadastrados (PV a PV), independentemente da ordem de coleta;
- Validação de consistência hidráulica dos trechos (sentido de fluxo e declividade mínima);
- Cálculo automático de comprimento, extensão acumulada por sub-bacia e porcentagem de execução;
- Atualização de atributos derivados e padronização de nomenclaturas conforme norma SABESP;
- Integração direta com camadas web publicadas no ArcGIS Online, garantindo sincronização contínua.

4.6 GEOPORTAL E MONITORAMENTO EM TEMPO REAL

Todo o cadastro processado é publicado em um geoportal desenvolvido no ArcGIS Experience Builder, acessível a gestores da obra e ao cliente (SABESP) em tempo real. A plataforma integra camadas do projeto básico e executivo, permitindo a comparação direta com o as-built em construção. Nas Figuras 7 e 8 abaixo, pode-se observar o Geoportal com os dados do sistema de cadastro, contemplando ligações, ramais, ortofoto e unidades comercializadas, bem como os indicadores numéricos registrados.

Figura 7 - Geoportal desenvolvido no Experience Builder – painel de acompanhamento em tempo real



Fonte: Acervo técnico do projeto. (2026)

Figura 8- Painel de Indicadores de Cadastro Geoespacial em Tempo Real no Geoportal



Fonte: Acervo técnico do projeto. (2026)

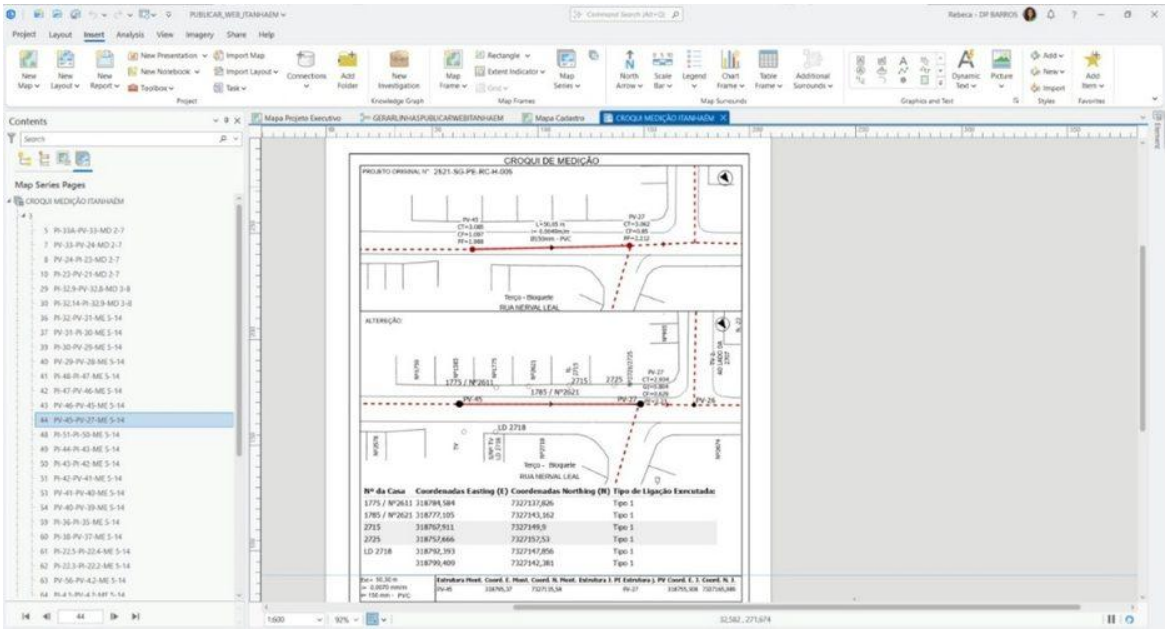
As funcionalidades disponibilizadas no geoportal incluem:

- Visualização dinâmica dos dados cadastrados e processados, com atualização automática;
- Dashboard gerencial com indicadores de avanço de obra por sub-bacia, equipe e período;
- Comparação entre projeto executivo e as-built para identificação de desvios;
- Rastreabilidade completa dos ativos executados com histórico de alterações;
- Exportação de relatórios e subsídios para medição diretamente da plataforma.

4.7 GERAÇÃO DE PRODUTOS TÉCNICOS E ENTREGA DO CADASTRO

A sexta etapa concentrou a geração automática de todos os produtos técnicos de medição e a entrega do cadastro oficial à SABESP. Por meio do recurso Map Series no ArcGIS Pro, foram produzidos automaticamente croquis de medição padronizados para cada trecho executado, com informações posicionadas diretamente a partir da base geoespacial, eliminando as rodadas de revisão manual e o retrabalho de transcrição que caracterizavam o processo anterior. Na Figura 9 a seguir, é apresentada a geração de layouts por meio do recurso *Map Series* no ArcGIS Pro, permitindo a criação automatizada de mapas organizados por medições e por trechos, facilitando a análise e a documentação espacial detalhada.

Figura 9 - Croquis de medição gerados automaticamente via Map Series – exemplo de trecho executado



Fonte: Acervo técnico do projeto. (2026)

Os produtos gerados automaticamente compreendem:

- Geração automática de croquis de medição individualizados por trecho, contendo informações de cotas, diâmetros, extensões executadas e metodologia construtiva adotada, em atendimento às exigências da gerenciadora, que solicita a apresentação desses documentos como suporte à validação das medições e dos cadastros técnicos da obra;
- Layouts técnicos padronizados conforme exigências contratuais da SABESP;

- Relatórios de acompanhamento com síntese quantitativa por período de medição;
- Tabelas com os trechos executados, contendo todas as informações do levantamento;
- Tabela de comercialização das ligações.

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos com a implementação do GERA confirmam o potencial da integração de tecnologias GIS na transformação dos processos de cadastro técnico em obras lineares de saneamento. A combinação entre coleta geoespacial de alta precisão, automação de processos, integração de dados e disponibilização de informações em tempo real proporcionou ganhos significativos em produtividade, qualidade dos dados, rastreabilidade dos ativos e gestão contratual.

Um dos principais avanços observados foi a mudança do modelo tradicional de cadastro, fortemente dependente de planilhas, desenhos em CAD e consolidações manuais, para um fluxo digital integrado baseado em formulários inteligentes, banco de dados geoespacial corporativo e automações desenvolvidas no ambiente ArcGIS. Essa abordagem permitiu que informações coletadas em campo fossem disponibilizadas praticamente em tempo real para todas as equipes envolvidas no empreendimento.

A arquitetura da solução foi concebida com foco na qualidade dos dados desde sua origem. Por meio da implementação de regras de negócio, validações automáticas e relacionamentos entre ativos diretamente nos formulários de coleta, inconsistências passaram a ser identificadas e corrigidas ainda em campo, reduzindo significativamente retrabalhos e aumentando a confiabilidade das informações cadastradas. Esse aspecto é particularmente relevante em contratos de saneamento que exigem elevado rigor técnico, nos quais inconsistências cadastrais podem resultar em retenções contratuais e atrasos na aprovação das medições.

No âmbito do cadastro técnico, a utilização de receptores GNSS RTK integrados aos aplicativos permitiu a obtenção de dados geoespaciais com precisão compatível às exigências normativas da SABESP. Além da coleta dos ativos implantados, o sistema passou a executar automaticamente cálculos que anteriormente eram realizados em escritório, como extensões entre estruturas, diferenças de nível e declividades dos trechos cadastrados. Essa automação reduziu o tempo de processamento das informações e proporcionou maior autonomia às equipes de topografia durante os levantamentos em campo.

Outro resultado de destaque foi a automatização da geração das geometrias lineares da rede. Por meio de rotinas desenvolvidas em ModelBuilder, os trechos passaram a ser criados automaticamente a partir das estruturas cadastradas, eliminando atividades manuais de vetorização e edição cartográfica. Como consequência, o cadastro técnico dos trechos executados passou a ser disponibilizado no mesmo dia ou em até 24 horas após a conclusão dos levantamentos de campo, reduzindo significativamente o tempo necessário para entrega dos produtos exigidos pela fiscalização.

A integração entre os aplicativos TáNaRede Comercialização, TáNaRede Cadastro de Ligações e Cadastro Técnico das Redes também promoveu avanços importantes na rastreabilidade dos ativos. As ligações domiciliares passaram a ser controladas de forma integrada às redes coletoras e às economias atendidas, estabelecendo um vínculo direto entre o imóvel beneficiado, a ligação executada e a infraestrutura receptora da contribuição. Dessa forma, tornou-se possível acompanhar todo o ciclo da informação, desde a vistoria socioambiental do imóvel até sua efetiva conexão ao sistema implantado.

Como resultado dessa integração, foi estruturada uma base geoespacial consolidada das economias atendidas pelo empreendimento. Cada registro passou a reunir informações de vistoria, comercialização, adesão, execução da ligação domiciliar e vínculo com a rede coletora correspondente, permitindo consultas completas e rastreáveis em um único ambiente de dados.

Os processos de medição também foram beneficiados pela automação implementada. Os croquis de medição, ainda exigidos pela fiscalização contratual para validação dos serviços executados, passaram a ser gerados automaticamente no ArcGIS Pro a partir das informações cadastradas em campo. Além de reduzir significativamente o esforço de elaboração desses documentos, a solução possibilitou que eventuais revisões fossem refletidas automaticamente nos produtos finais por meio da atualização direta dos dados nos aplicativos de coleta.

Outro benefício observado foi o fortalecimento da integração entre os diversos setores envolvidos na execução da obra. A centralização das informações em uma plataforma única promoveu maior colaboração entre equipes de topografia, produção, engenharia, fiscalização e setor socioambiental, reduzindo falhas de comunicação e eliminando a existência de bases de dados paralelas e desconectadas.

A disponibilização dos dados em ambiente web corporativo permitiu ainda ampliar a transparência e a capacidade de acompanhamento do empreendimento. Por meio dos dashboards e mapas interativos do GERA, gestores, engenheiros de campo, mestres de obra, fiscalização e representantes da SABESP passaram a ter acesso, em tempo real, às informações de produção, evolução física, situação cadastral dos ativos e desempenho das equipes de campo.

Por fim, os resultados demonstram que a solução desenvolvida possui elevado potencial de replicação em outros contratos de saneamento. A utilização de uma arquitetura baseada no ArcGIS Online, associada a aplicativos configuráveis e rotinas automatizadas de processamento, permite adaptar o modelo a diferentes tipologias de obras com reduzido esforço de implementação. Dessa forma, o GERA consolida-se não apenas como uma ferramenta de cadastro técnico, mas como uma plataforma integrada de gestão da informação, capaz de apoiar o controle contratual, a fiscalização, a medição dos serviços executados e a futura operação dos ativos implantados.

A Tabela 2 sintetiza, de forma comparativa, os principais avanços alcançados em relação ao cenário diagnosticado anteriormente à implantação do projeto, Tabela 1, evidenciando a transição de um processo manual e fragmentado para um fluxo digital integrado, com ganhos expressivos em precisão, rastreabilidade e agilidade na geração das informações cadastrais.

Tabela 2 - Comparativo entre o processo anterior e os resultados obtidos com o GERA

Aspecto	Situação Anterior	Situação com o GERA	Resultado/Ganho Obtido
Coleta de dados	Croquis manuais em CAD	Coleta digital em campo via Survey123 integrado a receptor RTK, com validações automáticas e cálculos realizados in loco	Redução de retrabalho e maior confiabilidade dos dados desde a origem
Armazenamento	Planilhas desvinculadas	Banco de dados geoespacial corporativo integrado (ArcGIS Online), vinculando ligações, economias e redes	Maior rastreabilidade e consultas completas em um único ambiente de dados
Geração de cadastro	Manual, dias de escritório	Geração automática das geometrias lineares (ModelBuilder) e dos croquis de medição (Map Series), disponíveis em até 24 horas	Redução significativa do tempo de entrega dos produtos exigidos pela fiscalização
Visibilidade gerencial	Inexistente em tempo real	Geoportal com dashboards e mapas interativos em tempo real (Experience Builder)	Decisões com base em dados atualizados e maior transparência do empreendimento

Fonte: elaboração própria (2026).

Os ganhos de eficiência proporcionados pela automação dos processos podem ser dimensionados a partir da comparação entre os prazos e o quantitativo de mão de obra demandados antes e depois da implementação do GERA, conforme sintetizado na Tabela 3.

Tabela 3 – Comparativo de prazo e mão de obra antes e depois da implementação do GERA

Parâmetros calculados para 01 (uma) medição de aproximadamente 1000 metros

Processo	**Prazo Antes (dias)**	**Prazo Depois (dias))**	**Redução (%)**	**M.O. Antes (pessoas)**	**M.O. Depois (pessoas)**	**Redução M.O. (%)**
Coleta de campo e cálculos topográficos (extensão, desnível, declividade)	4	2	50%	3	2	33%
Geração das geometrias lineares da rede (vetorização)	2	0,5	75%	2	1	50%
Disponibilização do cadastro técnico dos trechos executados	3	1	67%	2	1	50%
Rastreabilidade entre ligação domiciliar, economia e rede coletora	7	2	71%	2	1	50%
Elaboração dos croquis de medição	4	1	75%	2	1	50%
Disponibilização de informações para gestão (dashboards)	N/A	0,5	-	N/A	1	-
Total	**20**	**7**	**65%**	**11**	**7**	**36%**

Fonte: elaboração própria (2026).

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O GERA demonstrou que a integração do ecossistema ArcGIS aos processos de gestão, produção e cadastro técnico de obras lineares representa um avanço significativo em relação aos métodos convencionais baseados em controles fragmentados, planilhas e processamento manual de informações. A combinação entre coleta geoespacial de alta precisão, automação de fluxos de trabalho, integração entre equipes e disponibilização de dados em tempo real transformou o cadastro técnico de uma atividade predominantemente documental em um processo contínuo de gestão da informação.

Os resultados obtidos evidenciam ganhos expressivos na qualidade dos dados, na rastreabilidade dos ativos implantados, na redução dos prazos de processamento cadastral e na integração entre os diversos setores envolvidos na execução do empreendimento. Além disso, a centralização das informações em uma base geoespacial única permitiu ampliar a transparência do processo, fortalecer a colaboração entre as equipes e reduzir significativamente os riscos associados a inconsistências cadastrais e retenções contratuais.

A experiência adquirida ao longo do desenvolvimento e implantação da solução demonstra que a metodologia proposta pode ser adaptada, não se limitando a obras de esgotamento sanitário. O modelo pode ser aplicado em qualquer empreendimento de infraestrutura que demande controle operacional e cadastral distribuído em extensas áreas geográficas, como obras de abastecimento de água, distribuição de gás, redes de energia elétrica, telecomunicações, drenagem urbana e demais projetos que envolvam a implantação e gestão de ativos georreferenciados.

A robustez e flexibilidade da arquitetura desenvolvida já vêm sendo comprovadas em sua aplicação atual em obras de abastecimento e distribuição de água, onde o mesmo conceito está sendo empregado mediante adequações pontuais dos formulários, regras de negócio e processos de coleta, mantendo integralmente a estrutura tecnológica e os fluxos de automação implementados no projeto original.

Outro aspecto recomendado para futuras implantações é a adoção de modelos colaborativos de compartilhamento das informações com o cliente contratante durante toda a execução da obra. A disponibilização dos dados em ambiente geoespacial compartilhado permite que a fiscalização e as equipes técnicas da concessionária acompanhem diariamente a evolução dos cadastros, realizem análises paralelas ao processo construtivo e validem as informações à medida que são produzidas em campo. Essa abordagem reduz retrabalhos, antecipa a identificação de inconsistências e promove maior alinhamento entre contratante e contratada.

Adicionalmente, a integração dos dados produzidos pela obra aos sistemas corporativos de informações geográficas das concessionárias possibilita que os ativos implantados passem a ser incorporados gradualmente às bases operacionais da empresa ainda durante a fase de execução do empreendimento. Dessa forma, as informações deixam de ser entregues apenas ao término do contrato e passam a gerar valor contínuo para o cliente, apoiando análises técnicas, planejamento operacional, gestão patrimonial e processos de tomada de decisão ao longo de todo o ciclo de vida do projeto.

Por fim, conclui-se que a utilização integrada de tecnologias GIS, associada à automação dos processos de campo e à gestão centralizada das informações, representa um caminho consistente para a modernização dos empreendimentos de infraestrutura, contribuindo para o aumento da eficiência operacional, da qualidade dos cadastros técnicos e da governança dos dados produzidos durante a execução das obras.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só foi possível graças ao apoio e à colaboração de diversas pessoas que contribuíram direta e indiretamente para seu desenvolvimento.

Agradeço ao Joanderson pela dedicação e contribuição no desenvolvimento do aplicativo de Cadastro Técnico, ferramenta que se tornou peça fundamental para a execução e os resultados alcançados neste projeto.

Meu sincero reconhecimento à equipe de Geoprocessamento da DP Barros, formada por Olivia, Maria Beatriz, Leonardo e Letícia, pelo comprometimento, profissionalismo e constante colaboração ao longo de todas as etapas do trabalho.

Ao Diretor de Saneamento, Rodrigo, agradeço pela confiança na equipe e pelo incentivo à adoção de novas tecnologias e soluções inovadoras. À Gerente Monique, expresso minha gratidão pelas valiosas contribuições, ideias e sugestões que auxiliaram no aprimoramento contínuo dos processos e da ferramenta desenvolvida.

Agradeço à Coordenadora da Obra, Beatriz, pelo empenho na implementação da solução junto às equipes de campo, garantindo sua efetiva aplicação e integração às atividades operacionais.

Por fim, agradeço a todos os profissionais que participaram deste projeto e da obra, contribuindo para sua execução e sucesso. Registro um agradecimento especial à Katia, que acompanhou de perto todas as etapas do desenvolvimento e implantação da ferramenta, oferecendo apoio constante e desempenhando papel fundamental para a concretização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **ESRI BRASIL.** *ArcGIS Survey123: documentação técnica.* Disponível em: https://survey123.arcgis.com. Acesso em: maio 2026.
2. **ESRI.** *ArcGIS Pro: documentação do produto – ModelBuilder.* Redlands: ESRI, 2024. Disponível em: https://pro.arcgis.com/en/pro-app/help/analysis/geoprocessing/modelbuilder/what-is-modelbuilder.htm. Acesso em: maio 2026.
3. **SABESP – COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO.** *Norma Técnica SABESP NTS 181: cadastro de redes de água e esgotos.* São Paulo: SABESP, 2022.