DA PREVISÃO À AÇÃO: CRIAÇÃO DE VALOR PÚBLICO POR MEIO DA GESTÃO ÁGIL DE UM SISTEMA PREDITIVO DE ALAGAMENTOS EM SANTO ANDRÉ

FROM FORECAST TO ACTION: CREATING PUBLIC VALUE THROUGH AGILE MANAGEMENT OF A FLOOD PREDICTION SYSTEM IN SANTO ANDRÉ

MURILO ZANINI DE CARVALHO
UNINOVE – UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

RODRIGO MANGONI NICOLA

ÉRICO LUCAS MARQUES

TIAGO SANCHES DA SILVA

Comunicação:
O XIV SINGEP foi realizado em conjunto com a 14th Conferência Internacional do CIK (CYRUS Institute of Knowledge) e com a SPARK (Society for Promoting Academic Research and Knowledge), em formato híbrido, com sede presencial na UNINOVE - Universidade Nove de Julho, no Brasil.

Agradecimento à orgão de fomento:
Agradecemos a CAF e a prefeitura de Santo André pelo apoio durante o desenvolvimento do projeto.

DA PREVISÃO À AÇÃO: CRIAÇÃO DE VALOR PÚBLICO POR MEIO DA GESTÃO ÁGIL DE UM SISTEMA PREDITIVO DE ALAGAMENTOS EM SANTO ANDRÉ

Objetivo do estudo
Analisar como gestão de projetos, Kanban combinado com Scrum e formação de equipe interorganizacional transformaram dados e predição de alagamentos em capacidade de decisão e valor público para a Defesa Civil de Santo André.

Relevância/originalidade
O relato desloca o foco do algoritmo para os mecanismos gerenciais que conectam dados, usuários, visualização, governança e ação preventiva, oferecendo conhecimento prescritivo para inovação climática em governos locais.

Metodologia/abordagem
Relato técnico baseado em observação participante e análise documental, com triangulação de registros do projeto, fontes oficiais municipais, documentos de financiadores, literatura científica e evidências públicas do trabalho de campo.

Principais resultados
A intervenção foi incorporada ao monitoramento municipal, organizou informações por sub-bacia e apoiou rotinas de planejamento preventivo. Os resultados são apresentados qualitativamente, sem métricas de melhoria, desempenho ou impacto não verificadas.

Contribuições teóricas/metodológicas
Integra valor público, realização de benefícios, governo ágil e sistemas de alerta centrados nas pessoas em uma cadeia que relaciona dados, aprendizagem, tradução, decisão, ação e retroalimentação operacional.

Contribuições sociais/para a gestão
Propõe sete princípios replicáveis para municípios: começar pela decisão, cocriar com operadores, qualificar dados territoriais, testar incrementos, explicar incertezas, medir a cadeia completa e planejar sustentação e transferência.

Palavras-chave: valor público, gestão ágil de projetos, defesa civil, sistemas de alerta, resiliência climática

FROM FORECAST TO ACTION: CREATING PUBLIC VALUE THROUGH AGILE MANAGEMENT OF A FLOOD PREDICTION SYSTEM IN SANTO ANDRÉ

Study purpose
To analyze how project management, Kanban combined with Scrum, and interorganizational team development turned flood data and prediction into decision capability and public value for Santo André Civil Defense.

Relevance / originality
The report shifts attention from the algorithm to managerial mechanisms connecting data, users, visualization, governance and preventive action, offering prescriptive knowledge for climate innovation in local government.

Methodology / approach
Technical report based on participant observation and documentary analysis, triangulating project records, official municipal sources, funder documents, scientific literature and public evidence from fieldwork.

Main results
The intervention was embedded in municipal monitoring, organized information by sub-basin and supported preventive planning routines. Results are reported qualitatively, without unverified metrics of improvement, performance or impact.

Theoretical / methodological contributions
It integrates public value, benefits realization, agile government and people-centered warning systems into a chain linking data, learning, translation, decision, action and operational feedback.

Social / management contributions
It proposes seven transferable principles: start from the decision, co-design with operators, qualify territorial data, test increments, explain uncertainty, measure the whole chain, and plan sustainability and transfer.

Keywords: public value, agile project management, civil defense, early warning systems, climate resilience

DA PREVISÃO À AÇÃO: CRIAÇÃO DE VALOR PÚBLICO POR MEIO DA GESTÃO ÁGIL DE UM SISTEMA PREDITIVO DE ALAGAMENTOS EM SANTO ANDRÉ

1 INTRODUÇÃO

Eventos de chuva intensa impõem aos governos locais um problema de decisão sob tempo escasso, informação incompleta e elevada responsabilidade pública. Em Santo André, município densamente urbanizado da Região Metropolitana de São Paulo, alagamentos e inundações afetam a mobilidade, a continuidade de serviços, o patrimônio e, sobretudo, a segurança das pessoas. A Defesa Civil já combinava estações meteorológicas, pluviômetros, radares, câmeras, registros de ocorrências e conhecimento acumulado por suas equipes. O desafio não era simplesmente obter mais dados, mas transformar sinais dispersos em uma leitura territorial compreensível, antecipada e útil para priorizar locais, mobilizar equipes e orientar alertas.

Nesse contexto, a Prefeitura de Santo André e a empresa Gitly desenvolveram uma solução de predição de alagamentos no âmbito do Programa Sanear Santo André, financiado pelo CAF, Banco de Desenvolvimento da América Latina e do Caribe, originalmente denominado Corporação Andina de Fomento. A intervenção foi coordenada pelo Departamento de Proteção e Defesa Civil e passou por fases de mapeamento, qualificação de informações, construção de versões iniciais, refinamento da visualização e expansão. A documentação pública registra integração de dados meteorológicos e históricos, visualização por bacias hidrográficas e uso do painel no centro municipal de monitoramento (Ministério do Planejamento e Orçamento [MPO], 2026; Prefeitura de Santo André, 2025a, 2026a).

O caso é relevante porque o artefato preditivo, isoladamente, não produz proteção. Seu valor emerge quando servidores confiam no sinal, compreendem sua incerteza, conectam-no a protocolos, registram os resultados e aprendem com os eventos seguintes. Por isso, este relato não descreve algoritmos ou componentes computacionais em detalhe. A unidade de análise é a intervenção gerencial que converteu dados e modelos em capacidade operacional. A pergunta orientadora é: como práticas de gestão de projetos, desenvolvimento ágil e formação de uma equipe interorganizacional contribuíram para criar valor público com o uso de predição de alagamentos em Santo André?

O objetivo foi analisar como a intervenção articulou problema público, usuários, ciclos de aprendizagem, visualização da informação e governança para ampliar a capacidade preventiva da Prefeitura e da Defesa Civil. Como contribuição prescritiva, propõe-se um modelo replicável para municípios que desejem adotar soluções semelhantes sem reduzir a transformação a uma compra de tecnologia.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Valor público e realização de benefícios

Em organizações públicas, valor não pode ser equiparado apenas à eficiência interna ou à entrega de um produto contratado. A governança de valor público considera resultados socialmente desejáveis, legitimidade, capacidade operacional e colaboração entre governo, empresas, academia e cidadãos (Bryson, Crosby, & Bloomberg, 2014). Tecnologias digitais podem ampliar efetividade, transparência, capacidade de resposta e segurança, mas também podem deslocar prioridades ou criar opacidade; portanto, seu valor depende das escolhas de implementação e dos valores administrativos que elas passam a sustentar (Bannister & Connolly, 2014).

Essa distinção separa entregáveis de benefícios. Um painel, uma base organizada e um modelo são produtos do projeto; antecedência decisória, melhor coordenação, alertas mais úteis

e redução de exposição são benefícios pretendidos. A gestão de realização de benefícios conecta iniciativas às estratégias e evidencia que o sucesso de projetos depende de criar valor além do cumprimento de prazo e orçamento (Serra & Kunc, 2015).

O benefício público também é relacional. A informação ganha valor quando diferentes atores a interpretam de maneira suficientemente compartilhada para coordenar ações (Bryson, Crosby, & Bloomberg, 2014). Uma indicação de risco por sub-bacia deve fazer sentido para quem monitora, para quem desloca uma equipe, para a área de drenagem e para quem comunica o alerta. A realização de benefícios, portanto, requer responsabilidade definida, acompanhamento sistemático e capacidade institucional para sustentar o resultado após a entrega técnica (Serra & Kunc, 2015).

2.2 Agilidade, cocriação e equipes interorganizacionais

Abordagens ágeis favorecem entregas incrementais, revisão frequente de hipóteses e incorporação rápida de feedback. No setor público, sua contribuição não se limita ao desenvolvimento de software: agilidade pode ser entendida como um conjunto de rotinas que torna equipes mais responsivas a necessidades mutáveis e inclui usuários internos desde o início, evitando que uma solução extensa seja avaliada apenas no final (Mergel, Ganapati, & Whitford, 2021). Essa lógica é particularmente adequada a problemas climáticos, nos quais dados, eventos e restrições operacionais mudam durante o projeto.

Abordagens ágeis favorecem o trabalho em incrementos menores, a revisão frequente do que foi produzido e a incorporação imediata de feedback, reduzindo o risco de que inadequações sejam percebidas apenas ao final do projeto (Mergel, Ganapati, & Whitford, 2021). No setor público, sua contribuição não se limita ao desenvolvimento de software: a agilidade pode ser compreendida como um conjunto de rotinas e processos incorporados às estruturas formais de trabalho para tornar as equipes mais flexíveis e responsivas às necessidades públicas. Em contextos marcados por informação incompleta, restrições mutáveis e necessidade de resposta, essa lógica permite revisar hipóteses e prioridades à medida que novas evidências se tornam disponíveis (Mergel, Ganapati, & Whitford, 2021; Janssen & van der Voort, 2016).

A aplicação pública da agilidade, entretanto, requer adaptação institucional, pois a capacidade de responder rapidamente precisa ser equilibrada com estabilidade administrativa e prestação de contas (Janssen & van der Voort, 2016). Ciclos curtos não significam ausência de planejamento, mas planejamento progressivo: os objetivos de valor orientam o projeto, enquanto hipóteses, prioridades e formas de apresentação são revistas com base nas evidências produzidas em cada ciclo. Demonstrações frequentes, registros das decisões e retrospectivas contribuem para a transparência, a rastreabilidade e a aprendizagem organizacional (Mergel, Ganapati, & Whitford, 2021). A equipe aprende ao transformar dúvidas operacionais em itens de trabalho, avaliar versões intermediárias e revisar aquilo que não demonstrou utilidade para os usuários.

Projetos dessa natureza também exigem equipes capazes de atravessar fronteiras profissionais e integrar conhecimentos distintos. A diversidade de conhecimentos amplia as perspectivas disponíveis para a inovação, mas também cria desafios de comunicação, interpretação e coordenação entre especialistas (Edmondson & Harvey, 2018).

2.3 Sistemas de alerta como capacidades sociotécnicas

Sistemas de alerta eficazes são ponta a ponta e centrados nas pessoas. A agenda Early Warnings for All organiza essa capacidade em conhecimento do risco; detecção, observação, monitoramento, análise e previsão; disseminação e comunicação; e preparação para responder

(United Nations Office for Disaster Risk Reduction [UNDRR], 2024). Logo, boa previsão é condição necessária, mas insuficiente. O alerta deve ser compreensível, chegar a quem pode agir e estar ligado a respostas preparadas e testadas.

Experiências operacionais de previsão de cheias confirmam essa visão sistêmica. O sistema descrito por Metzger et al. (2022), por exemplo, integra validação de dados, previsão, modelagem de inundação e distribuição de alertas. Nearing et al. (2024) mostram potencial de escala da inteligência artificial, mas ressaltam a dependência de dados hidrológicos. Para o ambiente urbano municipal, a lição central é gerencial: a cadeia precisa conter mecanismos de qualidade, interpretação local, comunicação e acompanhamento do resultado, e não apenas um componente preditivo.

A Figura 1 apresenta uma síntese autoral fundamentada na perspectiva dos sistemas de alerta ponta a ponta e centrados nas pessoas, na aprendizagem iterativa durante a intervenção e na governança de valor público (UNDRR, 2024; Sein et al., 2011; Bryson, Crosby, & Bloomberg, 2014). No modelo proposto, dados e conhecimento operacional alimentam a aprendizagem conjunta; os resultados são traduzidos para uma linguagem territorial capaz de apoiar decisões; e essas decisões são orientadas à produção de valor público. O retorno da operação fecha o ciclo, permitindo revisar critérios, fontes e visualizações, em consonância com a necessidade de mecanismos de retroalimentação nos sistemas de alerta (UNDRR, 2024).



Figura 1 – Cadeia sociotécnica de criação de valor público.
Fonte: Elaborada pelos autores com base em UNDRR (2024), Sein et al. (2011) e Bryson, Crosby e Bloomberg (2014).

3 METODOLOGIA

3.1 Desenho do estudo, delimitação do caso e unidade de análise

Este trabalho adota uma abordagem qualitativa e retrospectiva, estruturada como relato técnico de um caso único e delimitado de intervenção gerencial e tecnológica em organização pública. A elaboração segue a lógica de produção de conhecimento prescritivo proposta por Biancolino, Kniess, Maccari e Rabechini Jr. (2012) e Martens, Pedron e Oliveira (2021). A delimitação como caso único permite examinar a intervenção em seu contexto organizacional, preservando a relação entre decisões, atores, artefatos e condições institucionais (Yin, 2018).

O caso corresponde ao desenvolvimento e à incorporação de uma solução de predição de alagamentos pela Prefeitura de Santo André e pela Defesa Civil, no âmbito do Programa Sanear Santo André. O recorte temporal compreende o início documentado da intervenção, em agosto de 2023, e os registros de institucionalização e expansão publicados até 2026. O recorte organizacional abrange a Defesa Civil, as áreas municipais relacionadas, a equipe de desenvolvimento e os parceiros institucionais mencionados nas fontes.

A unidade de análise não é o modelo computacional isoladamente, mas o processo pelo qual uma demanda operacional da Defesa Civil foi transformada em um serviço de apoio à decisão. Foram consideradas como subunidades analíticas: as práticas de gestão do projeto; os ciclos de desenvolvimento e aprendizagem; a participação dos usuários; a tradução dos resultados para uma linguagem territorial; a integração da solução às rotinas municipais; e as condições de sustentação e transferência. O artefato computacional é, portanto, tratado como parte de um arranjo sociotécnico composto por pessoas, dados, rotinas, infraestrutura, comunicação e governança.

A reconstrução foi inspirada na lógica da *Action Design Research*, especialmente nos princípios de formulação do problema a partir da prática, construção e avaliação em situação real, influência recíproca entre participantes e aprendizagem durante a intervenção (Sein et al., 2011). Não se afirma, entretanto, que o projeto tenha aplicado integralmente um protocolo formal de *Action Design Research* desde sua concepção; seus princípios foram utilizados como lente para interpretar retrospectivamente a intervenção.

3.2 Constituição do corpus e critérios de seleção das fontes

O corpus foi constituído por seleção intencional de fontes diretamente relacionadas ao desenvolvimento, ao uso institucional ou ao contexto da solução. A análise documental foi conduzida como procedimento sistemático de localização, exame, comparação e interpretação de documentos impressos e eletrônicos, considerando tanto seu conteúdo quanto sua origem, finalidade e limitações (Bowen, 2009).

As fontes ligadas diretamente ao projeto incluíram registros e documentação da solução, artefatos do repositório, bases e relatórios de ocorrências e chuva e, quando disponíveis, registros de planejamento, versionamento e acompanhamento das atividades. As observações dos profissionais que participaram do desenvolvimento foram utilizadas como evidências experienciais sobre decisões, práticas de gestão e interação com os usuários.

As fontes institucionais e públicas incluíram páginas da Defesa Civil sobre monitoramento climático e informação geográfica; notícias da Prefeitura; ficha do Prêmio Seaid Antônio Sabino publicada pelo Ministério do Planejamento e Orçamento; publicação do CAF; documentação do projeto RESCUE disponibilizada pela *Royal Academy of Engineering*; e o registro público da visita de campo realizada em 17 de junho de 2025. Essa visita reuniu representantes da Defesa Civil, da Gitly e pesquisadoras internacionais em áreas sujeitas a

alagamentos e deslizamentos (Valdo, 2025; Prefeitura de Santo André, 2025b; Royal Academy of Engineering, n.d.).

Foram incluídas fontes que atendiam a pelo menos um dos seguintes critérios: relação direta com uma etapa da intervenção; identificação de autoria ou instituição responsável; possibilidade de localização e consulta; registro de uma prática, decisão, entrega, uso ou condição de contexto; ou capacidade de confirmar, complementar ou contestar outra evidência. Foram excluídos conteúdos duplicados, afirmações sem origem identificável e dados quantitativos de desempenho cuja definição, período ou procedimento de verificação não estivessem disponíveis.

Para organizar o corpus, cada fonte foi registrada em uma matriz de evidências contendo: identificação e data; autoria ou instituição; tipo de documento; etapa da intervenção à qual se referia; atores envolvidos; prática ou decisão registrada; entrega ou capacidade relacionada; contribuição para a análise; e limitações da evidência. Essa matriz constituiu o encadeamento entre as fontes consultadas e as interpretações apresentadas no relato.

3.3 Procedimento de análise, triangulação e critérios de interpretação

A análise foi realizada em cinco etapas. Primeiro, as evidências foram ordenadas cronologicamente para reconstruir a trajetória da intervenção: mapeamento e aquisição de dados; qualificação conjunta; construção de versões iniciais; refinamento da visualização; expansão; trabalho de campo; e institucionalização. A cronologia permitiu relacionar cada etapa às incertezas enfrentadas, às decisões tomadas e às entregas produzidas.

Segundo, foi realizada uma leitura descritiva do corpus. Para cada evidência, foram extraídos os seguintes elementos: situação ou necessidade mencionada; ator envolvido; ação ou prática realizada; artefato ou entrega relacionada; utilização documentada; consequência organizacional observável; e limitação da fonte. Essa etapa separou o conteúdo efetivamente registrado nos documentos das interpretações formuladas pelos autores.

Terceiro, as evidências foram classificadas em quatro categorias analíticas definidas a partir da pergunta de pesquisa e do referencial teórico: a) alinhamento ao problema público; b) práticas de gestão e aprendizagem; c) conversão de entregas em capacidade operacional; e d) sustentabilidade e replicabilidade. Na primeira categoria foram examinadas a demanda da Defesa Civil, a decisão que se pretendia apoiar e a conexão com o território. Na segunda foram analisados o uso combinado de Kanban e Scrum, os ciclos incrementais, as demonstrações e o feedback. Na terceira foram examinadas a visualização por sub-bacia, a integração ao monitoramento e as formas de utilização institucional. Na quarta foram considerados governança, qualidade e disponibilidade dos dados, documentação, responsabilidades e condições de transferência.

Quarto, realizou-se a triangulação entre registros do projeto, documentos municipais, publicações de organismos externos e observações dos participantes. Cada afirmação relevante foi classificada como: evidência convergente, quando confirmada por fontes de origens diferentes; evidência de fonte única, quando registrada somente por um documento ou pelos participantes; interpretação dos autores, quando resultante da articulação entre evidências; ou evidência divergente, quando as fontes apresentavam informações incompatíveis. Afirmações baseadas apenas na experiência dos participantes foram identificadas como tais e não apresentadas como confirmação independente.

Quinto, as evidências foram organizadas em uma cadeia interpretativa formada por prática gerencial, entrega intermediária, capacidade organizacional e valor público pretendido. Por exemplo, o uso de ciclos incrementais foi relacionado à produção de versões demonstráveis; as versões foram relacionadas à possibilidade de obtenção de feedback; e o feedback foi

relacionado à capacidade de tornar a informação mais compreensível para a decisão. Essa cadeia não representa demonstração de causalidade estatística, mas uma explicação fundamentada dos mecanismos pelos quais a intervenção buscou produzir valor.

Não foram utilizadas métricas quantitativas de melhoria, desempenho ou impacto, pois não houve verificação independente que permitisse atribuir ganhos ao projeto. Os resultados são apresentados como evidências qualitativas de adoção, integração à rotina, aprendizagem e apoio à decisão. Divergências entre fontes, como diferentes contagens de equipamentos, foram registradas como limitações e não utilizadas como indicadores centrais. A transferibilidade das conclusões é analítica: os princípios podem orientar outros municípios, mas sua aplicação depende da adaptação aos dados, riscos, capacidades e estruturas de governança de cada contexto.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Santo André, a Defesa Civil e a situação-problema

A Defesa Civil de Santo André opera em um ecossistema informacional amplo. O município declara utilizar estações meteorológicas, pluviômetros, radar do Sistema de Alerta de Inundações de São Paulo, rede telemétrica, imagens de satélite, modelos meteorológicos, câmeras e observadores locais. Alertas são dirigidos à população, a Núcleos Comunitários de Proteção e Defesa Civil e a equipes de emergência (Defesa Civil de Santo André, 2026a). O Sistema de Informações Geográficas Andreense reúne estações, pluviometria, suscetibilidade, áreas de risco e ocorrências históricas, dando base territorial à análise (Defesa Civil de Santo André, 2026b).

O volume de fontes representava simultaneamente ativo e problema. Leituras possuíam coberturas, granularidades e qualidades distintas; ocorrências registravam a resposta institucional, mas nem sempre o fenômeno físico; e chuvas intensas variavam dentro do próprio município. A equipe precisava responder onde o risco se concentrava, com que antecedência e qual ação seria justificável. A situação-problema foi, portanto, formulada como déficit de integração e interpretação para decisão, não como ausência de dados.

A solução passou a compor o programa Sanear Santo André, iniciativa de saneamento, mobilidade e infraestrutura financiada pelo CAF. A Prefeitura informou que o painel foi integrado ao Centro de Monitoramento de Riscos, exibindo bacias e níveis de alerta, com utilidade também para manutenção preventiva e corretiva da drenagem (Prefeitura de Santo André, 2025a). Em 2026, a estrutura evoluiu para o Centro de Gerenciamento de Riscos e Desastres, no qual o sistema preditivo passou a coexistir com radares, estações, sensores, câmeras e gestão digital de ocorrências (SEMASA, 2026). Isso indica institucionalização progressiva, e não uma prova de conceito isolada.

4.2 A jornada de construção orientada a valor

A ficha do Ministério do Planejamento permite reconstruir a intervenção em ciclos. Entre agosto e novembro de 2023 ocorreu o mapeamento e a aquisição de dados, com identificação de fontes, estruturação de armazenamento e tratamento inicial. Entre janeiro e fevereiro de 2024, dados foram analisados e qualificados conjuntamente com a Prefeitura, bases meteorológicas regionais foram ampliadas e inconsistências foram corrigidas. Entre abril e junho de 2024, modelos iniciais e integrações foram validados; de agosto a dezembro, houve

refinamento dos modelos e da visualização. Em 2025, a agenda avançou para expansão, incorporação de novas bases e trabalho de campo; sustentabilidade e replicabilidade permaneceram em andamento (MPO, 2026).

Gerencialmente, cada fase reduziu uma incerteza diferente. O primeiro ciclo respondeu "que evidências existem e quem as controla?". O segundo, "essas evidências representam o território de modo confiável?". O terceiro, "é possível produzir um sinal suficientemente útil?". O quarto, "o usuário consegue interpretar e agir?". A expansão passou a perguntar "como manter, aprender e transferir?". Essa sequência é coerente com a entrega incremental: um produto mínimo não foi definido como a versão com menos funções, mas como a menor entrega capaz de testar uma hipótese de valor com a Defesa Civil.

A Figura 2 explicita essa jornada. Seu principal ensinamento é que qualificação de dados, construção de equipe e desenho da experiência ocorreram em paralelo. O desenvolvimento não seguiu uma passagem linear de requisitos fechados para produto terminado; a compreensão do problema foi refinada pelas próprias versões e por eventos reais.



Figura 2 – Jornada iterativa da intervenção e valor de cada ciclo.
Fonte: Elaborada pelos autores com base em MPO (2026).

Tabela 1 – Ciclos da intervenção e aprendizagem gerencial

Período	Foco do ciclo	Aprendizagem/valor testado
Ago.–nov. 2023	Mapeamento e aquisição	Visibilidade das fontes, responsáveis e lacunas.
Jan.–fev. 2024	Qualificação conjunta	Aderência dos dados ao território e à operação municipal.
Abr.–jun. 2024	Versões iniciais	Viabilidade de produzir um sinal validável por bacia.
Ago.–dez. 2024	Refinamento e visualização	Compreensão, confiança e utilidade para decisão.
2025	Expansão e campo	Novas bases, trabalho de campo e aproximação das comunidades.
2026	Institucionalização	Integração ao CGRD, governança e replicabilidade.

Fonte: Elaborada pelos autores com base em MPO (2026) e Prefeitura de Santo André (2025b, 2026a).

4.3 Práticas de gestão do projeto e desenvolvimento da equipe

O desenvolvimento das atividades combinou Kanban e Scrum. O Kanban deu visibilidade ao fluxo de trabalho, às prioridades e aos impedimentos, enquanto o Scrum estruturou ciclos incrementais de planejamento, desenvolvimento e revisão. A combinação permitiu ajustar o trabalho à disponibilidade de dados e ao retorno da Defesa Civil sem perder uma visão compartilhada do que estava em andamento. Essa prática é registrada pelos participantes do projeto e complementa a reconstrução documental da intervenção.

A primeira prática foi manter o problema operacional visível. Itens de trabalho eram orientados a perguntas da Defesa Civil: área, horizonte, nível de atenção, evidência e ação possível; e não a componentes tecnológicos. Essa escolha favoreceu conversas entre especialistas com linguagens diferentes e reduziu o risco de otimizar uma métrica sem utilidade. O patrocinador público preservou legitimidade e acesso aos usuários; a equipe técnica assumiu rastreabilidade e experimentação; e os operadores atuaram como avaliadores da utilidade.

A segunda prática foi trabalhar com ciclos demonstráveis. Versões sucessivas permitiram revisar fontes, regionalização, faixas de risco e forma de apresentação. A demonstração funcionou como objeto de fronteira: mapa, cartão de risco e histórico tornaram divergências concretas, possibilitando que técnicos municipais questionassem o significado do resultado sem dominar o método computacional. Feedback deixou de ser opinião abstrata e passou a ser comparação entre sinal, contexto observado e ação desejada.

A terceira prática foi desenvolver segurança para expor incertezas. Em predição de eventos raros, esconder limitações cria confiança frágil. A documentação técnica reconhece que chamados são aproximações imperfeitas do alagamento, que a chuva varia espacialmente e que nem todo erro aparente decorre do modelo. Ao explicitar teto informacional, diferenças entre ocorrência e severidade e necessidade de validação temporal, a equipe transformou incerteza em agenda de melhoria. Isso fortalece o uso responsável: o sistema apoia o julgamento, não o substitui.

A quarta prática foi conectar aprendizagem digital e aprendizagem de campo. A visita de junho de 2025 levou integrantes do projeto e pesquisadoras às áreas de risco e a comunidades periféricas. Esse contato ajuda a confrontar categorias de dados com drenagem, ocupação, acessibilidade e vulnerabilidade, além de aproximar o projeto RESCUE, voltado à gestão de riscos em assentamentos informais e à integração de IA e sensoriamento remoto (Royal Academy of Engineering, n.d.). A equipe torna-se mais competente quando compreende as consequências humanas de seus indicadores.

Por fim, o projeto ampliou sua rede de legitimidade. A parceria entre Prefeitura e empresa foi inserida em programa financiado pelo CAF, banco multilateral de desenvolvimento, dialogou com pesquisadores e recebeu reconhecimentos em 2024, 2025 e 2026. Prêmios não provam impacto por si sós, mas funcionaram como mecanismos de visibilidade, prestação de contas e disseminação. O reconhecimento federal destacou pioneirismo, implantação ágil e potencial de replicação; o CAF registrou a menção honrosa recebida pela iniciativa (CAF, 2026).

4.4 Do processamento à decisão: a arquitetura de valor

O processamento pode ser descrito em quatro movimentos gerenciais. Primeiro, reunir e qualificar: séries de chuva, previsões, ocorrências e território foram organizados por uma unidade de decisão compreensível — as bacias hidrográficas. Segundo, aprender e confrontar: padrões históricos foram comparados a eventos, erros e conhecimento local. Terceiro, traduzir:

resultados foram apresentados como níveis de risco, mapas e sínteses, reduzindo carga cognitiva. Quarto, retroalimentar: registros de chamados, observações de campo e feedback passaram a sustentar revisão contínua. Essa descrição preserva o rigor sem transformar o relato em manual de algoritmo.

A tela é um ponto crítico de realização de benefício. Percentuais sem contexto podem induzir falsa precisão; mapas sem ação podem apenas transferir carga ao operador. O desenho deve responder, em uma mesma leitura, "onde?", "quão urgente?", "por quê?" e "o que conferir agora?". A Figura 3 apresenta um protótipo conceitual baseado nas funções documentadas no repositório: risco por bacia, síntese, mapa, chamados e feedback; e não uma reprodução de tela oficial. O objetivo é demonstrar como o produto pode comunicar o encadeamento entre sinal e resposta.



Figura 3 – Protótipo conceitual de uma tela orientada à decisão operacional.
Fonte: Elaborada pelos autores com base nas funções documentadas da solução; não representa tela oficial.

4.5 Resultados, valor entregue e limites de mensuração

Os resultados considerados neste relato são qualitativos. As fontes públicas registram a integração do sistema ao monitoramento municipal, a organização das informações por sub-bacia e seu uso como apoio ao planejamento preventivo. Entretanto, não foi realizada verificação independente de métricas de melhoria, desempenho ou impacto; por isso, o trabalho não apresenta percentuais de assertividade, alcance, antecedência ou redução de danos como resultados comprovados.

A Prefeitura relatou episódios nos quais sinais do sistema foram utilizados para orientar atenção preventiva em áreas sujeitas a alagamento (Prefeitura de Santo André, 2026a). Esses registros ajudam a compreender o uso pretendido, mas não permitem, isoladamente, estimar ganho de desempenho ou estabelecer relação causal entre o sistema e os resultados da resposta. A contribuição analisada é a criação de uma capacidade organizacional de reunir evidências, interpretar o território e apoiar decisões.

Há resultados organizacionais igualmente importantes. O sistema foi incorporado ao ambiente de monitoramento, passou a dialogar com drenagem e ocorrências, e ganhou rotinas de feedback e documentação. Em 2026, o novo CGRD reuniu o sistema preditivo a um videowall, estações de trabalho, câmeras e gestão digital de ocorrências, reforçando capacidade de acompanhar cenários e apoiar decisões (SEMASA, 2026). A criação de valor aparece como nova capacidade composta: dados mais inteligíveis, equipe preparada, infraestrutura, comunicação e governança.

Cabe destacar que ainda persistem limitações. A disponibilidade e a confiabilidade de dados por sub-bacia foram apontadas pelo próprio MPO como desafio de continuidade e replicação. Eventos críticos são raros; registros de chamados são influenciados por cobertura, presença de pessoas e classificação; e mudanças em drenagem alteram relações históricas. A ferramenta também precisa ser avaliada quanto a falsos alertas, alarmes perdidos, antecedência útil, adesão do operador e resultado da resposta. Em vez de prometer automação plena, o caso recomenda operação assistida, monitoramento e revisão.

4.6 Projetos relacionados e condições para escala

A comparação com iniciativas relacionadas ajuda a separar solução transferível de contexto local. O Centro de Gerenciamento de Emergências de São Paulo combina radar, rede telemétrica, estações, modelos e observadores, sustentado por plantão contínuo e comunicação com trânsito, Defesa Civil e subprefeituras (CGE, n.d.). A lição é que integração tecnológica exige desenho de turnos, papéis e canais. Em Niterói, projetos de monitoramento foram testados por sandbox e parceria com universidade, câmeras e órgãos operacionais, demonstrando o valor de provas em ambiente real antes de escalar (Prefeitura de Niterói, n.d.).

Em escala internacional, sistemas do Google integraram validação, previsão, modelagem e distribuição de alertas, alcançando grandes populações em contextos de cheias fluviais (Metzger et al., 2022; Nearing et al., 2024). A diferença de fenômeno e escala impede copiar modelos, mas confirma uma arquitetura ponta a ponta e a importância da qualidade dos dados. Santo André acrescenta uma contribuição municipal: regionalizar por bacia, combinar conhecimento de operação e construir a solução dentro de uma rede pública já existente.

Replicar, portanto, não significa instalar a mesma tecnologia. Significa transferir um método e adaptar dados, riscos e protocolos. O município receptor precisa definir decisão-alvo; mapear fontes e responsáveis; estabelecer unidade territorial; cocriar linguagem e limiares; testar em modo assistido; registrar eventos; avaliar benefícios; e manter governança. A Tabela 2 resume referências e fronteiras de comparação.

Tabela 2 – Projetos relacionados e lições para replicação

Referência	Contribuição observada	Limite de transferência
CGE São Paulo	Integra fontes e coordena operação contínua entre órgãos.	Escala, estrutura e regime de plantão diferem dos municípios menores.
Niterói	Usa experimentação em ambiente real e parceria com universidade.	Tecnologias e riscos locais exigem validação própria.
Google Flood Forecasting	Demonstra arquitetura ponta a ponta e escala de alertas.	Foco predominante em cheias fluviais, não alagamento urbano localizado.
Santo André	Combina bacias, conhecimento operacional, painel e ciclos de aprendizagem.	Depende de qualidade e disponibilidade de dados por sub-bacia.

Fonte: Elaborada pelos autores com base em CGE (n.d.), Prefeitura de Niterói (n.d.), Metzger et al. (2022) e MPO (2026).

4.7 Modelo prescritivo para municípios

A experiência permite propor sete princípios. Primeiro, começar pela decisão e pelo benefício, não pelo algoritmo. Segundo, criar uma equipe com autoridade pública, conhecimento de campo, dados, produto e gestão. Terceiro, organizar dados segundo uma unidade territorial operacional e registrar sua qualidade. Quarto, entregar versões pequenas que possam ser confrontadas com eventos e rotinas. Quinto, traduzir risco em informação explicável e em próximo passo, preservando o julgamento humano. Sexto, medir a cadeia completa — dado, sinal, decisão, ação e resultado. Sétimo, planejar sustentação e transferência desde o início, incluindo documentação, responsáveis, custos, interoperabilidade e formação de usuários.

Em termos de governança, recomenda-se manter um backlog de benefícios e riscos; reunião periódica de revisão com a Defesa Civil; registro de decisões de limiar e de fontes; painel de saúde dos dados; catálogo de eventos; e retrospectiva após chuvas relevantes. Cada alerta deve poder ser ligado à evidência disponível, decisão tomada e resultado observado. Esse ciclo converte operação em aprendizagem e reduz dependência de indivíduos.

Para escala regional, a unidade de coordenação deve acompanhar as bacias, e não apenas limites administrativos. A integração de informações de Mauá e São Bernardo anunciada pela Prefeitura aponta nessa direção (Prefeitura de Santo André, 2026a). Uma arquitetura replicável deve permitir que cada município preserve sua governança, compartilhe sinais e adote contratos mínimos de dados. O ativo transferível mais valioso é a capacidade de aprender conjuntamente diante de um risco comum.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O relato analisou como Santo André buscou transformar predição de alagamentos em valor público. O objetivo foi alcançado ao demonstrar que a solução não se resume a um modelo: ela combina formulação do problema, qualificação de dados, ciclos incrementais, participação da Defesa Civil, visualização, aprendizagem de campo, governança e integração à operação. As evidências públicas indicam uso de informações por sub-bacia para apoiar planejamento preventivo e incorporação da solução ao centro municipal de riscos, sem que se atribuam ganhos quantitativos de desempenho não verificados.

A principal contribuição gerencial é uma mudança de critério de sucesso. O entregável tecnológico é intermediário; sucesso é a capacidade de decidir e agir melhor. Essa mudança orienta backlog, indicadores, composição da equipe e sustentação. Teoricamente, o caso aproxima realização de benefícios, valor público, governo ágil e sistemas de alerta centrados nas pessoas. Metodologicamente, mostra que ciclos de construção, intervenção e avaliação podem produzir conhecimento prescritivo enquanto a solução amadurece.

Para outros municípios, recomenda-se começar com uma decisão concreta e um território limitado, trabalhar com dados existentes, envolver operadores desde a formulação, testar em modo assistido e expandir apenas após evidenciar benefício. O painel deve comunicar incerteza e próxima ação; o processo deve registrar feedback e manter a responsabilidade humana. Organismos de fomento e parceiros de pesquisa podem acelerar a aprendizagem, desde que papéis, propriedade dos dados, manutenção e transferência sejam explicitados.

As limitações incluem ausência de avaliação causal independente, dependência de indicadores institucionais, diferenças de qualidade das fontes e natureza evolutiva do sistema. Estudos futuros podem medir antecedência efetivamente utilizada, mudanças em tempo de mobilização, relação entre alertas e decisões, custos evitados, confiança dos operadores e percepção das comunidades. Também são relevantes avaliações intermunicipais e protocolos de dados para bacias compartilhadas. A experiência de Santo André sugere que inovação pública escalável nasce menos da sofisticação isolada e mais da capacidade coletiva de transformar evidência em ação responsável.

REFERÊNCIAS

Bannister, F., & Connolly, R. (2014). ICT, public values and transformative government: A framework and programme for research. Government Information Quarterly, 31(1), 119–128. https://doi.org/10.1016/j.giq.2013.06.002

Biancolino, C. A., Kniess, C. T., Maccari, E. A., & Rabechini Jr., R. (2012). Protocolo para elaboração de relatos de produção técnica. Revista de Gestão e Projetos, 3(2), 294–307. https://periodicos.uninove.br/gep/article/view/9467

Bryson, J. M., Crosby, B. C., & Bloomberg, L. (2014). Public value governance: Moving beyond traditional public administration and the New Public Management. Public Administration Review, 74(4), 445–456. https://doi.org/10.1111/puar.12238

Centro de Gerenciamento de Emergências Climáticas da Prefeitura de São Paulo. (n.d.). Monitoramento. Recuperado em 14 de agosto de 2026, de https://cge.prefeitura.sp.gov.br/v3/monitoramento.jsp

CAF – Banco de Desenvolvimento da América Latina e do Caribe. (2026, 6 de fevereiro). Projeto financiado pelo CAF recebe menção honrosa no 1º Prêmio Seaid. https://www.caf.com/pt/presente/noticias/projeto-financiado-pelo-caf-recebe-mencao-honrosa-em-premio-para-iniciativas-de-excelencia-com-financiamento-externo/

Defesa Civil de Santo André. (2026a). Monitoramento climático. https://portais.santoandre.sp.gov.br/defesacivil/monitoramento-climatico/

Defesa Civil de Santo André. (2026b). SIGA – Sistema de Informações Geográficas Andreense. https://portais.santoandre.sp.gov.br/defesacivil/siga-sistema-de-informacoes-geograficas-andreense/

Edmondson, A. C., & Harvey, J.-F. (2018). Cross-boundary teaming for innovation: Integrating research on teams and knowledge in organizations. Human Resource Management Review, 28(4), 347–360. https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2017.03.002

Janssen, M., & van der Voort, H. (2016). Adaptive governance: Towards a stable, accountable and responsive government. Government Information Quarterly, 33(1), 1–5. https://doi.org/10.1016/j.giq.2016.02.003

Martens, C. D. P., Pedron, C. D., & Oliveira, J. C. (2021). Diretrizes para elaboração de artigos tecnológicos, artigos aplicados ou relatos técnicos de produção com ênfase profissional. Revista Inovação, Projetos e Tecnologias, 9(2), 143–147. https://doi.org/10.5585/iptec.v9i2.21117

Mergel, I., Ganapati, S., & Whitford, A. B. (2021). Agile: A new way of governing. Public Administration Review, 81(1), 161–165. https://doi.org/10.1111/puar.13202

Metzger, A., et al. (2022). Flood forecasting with machine learning models in an operational framework. Hydrology and Earth System Sciences, 26, 4013–4032. https://doi.org/10.5194/hess-26-4013-2022

Ministério do Planejamento e Orçamento. (2026). Predição de alagamentos com uso de inteligência artificial: Programa Sanear Santo André. In Fichas de projeto – Iniciativas finalistas do 1º Prêmio Seaid Antônio Sabino. https://www.gov.br/planejamento/pt-br/assuntos/assuntos-internacionais-e-desenvolvimento/premio-seaid/fichas-de-projeto-iniciativas-finalistas-para-site-final.pdf

Nearing, G., et al. (2024). Global prediction of extreme floods in ungauged watersheds. Nature, 627, 559–563. https://doi.org/10.1038/s41586-024-07145-1

Prefeitura de Niterói. (n.d.). Desenvolvimento de sistema de monitoramento remoto em tempo real de áreas de alagamento em vias públicas. https://pdpa.niteroi.rj.gov.br/organizada-e-segura/desenvolvimento-de-sistema-de-monitoramento-remoto-em-tempo-real-de-areas-de-alagamento-em-vias-publicas-com-mitigacao-de-seus-efeitos-por-meio-de-intervencao-viaria-inteligente/

Prefeitura de Santo André. (2025a, 8 de outubro). Santo André ganha segundo prêmio internacional por uso de inteligência artificial no combate a enchentes. https://web.santoandre.sp.gov.br/portal/noticias/0/3/19522/

Prefeitura de Santo André. (2025b, 19 de junho). Santo André apresenta soluções de resiliência climática para pesquisadoras estrangeiras. https://web.santoandre.sp.gov.br/portal/noticias/0/3/18964/

Prefeitura de Santo André. (2026a, 9 de fevereiro). Projeto de IA de Santo André prevê risco de inundações e é reconhecido em premiação nacional. https://web.santoandre.sp.gov.br/portal/noticias/0/3/20027/

Royal Academy of Engineering. (n.d.). RESCUE: Recovery for Equitable Support in Climate Undermined Environments. https://raeng.org.uk/programmes-and-prizes/programmes/international-programmes/frontiers/funding/seed-funding/awardees-and-case-studies/seed-funding-awardees-empowering-resilience-integrating-innovation-sustainable-communities-and-climate-adaptation-strategies

SEMASA. (2026, 22 de junho). Santo André fortalece resiliência com novo Centro de Gerenciamento de Riscos e Desastres. https://portais.santoandre.sp.gov.br/semasa/2026/06/22/santo-andre-fortalece-resiliencia-com-novo-centro-de-gerenciamento-de-riscos-e-desastres/

Sein, M. K., Henfridsson, O., Purao, S., Rossi, M., & Lindgren, R. (2011). Action design research. MIS Quarterly, 35(1), 37–56. https://doi.org/10.2307/23043488

Serra, C. E. M., & Kunc, M. (2015). Benefits realisation management and its influence on project success and on the execution of business strategies. International Journal of Project Management, 33(1), 53–66. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2014.03.011

United Nations Office for Disaster Risk Reduction. (2024). Early warnings for all. https://www.undrr.org/early-warnings-for-all

Valdo, L. (2025, 17 de junho). Fieldwork day with the Civil Defense of Santo André [Publicação]. LinkedIn. https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:7340840315538280448/