INFORMAÇÃO & INFORMAÇÃO
DOI: 10.543/1981-8920.2026v31n3p26
eISSN 1981-8920

Mitigação de riscos de fraude em plataformas de compras públicas

um framework baseado em blockchain e smart contracts para o pregão eletrônico

Alexsandro Souza Burite
Doutorando em Difusão do Conhecimento pelo Programa de Pós-Graduação Multi-institucional (PPGDC). Facilitador na Escola Nacional de Administração Pública (ENAP) e servidor na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). Cruz das Almas, Brasil.
alexsandro.burite@ufrb.edu.br

André Luis Rocha de Souza
Doutor em Engenharia Industrial pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Docente no Instituto Federal da Bahia (IFBA). Salvador, Brasil.
profandre.ifba@gmail.com

Eduardo Oliveira Teles
Doutor em Engenharia Industrial pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Docente no Instituto Federal da Bahia (IFBA). Camaçari, Brasil
eduardo.teles@ifba.edu.br

Eduardo Manuel de Freitas Jorge
Doutor em Difusão do Conhecimento pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Docente na Universidade do Estado da Bahia (UNEB). Salvador, Brasil.
emjorge1974@gmail.com

Roberto Luiz Souza Monteiro
Doutor em Difusão do Conhecimento pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Docente na Universidade do Estado da Bahia (UNEB) e no Centro Universitário SENAI CIMATEC. Salvador, Brasil.
robertolsmonteiro@gmail.com

Resumo

Objetivo: apresentar um artefato prescritivo — sob a forma de diretrizes de boas práticas — para mitigar os riscos de fraude no macroprocesso do pregão eletrônico, fundamentado no uso integrado das tecnologias *blockchain* e *smart contracts.* **Metodologia**: pesquisa exploratória, bibliográfica, documental, qualitativa e aplicada, utilizando os procedimentos metodológicos da *Design Science (DS)* e o método *Design Science Research (DSR)* para desenvolver o artefato. Utilizou-se a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) para *benchmarking* técnico de 13 artefatos globais, estruturação em *Business Process Model and Notation (BPMN)* para mapear o fluxo procedimental da Lei de Licitações e Contratos Administrativos (LLCA) nº 14.133/2021 e os métodos dedutivo e abdutivo para formular as diretrizes. **Resultados**: identificaram-se oito pontos críticos de controle e seus respectivos riscos operacionais (variáveis de contexto) ao longo das subfases do pregão mapeado em BPMN. O resultado central materializa-se no *Framework* Prescritivo de Diretrizes de Boas Práticas, composto por oito diretrizes que utilizam imutabilidade e automação (variáveis de *design*) para reduzir as ameaças. **Conclusões**: a mitigação de riscos de fraude ocorre ao neutralizar a oportunidade no Triângulo da Fraude, convertendo vulnerabilidades em controles

resistentes a manipulações. A imutabilidade e a automação em pontos críticos permitem transitar do controle reativo para um sistema proativo em tempo real, resguardando os dados de ponta a ponta. O estudo oferece um referencial estratégico à governança das contratações, alinhado à LLCA e à ABNT NBR 17265:2026, estabelecendo a base técnica e conceitual para a validação do *framework* via Painel *Delphi* em etapas subsequentes.

Descritores: Pregão eletrônico. Governança eletrônica. Gestão de riscos. Administração pública.

Recebido em: 07.07.2026 | **Aceito em:** 31.08.2026

1 Introdução

A internet carecia de uma rede de confiança nativa que assegurasse a integridade de dados e a transferência de valor ponto a ponto sem intermediários, lacuna preenchida pelo surgimento da *blockchain* — tecnologia de registro distribuído e descentralizado — e dos *smart contracts*, protocolos de transação autoexecutáveis e imutáveis (Kobus, 2023; Tapscott; Tapscott, 2016; Tso; Liu; Hsiao, 2019; Weingärtner *et al.*, 2021; Zhang *et al.*, 2023). Devido às propriedades de auditabilidade, rastreabilidade e transparência, o uso integrado dessas ferramentas tem sido explorado globalmente para inovar os serviços públicos, mitigar riscos de fraude em contratações, reduzir custos transacionais e evitar o desperdício de recursos (Brasil, 2018; Casallas, 2021; Vilande, 2025; Wang; Zhao; Mu, 2021; World Economic Forum, 2020; Ziliotto, 2022).

Sob a ótica de Fenili (2018), a gestão de riscos nas contratações ocorre no nível de processos estritos ou do macroprocesso de compras. Esta pesquisa adota a perspectiva do macroprocesso, com foco em melhorias de performance nas quais os riscos tratados induzem inovações estruturais (Fenili, 2018). Nesse contexto, mitigar riscos de fraude é imperativo nas contratações públicas, área de múltiplas dimensões e processos, o que pode ser viabilizado por tecnologias como *blockchain* e *smart contracts* (Brasil, 2018; Brasil, 2020a; Santana; Teixeira; Amin, 2023; Vilande, 2025).

Embora a Administração Pública Federal tenha adotado Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação para ampliar sua eficiência, a literatura demonstra que vulnerabilidades e riscos de fraude persistem nos ambientes virtuais (Alecrim, 2019; Santana; Teixeira; Amin, 2023; Wang; Zhao; Mu, 2021). Conceituada pelas Normas de Auditoria Governamental como a adulteração ou manipulação intencional de registros para causar prejuízo (Instituto Rui Barbosa, 2011), a fraude em licitações é um desafio internacional recorrente (Chen *et al.*, 2022; World Economic Forum, 2020).

Esse cenário é ilustrado pelo caso da Índia, onde fraudadores invadiram o portal governamental para desviar dez milhões de rúpias (Rai; Dubey; Dubey, 2024). No Brasil, essa persistência é evidenciada por interações ilícitas e fraudes reais mapeadas por relatórios de fiscalização da Controladoria-Geral da União (CGU) e acórdãos do Tribunal de Contas da União (TCU) (Dourado, 2015, 2021; Santos; Souza, 2024).

Diante desses riscos persistentes na operacionalização de certames em plataformas digitais, formula-se a questão de pesquisa: de que maneira a aplicação integrada de *blockchain* e *smart contracts* pode mitigar riscos de fraude no macroprocesso do pregão eletrônico? O objetivo da pesquisa é apresentar um artefato prescritivo — diretrizes de boas práticas — para mitigar riscos de fraude no macroprocesso do pregão eletrônico, fundamentado no uso integrado das tecnologias *blockchain* e *smart contracts*.

Para orientar o percurso metodológico, definem-se como objetivos específicos: a) mapear casos de aplicação de *blockchain* e *smart contracts* em contratações públicas, identificando benefícios e desafios; b) avaliar o arcabouço legal brasileiro quanto à utilização de *blockchain* e *smart contracts* em contratações públicas, identificando bases legais, aspectos favoráveis e desafios; c) analisar os riscos de fraude na operacionalização de pregões em plataformas digitais, com base na literatura e em documentos de órgãos de controle; d) representar, em *Business Process Model and Notation* (BPMN), o fluxograma do macroprocesso do pregão eletrônico com base na Lei de Licitações e Contratos Administrativos nº 14.133/2021; e) formular as diretrizes de boas práticas fundamentadas em *blockchain* e *smart contracts*, a partir da identificação de pontos críticos de controle e da construção de cenários.

Esta pesquisa insere-se no campo da Ciência da Informação, sob uma perspectiva interdisciplinar com a Administração de Organizações Públicas – especificamente na área de gestão de compras públicas – ao convergir as temáticas de fluxo e segurança da informação governamental, transformação digital, novas tecnologias e contratações. O escopo delimita-se à aplicação de *blockchain* e *smart contracts* ao macroprocesso do pregão eletrônico, visando propor ações preventivas que mitiguem riscos de fraude digitais no âmbito dessa modalidade licitatória. A relevância do estudo justifica-se pela necessidade de expandir o corpo teórico e

prático sobre a temática na Administração Pública brasileira, preenchendo uma lacuna na literatura nacional e internacional quanto à aplicação pragmática dessas tecnologias em contratações federais, especialmente na modalidade do pregão eletrônico regido pela Lei de Licitações e Contratos Administrativos nº 14.133/2021.

O diferencial desta pesquisa em relação à literatura correlata repousa em dois pilares inovadores: a) a proposição de um artefato prescritivo (diretrizes de boas práticas), desenvolvido sob as etapas de modelagem da *Design Science Research*, em vez de meras análises descritivas de viabilidade, o que estabelece a base teórica e técnica para a sua futura validação; b) a adoção de uma visão sistêmica do macroprocesso, abrangendo suas três macroetapas e oito fases sequenciais (arts. 17 e 115 da Lei de Licitações e Contratos Administrativos nº 14.133/2021), superando análises focadas em etapas isoladas (Brasil, 2021a).

Além desta Introdução, o artigo divide-se em mais quatro seções: Revisão da Literatura (conceitos de *blockchain*, *smart contracts* e gestão de riscos), Procedimentos Metodológicos (etapas da *Design Science Research*), Resultados e Discussões (apresentação do artefato) e Considerações Finais (limitações e sugestões para trabalhos futuros).

2 Revisão da literatura

2.1 Estudo da *blockchain* e dos *smart contracts* como mitigadores de riscos de fraude em pregão eletrônico

A modernização e a blindagem das contratações públicas perpassam a compreensão de tecnologias de registro distribuído capazes de elevar a confiança, a segurança e a transparência nas interações digitais (Alecrim, 2019; Kobus, 2023; Leitão; Ferreira, 2021; Santana; Teixeira; Amin, 2023; Ziliotto, 2022). Nesse paradigma, a *blockchain* constitui uma infraestrutura descentralizada e imutável que elimina a dependência de autoridades centralizadoras por meio de mecanismos de consenso distribuídos (Brasil, 2020a; Kobus, 2023; Tapscott; Tapscott, 2016). Integrados a essa base, os *smart contracts* atuam como motores de automação que operam sob lógica condicional estrita para mitigar falhas humanas ou ações dolosas e reduzir custos transacionais (Alecrim, 2019; Floriani, 2021; Szabo, 1994; Zhang *et al.*, 2023).

O estudo dessas ferramentas alinha-se à Digital Era Governance (DEG) e à Transformação Digital no Setor Público (Cepik; Canabarro; Possamai, 2014; Dunleavy *et al.*, 2006), direcionadas à resolução de problemas na Administração Pública. No Brasil, esse alinhamento ampara-se na Lei do Governo Digital (Lei nº 14.129/2021) e na Estratégia de Governo Digital (EGD) 2020-2023, a qual previu expressamente, em seu objetivo 8 (iniciativa 8.4), o uso de soluções em *blockchain* para criar uma rede de blocos governamental interoperável e segura (Brasil, 2020b).

Alinhadas à governança digital, as contratações públicas viabilizam políticas públicas e o funcionamento estatal. Nesse cenário, a Lei de Licitações e Contratos Administrativos (LLCA) impõe o pregão eletrônico como modalidade obrigatória para a aquisição de bens e serviços comuns. Na esfera federal, ele é operacionalizado no portal Compras.gov.br e abrange as fases do art. 17 (preparatória, divulgação, propostas, julgamento, habilitação, recursal e homologação) e da execução contratual (arts. 95 e 115) (Brasil, 2021a). Cumprir esse rito exige gestão de riscos contínua — nos termos do art. 169 da LLCA — como pilar da governança pública e dever jurídico (ABNT, 2026; Justen Filho, 2021). Tal prática ampara-se na Instrução Normativa Conjunta nº 1 (Brasil, 2016), que conceitua risco como a "[...] possibilidade de ocorrência de um evento que venha a ter impacto no cumprimento dos objetivos", e na ABNT NBR ISO 31000:2018, que o define como o "[...] efeito da incerteza nos objetivos" (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2018). Essa estrutura converge para as orientações da CGU, que apontam riscos de integridade associados a fraudes como foco prioritário, dimensão esta explorada nesta pesquisa.

Entre esses riscos prioritários, o direcionamento focado na integridade exige uma delimitação conceitual em sua dupla dimensão: i) a integridade do documento arquivístico, definida pelo e-ARQ Brasil como o "[...] estado dos documentos que se encontram completos e não sofreram nenhum tipo de corrupção ou alteração não autorizada nem documentada" (Brasil, 2022, p. 213); e ii) a integridade dos dados, compreendida na Segurança da Informação como a "[...] propriedade de exatidão e completeza" (International Organization For Standardization; International Electrotechnical Commission, 2018, p. 5, tradução livre).

No contexto das contratações públicas, a vulnerabilidade dessas dimensões de integridade em sistemas centralizados — e a respectiva potencial mitigação por tecnologias de registro distribuído — encontra suporte conceitual no Triângulo da

Fraude de Cressey (1953), que pressupõe a convergência de três fatores: pressão, racionalização e oportunidade (Rustiarini *et al.*, 2019; Santos; Souza, 2024; Vilande, 2025). Enquanto a pressão e a racionalização integram a esfera individual do agente, o Estado detém maior capacidade de controle sobre o vértice da oportunidade, que representa a vulnerabilidade do sistema (Rustiarini *et al.*, 2019; Santos; Souza, 2024; Vilande, 2025). É exatamente nesse ponto que as estruturas de gestão de riscos atuam como o escudo mais eficaz da instituição (Santos; Souza, 2024; Vilande, 2025).

Nesse contexto, como a *blockchain* e os *smart contracts* atuam diretamente sobre o vértice da oportunidade para neutralizar os riscos de fraude, a literatura destaca o potencial dessas tecnologias em oferecer controles mais resistentes a manipulações nos registros do pregão eletrônico (Alecrim, 2019; Vilande, 2025; Weingärtner *et al.*, 2021). Ao contrário dos sistemas centralizados, sujeitos a um ponto único de falha, a *blockchain* introduz confiança distribuída e imutabilidade nativa (Ahmadisheykhsarmast; Senji; Sonmez, 2023), impedindo adulterações não autorizadas ou não detectáveis (Weingärtner *et al.*, 2021). Os *smart contracts*, por sua vez, automatizam a seleção do vencedor e a execução contratual, eliminando a discricionariedade humana em fases críticas (Alecrim, 2019; Floriani, 2021; Giamberardino; Gadda; Nagalli, 2024).

A eficácia dessa abordagem é evidenciada por projetos internacionais em compras públicas. Iniciativas nos Estados Unidos e no Peru demonstram reduções significativas em prazos e custos operacionais (Alecrim, 2019; Santana; Teixeira; Amin, 2023), enquanto projetos no México, na Dinamarca e no Canadá validaram o uso de *smart contracts* e *hashes* criptográficos para assegurar a privacidade e mitigar influências indevidas (Casallas; Lovelle; Molano, 2020; Santana; Teixeira; Amin, 2023; Weingärtner *et al.*, 2021).

Em contrapartida, experiências na Colômbia e na África do Sul trouxeram lições sobre desafios de escalabilidade e barreiras normativas atreladas à imutabilidade (Weingärtner *et al.*, 2021). Complementam esse panorama sistemas de leilão na Ucrânia e no Japão, além de projetos-piloto na Bélgica, na Coreia do Sul, na Espanha e no Chile, que, em conjunto, ratificam que tais ferramentas se tornaram instrumentos concretos de controle, capazes de elevar a transparência, a auditabilidade e a eficiência operacional nos processos licitatórios (Alecrim, 2019; Casallas; Lovelle; Molano, 2020; Kobus, 2023; Santana; Teixeira; Amin, 2023).

No cenário brasileiro, o uso dessas soluções é impulsionado por órgãos como o TCU e a CGU para fortalecer a integridade e a eficiência (Kobus, 2023; Santana; Teixeira; Amin, 2023). Estudos empíricos mapeiam projetos nacionais em estágios iniciais, como o protótipo de gestão de materiais em Santa Catarina (Rosa *et al.*, 2021), o aplicativo SOL na Bahia e no Rio Grande do Norte (Brasil, 2020a; Ziliotto, 2022), e os projetos Medição de Obras Públicas no Ceará e Harpia no Paraná (Kobus, 2023).

Contudo, a literatura revela lacunas críticas: predominância de estudos puramente teóricos, análises fragmentadas e carência de instrumentos prescritivos em conformidade com a LLCA. Esta pesquisa mitiga esse vácuo ao adotar a DSR para formular diretrizes de boas práticas, inovando ao prescrever "como" integrar as ferramentas, em vez de discutir "se" são viáveis. Seu diferencial é abranger o macroprocesso de ponta a ponta, com ações preventivas nas oito fases dos arts. 17 e 115 da LLCA, contribuindo para o fortalecimento do controle interno no ambiente do portal Compras.gov.br.

Essa abordagem é crucial diante das vulnerabilidades de plataformas centralizadas, a exemplo de invasões cibernéticas registradas em sistemas de licitação indianos (Rai; Dubey; Dubey, 2024). Torna-se imperativo focar o controle interno sobre o vértice da oportunidade do Triângulo da Fraude para consolidar barreiras defensivas (Rustiarini *et al.*, 2019; Santos; Souza, 2024; Vilande, 2025).

Para orientar esse delineamento, a pesquisa ampara-se nas etapas de Identificação e Tratamento de riscos da ABNT NBR ISO 31000:2018 e do *Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission — Enterprise Risk Management* 2017 (COSO ERM) (Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission, 2017). Os subsídios da RSL estruturam-se nos Quadros 1 e 2: o primeiro consolida riscos de integridade; o segundo, ações preventivas e mecanismos tecnológicos de eficácia.

Quadro 1 – Etapa de identificação: riscos de fraude em contratações públicas mitigáveis com a aplicação de *blockchain* e *smart contracts*

RISCO	DESCRIÇÃO	CATEGORIA DO RISCO / VÉRTICE DO TRIÂNGULO DA FRAUDE
01 - Alterações ilícitas em registros licitatórios	Adulteração de propostas, atas, datas e resultados após sua submissão oficial, comprometendo a integridade e validade do certame (Santana; Teixeira; Amin, 2023; World Economic Forum, 2020a).	Integridade e Oportunidade

02 - Alteração ilícita de Cláusulas Contratuais.	Modificação unilateral e ilegal de termos contratuais para beneficiar a contratada ou agente público, sem transparência (Santana; Teixeira; Amin, 2023; World Economic Forum, 2020a).	Integridade e Oportunidade
03 - Destruição ou Ocultação de Evidências.	Eliminação deliberada de documentos e registros que sirvam de prova de atos fraudulentos, facilitada pela possibilidade de modificação de dados em sistemas centralizados (Santana; Teixeira; Amin, 2023).	Integridade e Oportunidade
04 - Negação de Autoria	Contestação de atos por falha dos sistemas tradicionais em garantir transações irrefutáveis e fontes inegáveis (Alecrim, 2019; Mircea; Stoica; Ghilic-Micu, 2022; Santana; Teixeira; Amin, 2023).	Integridade e Oportunidade
05 - Obstrução da trilha de auditoria na licitação e na execução contratual.	A centralização de sistemas junto com a manipulação dolosa impede a reconstituição do histórico de despesas e decisões para ocultar ilicitudes (Alecrim, 2019; Mircea; Stoica; Ghilic-Micu, 2022; Santana; Teixeira; Amin, 2023; Weingärtner *et al.*, 2021).	Integridade e Oportunidade
06 - Desrespeito à Ordem Cronológica e de Pagamentos.	Violação intencional da ordem cronológica de pagamentos (Art. 141 da LLCA), sem justificativa da autoridade, ensejando a responsabilização do agente (Brasil, 2021a; Santana; Teixeira; Amin, 2023).	Integridade e Oportunidade

Fonte: Elaboração própria com base na RSL (2026).

O Quadro 1 correlaciona as vulnerabilidades ao vértice da oportunidade do Triângulo da Fraude (Cressey, 1953). Essa associação reforça a premissa de que a fragilidade dos controles internos tradicionais opera como o principal vetor para ilícitos, o que justifica a necessidade de mecanismos avançados de segurança. A partir desse mapeamento, avança-se para a fase de resposta, cuja ligação lógica entre riscos, ações preventivas e mecanismos tecnológicos de eficácia está detalhada no Quadro 2:

Quadro 2 – Etapa de tratamento: ações preventivas contra riscos de fraude mediante *blockchain* e *smart contracts*

RISCO DE FRAUDE (Identificado)	AÇÃO PREVENTIVA (Controle Interno)	MECANISMO DE EFICÁCIA
01 - Alterações ilícitas em registros licitatórios	Registro rastreável e imutável de etapas críticas do processo	O registro distribuído do *hash* criptográfico e do *timestamp* (carimbo de tempo) de documentos e eventos impede adulterações retroativas, garantindo a integridade permanente do histórico do certame (Santana; Teixeira; Amin, 2023; World Economic Forum, 2020a).
02 - Alteração ilícita de Cláusulas Contratuais.	Execução Automatizada de Cláusulas	Cláusulas críticas são codificadas em um *smart contract* imutável. Uma vez publicado na rede, suas regras tornam-se inalteráveis, forçando a execução automática e a conformidade estrita do acordo (Santana; Teixeira; Amin, 2023; World Economic Forum, 2020a).
03 - Destruição ou Ocultação de Evidências.	Registro de Integridade Descentralizado e Imutável	A arquitetura descentralizada elimina pontos únicos de falha ao replicar os dados em múltiplos nós independentes, tornando a destruição ou ocultação de informações inviável e economicamente proibitiva (Santana; Teixeira; Amin, 2023; World Economic Forum, 2020a).
04 - Negação de Autoria	*Registro de transações criptografadas e imutáveis.*	Cada operação exige uma assinatura digital criptográfica validada pela rede antes da inserção no *ledger*. O armazenamento indelével impede que o autor negue o ato praticado (*non-repudiation*) (Alecrim, 2019; Mircea; Stoica; Ghilic-Micu, 2022; Santana; Teixeira; Amin, 2023).
05 - Obstrução da trilha de auditoria na licitação e na execução contratual.	Implementação de registros de Auditoria Permanente, Imutável e Verificável	Transações gravadas em formato *read-only* criam uma trilha histórica inviolável, viabilizando rastreabilidade e auditoria em tempo real (Alecrim, 2019; Mircea; Stoica; Ghilic-Micu, 2022; Santana; Teixeira; Amin, 2023; Weingärtner *et al.*, 2021).
06 - Desrespeito à Ordem Cronológica e de Pagamentos.	Automação e controle da ordem legal de pagamentos.	A ordem do Art. 141 da LLCA é programada de forma determinística em um *smart contract*. O repasse financeiro automático após o ateste elimina a discricionariedade humana (Santana; Teixeira; Amin, 2023).

Fonte: Elaboração própria com base na RSL (2026).

O Quadro 2 detalha a etapa de tratamento de riscos e serve de embasamento para o artefato prescritivo. Como desdobramento do Quadro 1, correlaciona risco, ação preventiva e mecanismo tecnológico.

Fundamentada nos *frameworks* ABNT NBR ISO 31000:2018 e COSO ERM 2017, a pesquisa propõe ações preventivas no macroprocesso do pregão eletrônico, cujas macroetapas e oito fases sequenciais estão mapeadas na Figura 1:

Figura 1 – Fluxograma do Macroprocesso do Pregão Eletrônico



Fonte: Elaboração própria (2026).

A Figura 1 estrutura o macroprocesso em três níveis: fases interna e externa (linha 1); macroetapas de planejamento, seleção e gestão (linha 2); e oito subfases sequenciais (linha 3), conforme os arts. 17 e 115 da LLCA. A partir desse mapeamento, que estabelece os fundamentos teóricos e a delimitação do fluxo do pregão, a pesquisa avança para os procedimentos metodológicos.

3 Procedimentos metodológicos

A pesquisa caracteriza-se como exploratória, de abordagem qualitativa e natureza aplicada, restrita à modalidade de pregão eletrônico regido pela LLCA e operacionalizado no portal Compras.gov.br, *lócus* desta pesquisa. Quanto aos procedimentos, configura-se como bibliográfica e documental (Lakatos, 2003), com coleta de dados operacionalizada por meio de Revisão Sistemática da Literatura (RSL), expandida pela técnica de *snowballing* (Wohlin, 2014). A análise e interpretação das informações coletadas apoiaram-se na Análise de Conteúdo de Bardin (2011), ao passo que a formulação do artefato prescritivo se fundamentou nos métodos abdutivo e dedutivo.

O embasamento epistemológico ancora-se nos paradigmas da DS e DSR, orientados à concepção de soluções para problemas práticos com geração simultânea de conhecimento técnico-científico (Dresch; Lacerda; Antunes Júnior, 2015). Adotou-se o protocolo desses autores, delimitando o escopo às cinco etapas iniciais de concepção da solução: a) identificação do problema; b) conscientização do problema; c) RSL; d) identificação dos artefatos e configuração das classes de problemas; e)

proposição do artefato. As etapas subsequentes, como a avaliação, constituem desdobramentos futuros.

A execução da RSL, restrita ao período de 2018 a 2024, seguiu as diretrizes de Kitchenham (2007), com o auxílio do *software Parsifal* (Amorim; Vasconcelos, 2023), nas bases ACM, IEEE, Web of Science, Scopus e Oasisbr. Para o tratamento dos dados extraídos do *corpus* dinâmico (27 fontes), aplicou-se a Análise de Conteúdo de Bardin (2011), estruturada nas fases de pré-análise, categorização e inferência interpretativa. As 21 fontes adicionais identificadas pela técnica de *snowballing* compuseram o *corpus* estático, utilizado como suporte teórico e normativo para a construção do artefato. O mapeamento do fluxo do pregão eletrônico federal, central para o objetivo específico “d” (representação do macroprocesso), foi realizado por meio da notação BPMN com base nos ritos dos arts. 17 e 115 da LLCA.

Para o objetivo específico “e” (proposição do artefato), estruturaram-se três subetapas interligadas: a) identificação dos pontos críticos de controle com maior vulnerabilidade a fraudes (variáveis de contexto), a partir das oito subfases do macroprocesso e dos subsídios da RSL; b) mapeamento dos riscos associados a esses pontos (variáveis de contexto), com suporte na Teoria de Gestão de Riscos e no vértice da oportunidade do Triângulo da Fraude; e c) formulação de ações preventivas (diretrizes) com base nas variáveis de *design*, tais como imutabilidade, descentralização e automação algorítmica, visando reduzir a vulnerabilidade, bem como a probabilidade e o impacto dos riscos. As ações foram relacionadas a cenários específicos para demonstrar hipoteticamente sua aplicabilidade.

O artefato resultante, o *Framework* Prescritivo de Diretrizes de Boas Práticas, foi concebido segundo três indicadores de qualidade da DSR: a) utilidade prática, evidenciada pela capacidade de mitigar os riscos mapeados; b) aplicabilidade normativa, pautada pela aderência aos ritos da LLCA; e c) consistência estrutural, demonstrada pelo nexo causal entre pontos críticos, riscos e diretrizes propostas.

4 Resultados e Discussões

4.1 Apresentação do Artefato

Esta seção materializa a entrega central desta pesquisa: o *Framework* Prescritivo de Diretrizes de Boas Práticas para Mitigação de Riscos de Fraude no

Macroprocesso do Pregão Eletrônico. O desenvolvimento do artefato seguiu as cinco etapas iniciais do protocolo de DSR proposto por Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015). Na Etapa 1 (Identificação do Problema), confirmou-se a persistência de fraudes licitatórias na literatura. Na Etapa 2 (Conscientização), compreendeu-se a migração dessas práticas para o ambiente digital, exigindo novos controles. Na Etapa 3, a RSL (Kitchenham, 2007), conduzida com o objetivo de identificar aplicações de *blockchain* e *smart contracts* em contratações públicas, identificou 27 fontes (*corpus* dinâmico), analisadas qualitativamente via Análise de Conteúdo de Bardin (2011). Paralelamente, o *snowballing* (Wohlin, 2014) acrescentou 21 fontes adicionais (*corpus* estático), totalizando 48 estudos no portfólio da pesquisa.

A análise do *corpus* dinâmico gerou sete categorias. O contexto geográfico (Cat. 1) evidenciou a preocupação global com tecnologias disruptivas, reunindo 15 países (Bangladesh, Brasil, China, Colômbia, Espanha, Estados Unidos, Índia, Indonésia, Itália, Portugal, Reino Unido, Romênia, Suécia, Taiwan e Turquia), com expressiva presença brasileira (18,52%), sinalizando o amadurecimento do ecossistema nacional frente à LLCA. Quanto ao artefato proposto (Cat. 2), as plataformas *Ethereum* e *Hyperledger Fabric* são referências em compras públicas, predominantemente em redes permissionadas, cobrindo planejamento, seleção e execução contratual, mas não necessariamente as três macroetapas. Os casos de aplicação (Cat. 3) atestam a viabilidade executiva de sistemas descentralizados em diversos países, incluindo o Brasil.

A análise dos riscos abordados (Cat. 4) expôs as principais vulnerabilidades associadas ao fator humano, fornecendo os subsídios necessários para contrapor falhas operacionais às propriedades da *blockchain* e dos *smart contracts*. A introdução dessas tecnologias possui plena aderência ao arcabouço legal (Cat. 5) brasileiro, especificamente à LLCA, à Lei do Governo Digital (Lei nº 14.129/2021), à Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (Lei nº 13.709/2018) e à Lei de Acesso à Informação (Lei nº 12.527/2011) (Brasil, 2011, 2018, 2021b), embora a literatura ressalte a relevância de regulamentações complementares. Os benefícios da aplicação (Cat. 6) configuram uma mudança de paradigma, com destaque para o efeito inibidor da tecnologia sobre o fraudador. Em contrapartida, o mapeamento de desafios, limitações e alternativas (Cat. 7) ponderou barreiras como custos computacionais, escalabilidade de rede e carência de pessoal técnico, sugerindo, por exemplo,

automação progressiva em contratos de menor complexidade.

O *corpus* estático (21 fontes) complementou o embasamento teórico e normativo do artefato, com contribuições de referências globais e nacionais — tais como WEF (World Economic Forum, 2020), Casallas (2021), TCU (Brasil, 2020a), Rosa *et al.* (2021) e Giamberardino, Gadda e Nagalli (2024) — que convergem para a viabilidade e aderência da *blockchain* e dos *smart contracts* às contratações públicas.

Na Etapa 4, o mapeamento de 13 soluções preexistentes (Quadro 3) serviu como *benchmarking* técnico, gerando *insights* fundamentais, via método abdutivo, para a concepção das diretrizes, em conformidade com a premissa da DSR de que a identificação de referências orienta a proposição de novos artefatos (Dresch; Lacerda; Antunes Júnior, 2015).

Quadro 3 – Artefatos identificados por meio de fontes da RSL

ID	ARTEFATO IDENTIFICADO (AUTOR REFERENCIADO)
1	Construto de Contratos Inteligentes para as Compras Governamentais Brasileiras (Alecrim, 2019)
2	Arquitetura de Licitação Baseada em Contrato Inteligente (Hardwick; Akram; Markantonakis, 2018)
3	Estrutura e processo do sistema de licitação eletrônica com *Hyperledger Fabric* (Wang; Zhao; Mu, 2021)
4	Sistema descentralizado para licitações seguras e transparentes de projetos de construção (DECENTEND) (Ahmadisheykhsarmast; Senji; Sonmez, 2023)
5	Protótipo para automatizar o registro de transações com contratos inteligentes (Weingärtner *et al.*, 2021)
6	Sistema descentralizado de e-procurement na área da saúde com *blockchain* (Rai; Dubey; Dubey, 2024)
7	Estrutura conceitual para licitações eletrônicas com *Hyperledger Fabric* (HLF) (Mustafa; Waheed, 2019)
8	Modelo de Decentralized Autonomous Organization para contratações públicas (Monteiro; Correia, 2023)
9	Arquitetura de sistema de licitação eletrônica (Tso; Liu; Hsiao, 2019)
10	Protocolo de leilão de lance selado com privacidade e verificabilidade pública (Zhang *et al.*, 2023)
11	Esquema eficaz de leilão reverso de lance selado, verificável e com privacidade (Chen *et al.*, 2022)
12	Modelo de avaliação da combinação de *blockchain* e Internet das Coisas (Mircea; Stoica; Ghilic-Micu, 2022)
13	Estrutura de dados proposta para *tokens* virtuais anticorrupções em *blockchain* (Benítez-Martínez; Romero-Frías; Hurtado-Torres, 2022)

Fonte: Elaboração própria com base na RSL (2026).

Após o mapeamento listado no Quadro 3, configurou-se a classe de problemas como “[...] mitigação de riscos de integridade em contratações públicas digitais”, visando garantir o potencial de generalização do artefato, conforme parâmetros de Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015). Dessa forma, ao propor um artefato fundamentado em *blockchain* e *smart contracts*, a pesquisa oferece uma resposta preditiva aos potenciais condutas fraudulentas no pregão, alinhando-se aos ditames de integridade e inovação da LLCA.

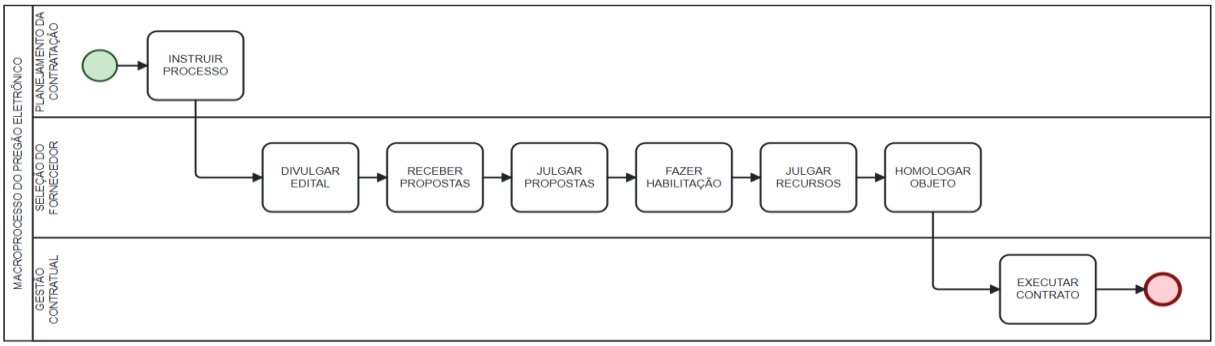
A integração desses achados viabilizou o alcance dos propósitos delineados na pesquisa. No mapeamento de casos, a RSL evidenciou benefícios estruturados em quatro dimensões (integridade, segurança técnica, eficiência e controle social) em mais de 15 países, ratificando que a transição para modelos descentralizados representa uma reconfiguração da governança digital (Kobus, 2023). Sob o prisma do impacto social, essa mudança permite transitar do controle reativo para um sistema proativo e para uma auditoria cidadã em tempo real (Benítez-Martínez; Romero-Frías; Hurtado-Torres, 2022).

Quanto ao arcabouço legal brasileiro, os achados confirmam a compatibilidade da LLCA com as tecnologias de registros distribuídos (Leitão; Ferreira, 2021; Santana; Teixeira; Amin, 2023), especialmente pelas previsões de "forma eletrônica" (art. 17, § 2º) e de "contratos eletrônicos" (art. 91, § 3º). Alinhado à literatura, que aponta a necessidade de regulamentação adicional, destaca-se o Projeto de Lei nº 2.987/2023, que propõe o uso de *blockchain* para garantir a imutabilidade e a segurança da informação pública (Brasil, 2023).

No que tange à análise de riscos em pregões eletrônicos, identificaram-se ameaças tratáveis com *blockchain* e *smart contracts*. Foram relacionados seis riscos principais: a) alterações ilícitas em registros licitatórios; b) fraude em cláusulas contratuais; c) destruição ou ocultação de evidências; d) negação de autoria; e) obstrução da trilha de auditoria; e f) desrespeito à ordem cronológica de pagamentos. Para enfrentar essas vulnerabilidades, inerentes a plataformas centralizadas, Alecrim (2019) e Weingärtner *et al.* (2021) indicam medidas estruturais, tais como registros imutáveis e rastreáveis, execução automatizada de cláusulas, auditoria permanente e o controle automatizado de pagamentos, como o previsto no art. 141 da LLCA.

Esse mapeamento crítico gerou a base empírica e teórica para a Etapa 5 (Proposição do Artefato), materializada em diretrizes prescritivas (Dresch; Lacerda; Antunes Júnior, 2015). O fluxo procedimental — baseado nos arts. 17 e 115 da LLCA e composto por oito subfases sequenciais distribuídas entre Planejamento, Seleção do Fornecedor e Gestão Contratual — foi mapeado utilizando a notação BPMN (Figura 2).

Figura 2 – As 8 subfases no fluxo do Macroprocesso do Pregão Eletrônico



Fonte: Elaboração própria (2026).

A estrutura sistêmica mapeada em BPMN (Figura 2) detalha o encadeamento das três macroetapas do certame desdobradas em suas oito subfases procedimentais, estabelecendo a linha de base regulamentar para a introdução do artefato. A concepção do *Framework* decorre da interação dinâmica entre as variáveis de contexto do pregão (pontos críticos e riscos de fraude mapeados) e as variáveis de *design* das tecnologias estudadas (propriedades de imutabilidade, descentralização e automatização algorítmica da *blockchain* e dos *smart contracts*). Assim, para cada vulnerabilidade identificada, prescreve-se um controle técnico associado a um cenário hipotético de aplicação.

Esse encadeamento lógico por nexo causal assegura a consistência estrutural, a aplicabilidade normativa e a utilidade prática do modelo — indicadores fundamentais de qualidade ancorados nos fundamentos da DSR. Essa integração conceitual materializa-se no Quadro 4, que consolida o artefato prescritivo desta pesquisa: um conjunto de diretrizes de boas práticas parametrizadas por tecnologias de registros distribuídos e vinculadas diretamente ao fluxo do certame.

Quadro 4 – *Framework* Prescritivo de Diretrizes de Boas Práticas para a Mitigação de Riscos de Fraude no Pregão Eletrônico

FLUXO DO MACROPROCESSO (Macroetapas + Subfases)	**PONTO CRÍTICO E RISCO** (Variáveis de Contexto)	**MECANISMO TECNOLÓGICO** (Variáveis de *Design*)	**DIRETRIZ DE BOA PRÁTICA** (Ação Preventiva + Cenário)
Macroetapa: PLANEJAMENTO **Subfase 1:** INSTRUIR PROCESSO	**Ponto Crítico:** Convergência de procedimentos no âmbito intramuros. **Risco:** Alterações ilícitas no Edital após Parecer Jurídico de aprovação e antes da publicação oficial.	**Propriedade:** Imutabilidade e carimbo de tempo (*timestamping*).	**Diretriz 1:** Registrar o *hash* criptográfico do Edital na *blockchain* imediatamente após sua aprovação jurídica. **Cenário:** Tentativa de alteração dolosa do Edital por agentes em conluio.

Macroetapa: SELEÇÃO **Subfase 2:** DIVULGAR EDITAL	**Ponto Crítico:** Comunicação entre a Administração e os licitantes via chat do Portal. **Risco:** Alteração ilícita de respostas a esclarecimentos, impugnações ou retificações ao Edital.	**Propriedade:** Imutabilidade e carimbo de tempo (*timestamping*).	**Diretriz 2:** Registrar o *hash* criptográfico das respostas e das retificações na *blockchain*. **Cenário:** Tentativa de alteração dolosa das comunicações e do Edital por agentes em conluio.
Macroetapa: SELEÇÃO **Subfase 3:** RECEBER PROPOSTAS	**Ponto Crítico:** Déficit de validação proativa **Risco:** Participação de licitante legalmente impedido de licitar.	**Propriedade:** Automatização (*smart contract*)	**Diretriz 3:** Bloquear licitantes sancionados mediante consulta automatizada a bases públicas. **Cenário:** Empresa suspensa no CEIS tenta cadastrar uma proposta.
Macroetapa: SELEÇÃO **Subfase 4:** JULGAR PROPOSTAS	**Ponto Crítico:** Dependência de infraestrutura centralizada com ponto único de falha. **Risco:** Adulteração da proposta no intervalo entre o aceite e a entrega do bem.	**Propriedade:** Imutabilidade da *Blockchain* e Transparência Distribuída (Hashes Criptográficos)	**Diretriz 4:** Registrar o *hash* da proposta aceita em *blockchain* para inviabilizar adulterações até a entrega do bem. **Cenário:** Tentativa de alteração nas especificações da proposta pós-aceite.
Macroetapa: SELEÇÃO **Subfase 5:** FAZER HABILITAÇÃO	**Ponto Crítico:** Falibilidade humana por conferência analógica sem cruzamento sistêmico de dados. **Risco:** Habilitação indevida pela falta de checagem cruzada automatizada.	**Propriedade:** Automatização e Verificação de Identidade Autossoberana (SSI) (*smart contract*)	**Diretriz 5:** Automatizar checagem cruzada de dados de habilitação por Identidade Autossoberana (SSI) com registro em *blockchain*. **Cenário:** Tentativa de omitir restrições de conformidade, explorando a falta de checagem cruzada sistêmica.
Macroetapa: SELEÇÃO **Subfase 6:** JULGAR RECURSOS	**Ponto Crítico:** Custódia de peças recursais em ambiente centralizado sujeito a pontos únicos de falha administrativa. **Risco:** Adulteração ilícita das peças recursais (razões e contra-razões).	**Propriedade:** Imutabilidade da *blockchain* e trilha de auditoria permanente (Hashes Criptográficos).	**Diretriz 6:** Registrar o *hash* e o carimbo de tempo (*timestamp*) das peças recursais em *blockchain*. **Cenário:** Tentativa do recorrido, isolado ou em conluio, de adulterar o recurso do recorrente para manter-se vencedor.
Macroetapa: SELEÇÃO **Subfase 7:** HOMOLOGAR OBJETO	**Ponto Crítico:** Centralização na custódia dos atos formais de encerramento do certame. **Risco:** Comprometer a integridade dos termos de julgamento e de homologação.	**Propriedade:** Imutabilidade da *blockchain* e trilha de auditoria permanente (Hashes Criptográficos).	**Diretriz 7:** Registrar o *hash* dos documentos de encerramento em *blockchain* para inviabilizar alterações pós-encerramento. **Cenário:** Tentativa de adulterar os termos finais para apagar registros de ocorrências desfavoráveis.
Macroetapa: GESTÃO CONTRATUAL **Subfase 8:** EXECUTAR CONTRATO	**Ponto Crítico:** Concentração do poder de validação de conformidade sob custódia centralizada. **Risco:** Fraude na certificação de entrega.	**Propriedade:** Governança programável (*smart contract*) Registro cronológico imutável de transações.	**Diretriz 8:** Automatizar o consenso de múltiplos fiscais sorteados via *Smart Contract* antes de liquidar a despesa. **Cenário:** Tentativa de obter vantagens ilícitas em conluio mediante ateste inverídico.

Fonte: Elaboração própria (2026).

A dinâmica estrutural do Quadro 4 fundamenta-se na gestão de riscos, em que os mecanismos tecnológicos (variáveis de *design*) atuam nos pontos críticos do macroprocesso, por meio das diretrizes, para mitigar a probabilidade ou o impacto dos riscos. Estruturado na literatura revisada, o *framework* valida a viabilidade do controle ao neutralizar o vértice da oportunidade no Triângulo da Fraude, operando como um escudo eficaz na Administração Pública sobre o macroprocesso do pregão eletrônico (Rustiarini *et al.*, 2019; Santos; Souza, 2024; Vilande, 2025).

Sob o prisma da Ciência da Informação, o *Framework* contribui diretamente para a garantia da integridade, confiabilidade e segurança dos fluxos documentais

arquivísticos digitais gerados no pregão eletrônico. Ao propor a automatização de procedimentos do certame e tornar os registros imutáveis, a arquitetura proposta mitiga vulnerabilidades no ciclo de vida dos dados licitatórios, estabelecendo uma ponte prática com a Ciência Arquivística (Weingärtner *et al.*, 2021). Isso assegura a fidedignidade, a rastreabilidade e a segurança da informação contra adulterações, atributos essenciais para a preservação dos registros públicos digitais, em consonância com as diretrizes do e-ARQ Brasil (Brasil, 2022).

A base teórica dessa lógica prescritiva materializa-se no detalhamento das oito subfases, demonstrando como a literatura ratifica a eficácia das propriedades tecnológicas frente aos riscos mapeados:

Na Subfase 1 (Instruir Processo), o risco de alterações no edital após o parecer jurídico é mitigado pelo registro do *hash* com *timestamping* em *blockchain*, garantindo imutabilidade (Ahmadisheykhsarmast; Senji; Sonmez, 2023; Benítez-Martínez; Romero-Frías; Hurtado-Torres, 2022). Na Subfase 2 (Divulgar Edital), a manipulação de respostas ou retificações no chat é neutralizada via registro do *hash*; o *timestamp* assegura a integridade e auditabilidade cronológica (Ahmadisheykhsarmast; Senji; Sonmez, 2023; Benítez-Martínez; Romero-Frías; Hurtado-Torres, 2022).

Na Subfase 3 (Receber Propostas), o déficit de validação proativa é corrigido por *smart contracts*, que podem consultar bases como o Cadastro Nacional de Empresas Inidôneas e Suspensas (CEIS) e bloquear empresas suspensas (Alecrim, 2019; Chen *et al.*, 2022; Weingärtner *et al.*, 2021). Na Subfase 4 (Julgar Propostas), o registro do *hash* da proposta vencedora mitiga adulterações decorrentes de pontos únicos de falha, assegurando transparência distribuída (Benítez-Martínez; Romero-Frías; Hurtado-Torres, 2022; Zhang *et al.*, 2023).

Na Subfase 5 (Fazer Habilitação), a falibilidade humana na conferência analógica é mitigada pelo cruzamento automatizado de dados via Identidade Autossoberana (SSI) em *blockchain*, fundamentado na identidade digital certificada de Weingärtner *et al.* (2021) e no gerenciamento de identidade de Alecrim (2019). A segurança é reforçada por credenciais de atributos para verificações robustas e auditáveis (Wang; Zhao; Mu, 2021), permitindo que *smart contracts* avaliem critérios em tempo real e excluam automaticamente licitantes não qualificados (Ahmadisheykhsarmast; Senji; Sonmez, 2023).

Na Subfase 6 (Julgar Recursos), a fragilidade na custódia de peças recursais

centralizadas é mitigada pelo *hash* e *timestamp* das razões e contrarrazões, gerando trilha de auditoria contra substituições em conluio (Ahmadisheykhsarmast; Senji; Sonmez, 2023; Benítez-Martínez; Romero-Frías; Hurtado-Torres, 2022; Chen *et al.*, 2022; Mustafa; Waheed, 2019; Zhang *et al.*, 2023).

Na Subfase 7 (Homologar Objeto), a integridade dos documentos de encerramento da etapa de seleção é garantida pelo registro criptográfico dos atos em *blockchain*, inviabilizando modificações pós-fato (Ahmadisheykhsarmast; Senji; Sonmez, 2023; Benítez-Martínez; Romero-Frías; Hurtado-Torres, 2022; Chen *et al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2023). Por fim, na Subfase 8 (Executar Contrato), a fraude no ateste por concentração de poder de validação é mitigada via governança programável por *smart contract*, automatizando o consenso de múltiplos fiscais sorteados antes da liquidação da despesa (Benítez-Martínez; Romero-Frías; Hurtado-Torres, 2022; Mustafa; Waheed, 2019; Weingärtner *et al.*, 2021).

Em suma, o *Framework* consolida os indicadores de qualidade da DSR. A consistência estrutural evidencia-se no alinhamento entre pontos críticos, riscos e diretrizes; a aplicabilidade normativa, na estrita aderência aos ditames e princípios da LLCA; e a utilidade prática, no potencial preventivo contra riscos de fraude, legitimando o artefato como resposta científica e tecnológica viável para a integridade do pregão eletrônico.

5 Considerações finais

Esta pesquisa atingiu seu objetivo e respondeu à questão central ao materializar o *Framework* Prescritivo de Diretrizes de Boas Práticas. Diferentemente de estudos descritivos, prescreveu-se como a aplicação integrada da *blockchain* e dos *smart contracts* mitiga riscos de fraude nas oito subfases da LLCA, utilizando propriedades como imutabilidade e automação para tratar pontos críticos em cada etapa do macroprocesso, consolidando uma solução robusta para fortalecer os controles internos e externos.

A estratégia baseada na DSR permitiu transitar do campo descritivo para o prescritivo. Esse êxito decorreu da RSL — que consolidou 48 fontes, 15 países e 13 artefatos preexistentes como *benchmarking* técnico de riscos e medidas preventivas globais. A partir desses dados e da modelagem em BPMN, via métodos dedutivo e

abdutivo, identificaram-se os oito pontos críticos de controle e os riscos correspondentes, delineando-se as diretrizes preventivas.

Os resultados consolidados no *Framework* revelam que a imutabilidade e a automação mitigam fraudes de ponta a ponta, da instrução à execução contratual. Ao associar diretrizes a cada subfase, propõe-se uma mudança de paradigma: a transição do controle reativo para um sistema proativo e em tempo real, imune a manipulações centralizadas, no qual a confiança reside na robustez do *design* do sistema e na integridade permanente dos registros.

O impacto da pesquisa é interdisciplinar, oferecendo contribuições diretas à Ciência da Informação ao propor um modelo de diretrizes que resguarda a integridade, a confiabilidade e a segurança dos fluxos documentais públicos em ambientes descentralizados. Ao alinhar a segurança da informação aos requisitos de integridade e fidedignidade de registros públicos, a pesquisa articula-se com a Administração e o Direito para preencher lacunas sobre a integridade de dados governamentais.

Na prática, o artefato oferece um referencial estratégico para a modernização de plataformas de compras, alinhando-as à transformação digital e à governança das contratações por meio da gestão de riscos, conforme a LLCA e a ABNT NBR 17265:2026. Embora a pesquisa tenha alcançado seu objetivo de propor o *Framework*, reconhece-se que a validação do artefato, por meio de um Painel Delphi, constitui uma etapa fundamental para sua consolidação e, portanto, é sugerida como principal desdobramento para trabalhos futuros. Recomenda-se, complementarmente, investigar os desafios de interoperabilidade e de regulamentações para garantir segurança jurídica aos gestores na governança digital brasileira.

Referências

AHMADISHEYKHSARMAST, S.; SENJI, S. G.; SONMEZ, R. Decentralized tendering of construction projects using blockchain-based smart contracts and storage systems. **Automation in Construction**, Amsterdam, v. 151, n. 1, p. 104879, Apr. 2023. DOI: 10.1016/j.autcon.2023.104900. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580523001607. Acesso em: 18 mar. 2026.

ALECRIM, J. S. C. **Análise crítica da sistemática de compras governamental pela perspectiva de novas tecnologias de contratos inteligentes**. 2019. Dissertação (Mestrado em Gestão do Conhecimento e da Tecnologia da Informação)

– Universidade Católica de Brasília, Brasília, DF, 2019. Disponível em: https://bdtd.ucb.br:8443/jspui/handle/tede/2655. Acesso em: 18 mar. 2026.

AMORIM, T. M.; VASCONCELOS, A. M. Guia para realização de uma revisão sistemática da literatura na área stem utilizando a ferramenta parsifal. *In*: ENEGEP – ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 43., 2023, Fortaleza. **Anais eletrônicos** [...]. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2023. DOI: 10.14488/ENEGEP2023_TN_WPG_408_2011_46064. Disponível em: https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_WPG_408_2011_46064.pdf. Acesso em: 18 jan. 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 17265**: governança pública – requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 31000:2018**: gestão de riscos – diretrizes. 2. ed. Rio de Janeiro, 2018.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BENÍTEZ-MARTÍNEZ, J. C.; ROMERO-FRÍAS, E.; HURTADO-TORRES, N. E. Neural blockchain technology for a new anticorruption token: towards a novel governance model. **Journal of Information Technology & Politics**, *[s. l.]*, v. 19, n. 4, p. 437-452, Jan. 2022. DOI: https://doi.org/10.1080/19331681.2022.2027317. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/357884448_Neural_blockchain_technology_for_a_new_anticorruption_token_towards_a_novel_governance_model. Acesso em: 13 nov. 2025.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de lei n. 2.987, de 2023**. Altera a lei n. 12.527 [...] para garantir a imutabilidade, auditabilidade e segurança das informações. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2023. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2368363. Acesso em: 10 nov. 2025.

BRASIL. Conselho Nacional de Arquivos. **e-ARQ Brasil**: modelo de requisitos para sistemas informatizados de gestão arquivística de documentos. 2. versão. Rio de Janeiro: Arquivo Nacional, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/conarq/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/EARQV205MAI2022.pdf. Acesso em: 19 ago. 2026.

BRASIL. **Decreto n. 10.332, de 28 de abril de 2020**. Institui a estratégia de governo digital para o período de 2020 a 2023, na administração pública federal. Brasília, DF: Presidência da República, 2020b. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10332.htm. Acesso em: 20 nov. 2025.

BRASIL. **Lei n. 12.527, de 18 de novembro de 2011**. Regula o acesso a informações previsto na Constituição Federal. Brasília, DF: Presidência da República, 2011. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm. Acesso em: 3 set. 2025.

BRASIL. **Lei n. 13.709, de 14 de agosto de 2018**. Lei geral de proteção de dados pessoais (LGPD). Brasília, DF: Presidência da República, 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm. Acesso em: 3 out. 2025.

BRASIL. **Lei n. 14.129, de 29 de março de 2021**. Dispõe sobre princípios, regras e instrumentos para o governo digital. Brasília, DF: Presidência da República, 2021b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/l14129.htm. Acesso em: 20 nov. 2025.

BRASIL. **Lei n. 14.133, de 1º de abril de 2021**. Lei de licitações e contratos administrativos. Brasília, DF: Presidência da República, 2021a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Lei/L14133.htm. Acesso em: 3 set. 2025.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Controladoria-Geral da União. **Instrução Normativa Conjunta nº 1, de 10 de maio de 2016**. Dispõe sobre controles internos, gestão de riscos e governança no âmbito do poder executivo federal. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 2016, n. 89, p. 14, 11 maio 2016. Disponível em: https://www.gov.br/mj/pt-br/acesso-a-informacao/governanca/Gestao-de-Riscos/biblioteca/Normativos/instrucao-normativa-conjunta-no-1-de-10-de-maio-de-2016-imprensa-nacional.pdf/@@download/file. Acesso em: 15 dez. 2025.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Referencial básico de gestão de riscos**. Brasília, DF: TCU; Segecex, 2018. Disponível em: https://portal.tcu.gov.br/publicacoes-institucionais/cartilha-manual-ou-tutorial/referencial-basico-de-gestao-de-riscos. Acesso em: 15 out. 2024.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Sumário executivo**: levantamento da tecnologia blockchain. Brasília, DF: TCU, 2020a. Disponível em: https://portal.tcu.gov.br/publicacoes-institucionais/sumarios-executivos/levantamento-da-tecnologia-blockchain. Acesso em: 16 jan. 2024.

CASALLAS, J. A. T.; LOVELLE, J. M. C.; MOLANO, J. I. R. Smart contracts with blockchain in the public sector. **International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence**, Logroño, v. 6, n. 3, p. 73-82, Sept. 2020. DOI: https://doi.org/10.9781/ijimai.2020.07.005. Disponível em: https://www.ijimai.org/index.php/ijimai/article/view/737. Acesso em: 18 jan. 2026.

CASALLAS, J. A.T. **Meta modelo de contratos inteligentes usando cadenas de bloques aplicado al sector público**. 2021. Tese (Doutorado em Informática) – Universidad de Oviedo, Oviedo, 2021. Disponível em: http://hdl.handle.net/10651/65599. Acesso em: 18 jan. 2026.

CEPIK, M.; CANABARRO, D. R.; POSSAMAI, A. J. Do novo gerencialismo público à governança da era digital. *In*: LOUREIRO, G. (org.). **Governança de TI**: transformando a administração pública no Brasil. Porto Alegre: UFRGS; CEGOV, 2014. p. 11-36. Disponível em: https://www.academia.edu/2051852/Do_Novo_Gerencialismo_P%C3%BAblico_%C3%A0_Governan%C3%A7a_da_Era_Digital. Acesso em: 10 fev. 2024.

CHEN, B.; LI, X.; XIANG, T.; WANG, P. SBRAC: blockchain-based sealed-bid auction with bidding price privacy and public verifiability. **Journal of Information Security and Applications**, Amsterdam, v. 65, p. 103082, Mar. 2022. DOI: 10.1016/j.jisa.2021.103082. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214212621002635. Acesso em: 12 dez. 2025.

COMMITTEE OF SPONSORING ORGANIZATIONS OF THE TREADWAY COMMISSION. **Gerenciamento de riscos corporativos**: integrado com estratégia e performance. Traduzido por PwC e IIA Brasil. Brasília, DF: CGU, 2017. Disponível em: https://repositorio.cgu.gov.br/handle/1/74040. Acesso em: 22 maio 2025.

CRESSEY, D. **Other people's money**: a study in the social psychology of embezzlement. Glencoe: The Free Press, 1953.

DOURADO, R. C. S. **Ecossistema da corrupção no Brasil**: à sombra da gestão pública nas fraudes licitatórias. 2021. Tese (Doutorado em Ciências Sociais) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2021. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/handle/ri/34638. Acesso em: 18 set. 2025.

DOURADO, R. C. S. **Manual de pequenas fraudes**: a dimensão política dos processos licitatórios. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015. Disponível em: https://www.oasisbr.ibict.br/vufind/Record/BRCRIS_fa9109451274a9650a8ba00262bf1276. Acesso em: 18 set. 2025.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. **Design science research**: método de pesquisa para o avanço da ciência e da tecnologia. Porto Alegre: Bookman, 2015.

DUNLEAVY, P.; MARGETTS, H.; BASTOW, S.; TINKLER, J. New public management is dead - long live digital-era governance. **Journal of Public Administration Research and Theory**, Oxford, v. 16, n. 3, p. 467-494, Sept. 2006. DOI: https://doi.org/10.1093/jopart/mui057. Disponível em: https://academic.oup.com/jpart/article-abstract/16/3/467/934257?redirectedFrom=fulltext. Acesso em: 5 fev. 2026.

FENILI, R. **Governança em aquisições públicas**: teoria e prática à luz da realidade sociológica. Rio de Janeiro: Impetus, 2018.

FLORIANI, L. B. R. **Smart contracts nos contratos empresariais**: um estudo sobre possibilidade e viabilidade econômica de sua utilização. Belo Horizonte: Dialética, 2021.

GIAMBERARDINO, G. G.; GADDA, T. M. C.; NAGALLI, A. Uso da tecnologia blockchain nas contratações públicas sustentáveis de obras rodoviárias. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 58, n. 4, p. e-91295, 2024. DOI: https://doi.org/10.1590/0034-761220230073. Disponível em: https://periodicos.fgv.br/rap/article/view/91295/85831. Acesso em: 19 nov. 2025.

HARDWICK, F. S.; AKRAM, R. N.; MARKANTONAKIS, K. Fair and transparent blockchain based tendering framework - a step towards open governance. *In*: IEEE TRUSTCOM – INTERNATIONAL CONFERENCE ON TRUST, SECURITY AND PRIVACY IN COMPUTING AND COMMUNICATIONS, 17., 2018, New York. **Proceedings** [...]. New York: IEEE, 2018. p. 1342-1347. DOI: https://doi.org/10.1109/TrustCom/BigDataSE.2018.00185. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/8456054. Acesso em: 13 fev. 2026.

INSTITUTO RUI BARBOSA. **Normas de auditoria governamental (NAGs)**: aplicáveis ao controle externo brasileiro. Tocantins: IRB, 2011. Disponível em: https://irbcontas.org.br/biblioteca/normas-de-auditoria-governamental-nags/. Acesso em: 8 dez. 2024.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION; INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **ISO/IEC 27000**: Information technology — security techniques — information security management systems — overview and vocabulary. 5th ed. Geneva: ISO/IEC, 2018. Disponível em: https://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/c073906_ISO_IEC_27000_2018_E.zip. Acesso em: 19 ago. 2026.

JUSTEN FILHO, M. **Comentários à lei de licitações e contratos administrativos**: lei n. 14.133/2021. São Paulo: Thomson Reuters, 2021.

KITCHENHAM, B. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**. Keele: Keele University, 2007. Disponível em: https://legacyfileshare.elsevier.com/promis_misc/525444systematicreviewsguide.pdf. Acesso em: 18 jun. 2024.

KOBUS, R. C. **Blockchain como mecanismo de adaptação eficiente da administração pública na sociedade tecnológica**. 2023. Tese (Doutorado em Direito do Estado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2023. Disponível em: https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/handle/1884/84873. Acesso em: 10 ago. 2025.

LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2003.

LEITÃO, A. S.; FERREIRA, H. R. As novas tecnologias a serviço da nova administração: a blockchain, os smart contracts e a nova lei de licitações e contratos (lei n. 14.133/2021). **Revista de Direito Brasileira**, Florianópolis, v. 30, n. 11, p. 288-306, maio/ago. 2021. Disponível em: https://www.indexlaw.org/index.php/rdb/article/view/7493/5807. Acesso em: 12 set. 2024.

MIRCEA, M.; STOICA, M.; GHILIC-MICU, B. Analysis of the impact of *blockchain* and internet of things (BIoT) on public procurement. **IEEE Access**, New York, v. 10, p. 64234-64250, Jun. 2022. DOI: https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3182656. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/9795015. Acesso em: 28 out. 2024.

MONTEIRO, A.; CORREIA, R. Decentralised autonomous organisations for public procurement. *In*: EASE – INTERNATIONAL CONFERENCE AND ASSESSMENT IN SOFTWARE ENGINEERING, 27., 2023, Oulu. **Proceedings** [...]. New York: ACM,

2023. p. 378-385. DOI: https://doi.org/10.1145/3593434.3593519. Disponível em: https://dl.acm.org/doi/10.1145/3593434.3593519. Acesso em: 2 nov. 2025.

MUSTAFA, M. K.; WAHEED, S. A governance framework with permissioned blockchain for the transparency in e-tendering process. **International Journal of Advanced Technology and Engineering Exploration**, Bhopal, v. 6, n. 61, p. 274-280, 2019. DOI: http://dx.doi.org/10.19101/IJATEE.2019.650072. Disponível em: https://accentsjournals.org/paperinfo.php?journalPaperId=1178. Acesso em: 2 nov. 2025.

RAI, B. K.; DUBEY, V.; DUBEY, K. Blockchain based E-procurement system in healthcare. **Health Services and Outcomes Research Methodology**, New York, v. 24, n. 1, p. 403-426, Dec. 2024. DOI: https://doi.org/10.1007/s10742-023-00321-2. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s10742-023-00321-2. Acesso em: 27 abr. 2025.

ROSA, F. S.; LYRIO, M. V. L.; DAI, J.; KIM, J.; VASARHELYI, M. Blockchain para aprimoramento da gestão e da transparência em contratações públicas: proposta de um modelo de smart contract para o poder executivo de Santa Catarina. *In*: EBAP – ENCONTRO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA, 8., 2021, Brasília, DF. **Anais** [...]. Brasília, DF: SBAP, 2021. p. 1-16. Disponível em: https://sbap.org.br/ebap/index.php/home/article/view/207. Acesso em: 3 nov. 2024.

RUSTIARINI, N. W.; SUTRISNO, S.;NURKHOLIS, N.; ANDAYANI, W. Fraud triangle in public procurement: evidence from Indonesia. **Journal of Financial Crime**, Leeds, v. 26, n. 4, p. 951-968, Oct. 2019. DOI: https://doi.org/10.1108/JFC-11-2018-0121. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/337430555. Acesso em: 12 maio 2025.

SANTANA, A. G.; TEIXEIRA, C. N.; AMIN, A. H. C. A viabilidade do uso das tecnologias blockchain e smart contracts na licitação e contratos administrativos a partir da lei 14.133/2021. **Revista de Direito Brasileira**, Florianópolis, v. 30, n. 11, p. p. 249-278, 2021. Disponível em: https://indexlaw.org/index.php/rdb/article/view/7491/7009. Acesso em: 16 maio 2024.

SANTOS, F. B.; SOUZA, K. R. **Como combater a corrupção em licitações**: detecção e prevenção de fraudes. Belo Horizonte: Fórum, 2024.

SZABO, N. ***Smart contracts***. [*S. l.: s. n.*], 1994. Disponível em: https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html. Acesso em: 16 jun. 2026.

TAPSCOTT, D.; TAPSCOTT, A. **Blockchain revolution**: como a tecnologia por trás do bitcoin está mudando o dinheiro, os negócios e o mundo. São Paulo: SENAI-SP Editora, 2016.

TSO, R.; LIU, Z. Y.; HSIAO, J. H. Distributed E-voting and E-bidding systems based on smart contract. **Electronics**, Basel, v. 8, n. 4, p. 422, Apr. 2019. DOI: https://doi.org/10.3390/electronics8040422. Disponível em: https://www.mdpi.com/2079-9292/8/4/422. Acesso em: 12 maio 2025.

VILANDE, T. J. **Oportunidade de fraude em compras públicas a partir dos processos do tribunal de contas da união (TCU)**. 2025. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2025. Disponível em: https://biblioteca.univali.br/acervo/246943. Acesso em: 15 ago. 2025.

WANG, D.; ZHAO, J.; MU, C. Research on blockchain-based E-bidding system. **Applied Sciences**, Basel, v. 11, n. 9, p. 4011, Apr. 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/app11094011. Disponível em: https://www.mdpi.com/2076-3417/11/9/4011. Acesso em: 16 maio 2024.

WEINGÄRTNER, T.*; BATISTA, D.; KÖCHLI, S.; VOUTAT, G.* Prototyping a smart contract based public procurement to fight corruption. **Computers**, Basel, v. 10, n. 7, p. 85, Jul. 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/computers10070085. Disponível em: https://www.mdpi.com/2073-431X/10/7/85. Acesso em: 18 jun. 2025.

WOHLIN, C. Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. *In*: EASE – INTERNATIONAL CONFERENCE AND ASSESSMENT IN SOFTWARE ENGINEERING, 18., 2014, London. **Proceedings** [...]. New York: ACM, 2014. p. 1-10. Disponível em: https://www.wohlin.eu/ease14.pdf. Acesso em: 16 maio 2024.

WORLD ECONOMIC FORUM. **Exploring *blockchain* technology for government transparency**: blockchain-based public procurement to reduce corruption: insight report. Geneva: WEF, 2020. Disponível em: https://www.weforum.org/publications/exploring-*blockchain*-technology-for-government-transparency-to-reduce-corruption/. Acesso em: 9 abr. 2024.

ZHANG, Q.; YU, Y.; LI, H.; WANG, L. Trustworthy sealed-bid auction with low communication cost atop blockchain. **Information Sciences**, Thousand Oaks, v. 632, p. 753-772, Jun. 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ins.2023.02.069. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0020025523002633. Acesso em: 15 set. 2025.

ZILIOTTO, M. M. **Tecnologia blockchain nas contratações públicas no Brasil**. Belo Horizonte: Fórum, 2022.

Mitigation of fraud risks in public procurement platforms

a framework based on blockchain and smart contracts for electronic reverse auction

Abstract

Objective: present a prescriptive artifact — as good practice guidelines — to mitigate fraud risks in the electronic reverse auction macroprocess, based on the integrated use of blockchain

and smart contracts technologies. **Methodology**: exploratory, bibliographic, documentary, qualitative, and applied research, using Design Science (DS) and the Design Science Research (DSR) method to develop the artifact. A Systematic Literature Review (SLR) was used for technical benchmarking of 13 global artifacts, structuring in Business Process Model and Notation (BPMN) was applied to map the procedural flow of the Tenders and Administrative Contracts Law (LLCA) No. 14,133/2021, and deductive and abductive methods were used to formulate the guidelines. **Results**: eight critical control points and their respective operational risks (context variables) were identified throughout the sub-phases of the reverse auction mapped in BPMN. The central result materializes in the Prescriptive Framework of Good Practice Guidelines, comprising eight guidelines that leverage immutability and automation (design variables) to reduce threats. **Conclusions**: fraud risk mitigation occurs by neutralizing the opportunity factor in the Fraud Triangle, converting vulnerabilities into manipulation-resistant controls. Immutability and automation at critical points enable the transition from reactive control to a proactive, real-time system, safeguarding data end-to-end. The study offers a strategic reference for procurement governance, aligned with the LLCA and ABNT NBR 17265:2026, establishing the technical and conceptual framework for the validation of the framework via a Delphi Panel in subsequent stages.

Descriptors: Electronic reverse auction. Electronic governance. Risk management. Public administration.

Mitigación de riesgos de fraude en plataformas de compras públicas

un framework basado en blockchain y smart contracts para la licitación electrónica

Resumen

Objetivo: presentar un artefacto prescriptivo — como directrices de buenas prácticas — para mitigar los riesgos de fraude en el macroproceso de la licitación electrónica, fundamentado en el uso integrado de las tecnologías blockchain y smart contracts. **Metodología**: investigación exploratoria, bibliográfica, documental, cualitativa y aplicada, utilizando los procedimientos de la Design Science (DS) y el método Design Science Research (DSR) para desarrollar el artefacto. Se utilizó la Revisión Sistemática de la Literatura (RSL) para el benchmarking técnico de 13 artefactos globales, la estructuración en Business Process Model and Notation (BPMN) para mapear el flujo procedimental de la Ley de Licitaciones y Contratos Administrativos (LLCA) nº 14.133/2021 y los métodos deductivo y abductivo para formular las directrices. **Resultados**: se identificaron ocho puntos críticos de control y sus respectivos riesgos operativos (variables de contexto) a lo largo de las subfases de la licitación mapeada en BPMN. El resultado central se materializa en el Framework Prescriptivo de Directrices de Buenas Prácticas, compuesto por ocho directrices que utilizan inmutabilidad y automatización (variables de diseño) para reducir las amenazas. **Conclusiones**: la mitigación de riesgos de fraude ocurre al neutralizar el vértice de la oportunidad en el Triángulo del Fraude, convirtiendo las vulnerabilidades en controles resistentes a las manipulaciones. La inmutabilidad y la automatización en pontos críticos permiten transitar del control reactivo a un sistema proactivo en tiempo real, resguardando los datos de extremo a extremo. El estudio ofrece un marco estratégico para la gobernanza de las contrataciones, alineado con la LLCA y la ABNT NBR 17265:2026, estableciendo la base técnica y conceptual para la validación del framework a través de un Panel Delphi en etapas subsiguientes.

Descriptores: Subasta electrónica. Gobernanza electrónica. Gestión de riesgos. Administración pública.