

334 – TAGS INTELIGENTES: INOVAÇÃO NA GESTÃO PATRIMONIAL E DE ATIVOS NO SETOR DE SANEAMENTO

Jair Costa Lopes Júnior⁽¹⁾

Engenheiro de Dados e de Internet das Coisas (IoT), graduado em Processamento de Dados (1995) na Faculdade Ruy Barbosa, especialização em Banco de Dados (2001), Gestão Empresarial (2006), Engenharia de IoT (2020) e Ciência de Dados (2022). Analista de Saneamento/Tecnologia da Informação da EMBASA-BA na Unidade Gestão Patrimonial e Documental.

Diomário de Barros Galo⁽²⁾

Administrador (CEFET-BA). Especialista em Gestão Liderança e Inovação (FGV). Pertence ao quadro técnico da Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A-EMBASA, trabalhando na Gerência de Administração Patrimonial.

Rafael Souza da Conceição⁽³⁾

Administrador - UCSal, colaborador efetivo da Gerência de Administração Patrimonial pertencente a Empresa Baiana de águas e Saneamento (Embasa).

Endereço⁽¹⁾: Rua Clarivaldo do Prado Valladares, 85, Apt 308-Torre 1 - Caminho das Árvores - Salvador - Bahia - CEP: 41820-700 - Brasil - Tel: +55 (71) 99903-1215 - Com: +55 (71) 3373-7523 - e-mail: juniorlopes@gmail.com.

RESUMO

O artigo "TAGS INTELIGENTES: INOVAÇÃO NA GESTÃO PATRIMONIAL E DE ATIVOS NO SETOR DE SANEAMENTO" apresenta uma solução inovadora baseada em tecnologia RFID e IoT para otimizar a gestão patrimonial e de ativos no setor de saneamento. A proposta envolve a seleção, teste e integração de etiquetas RFID, adequadas para materiais metálicos e não metálicos, além da implementação de impressoras e leitores estratégicos para rastreamento eficiente.

A metodologia utilizada combina pesquisa bibliográfica, explorando o estado da arte sobre gestão patrimonial com tecnologias emergentes, e a abordagem Design Thinking, estruturada em imersão, definição, ideação, prototipagem e testes. O estudo inclui também a aplicação de estudos de caso, testando a solução em ambiente real e verificando seu impacto na automação e eficiência operacional.

Espera-se que a solução proposta proporcione redução de custos operacionais, diminuição do tempo necessário para auditorias patrimoniais, além de aumento da segurança e confiabilidade das informações de ativos. A implementação completa permitirá um controle patrimonial mais ágil e preciso, contribuindo para a transformação digital do setor de saneamento.

PALAVRAS-CHAVE: Internet das Coisas (IoT), RFID, Gestão Patrimonial, Saneamento e Gestão de Ativos.

INTRODUÇÃO

A gestão patrimonial e de ativos é um fator crítico para garantir a eficiência operacional de setores estratégicos, como o saneamento básico. Com a crescente demanda por recursos hídricos e a necessidade de serviços sustentáveis, torna-se essencial adotar tecnologias inovadoras que otimizem processos, reduzam custos e aumentem a rastreabilidade dos bens patrimoniais (KLEIN et al., 2021).

Nesse contexto, as TAGs inteligentes, baseadas em Internet das Coisas (IoT) e Identificação por Radiofrequência (RFID), emergem como ferramentas estratégicas na transformação digital do setor. A tecnologia RFID permite o rastreamento automatizado de ativos operacionais e administrativos, otimizando processos como inventário, manutenção, movimentação e controle de equipamentos essenciais, tais como painel elétrico e automação, conjunto motorbomba, gerador, transformador e medidor. Além disso, a captura e transmissão de dados em tempo real proporcionam aos gestores patrimoniais uma visão integrada do ciclo de vida dos ativos, permitindo maior precisão na localização, monitoramento e análise de desempenho. Esse modelo de gestão reduz tempos de resposta para reparos, minimiza perdas financeiras e melhora a tomada de decisão (COELHO & SOARES, 2020).

No setor de saneamento, a adoção da tecnologia RFID é especialmente relevante, considerando que a continuidade e a qualidade dos serviços dependem de um controle rigoroso dos ativos. A implementação de sistemas de rastreamento e automação contribui para a redução de perdas patrimoniais, otimização de auditorias e melhoria da transparência na gestão de bens (SANTOS & FERREIRA, 2019). Conforme ilustrado na Figura 1, a tecnologia proposta permite uma abordagem inovadora e eficiente para o gerenciamento patrimonial em empresas de saneamento.

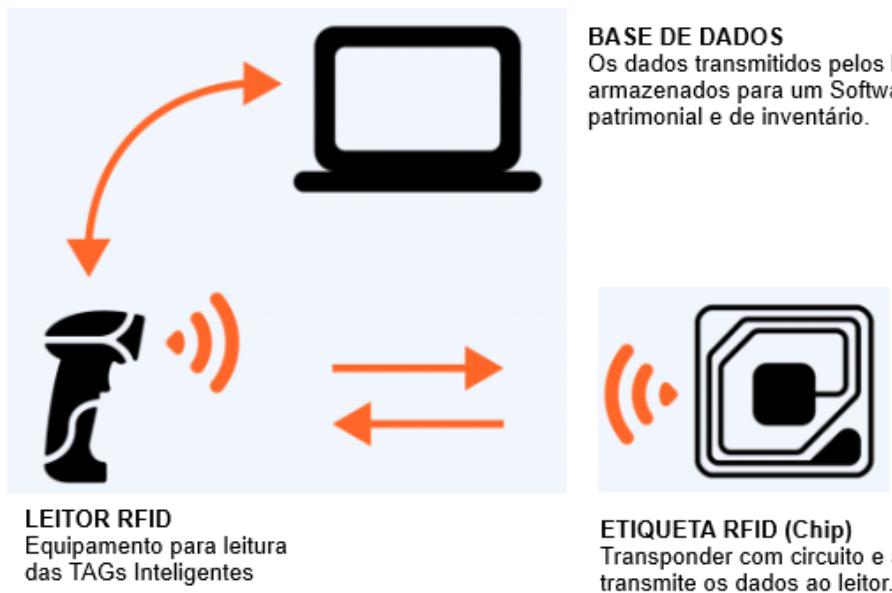


Figura 1. Tecnologia RFID aplicada à gestão patrimonial no setor de saneamento.

Diante desse cenário, este estudo investiga a aplicação de TAGs inteligentes na otimização da gestão patrimonial no setor de saneamento, com foco na digitalização dos processos, no aumento da rastreabilidade dos ativos e na eficiência operacional.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Propor uma arquitetura de soluções baseadas em TAGs inteligentes com tecnologias IoT e RFID, infraestrutura de TI e integração com ERP SAP para aprimorar a gestão patrimonial e de ativos no setor de saneamento (figura 2), promovendo maior eficiência, rastreabilidade e controle dos processos de manutenção, inventário, movimentação e operação de equipamentos essenciais.

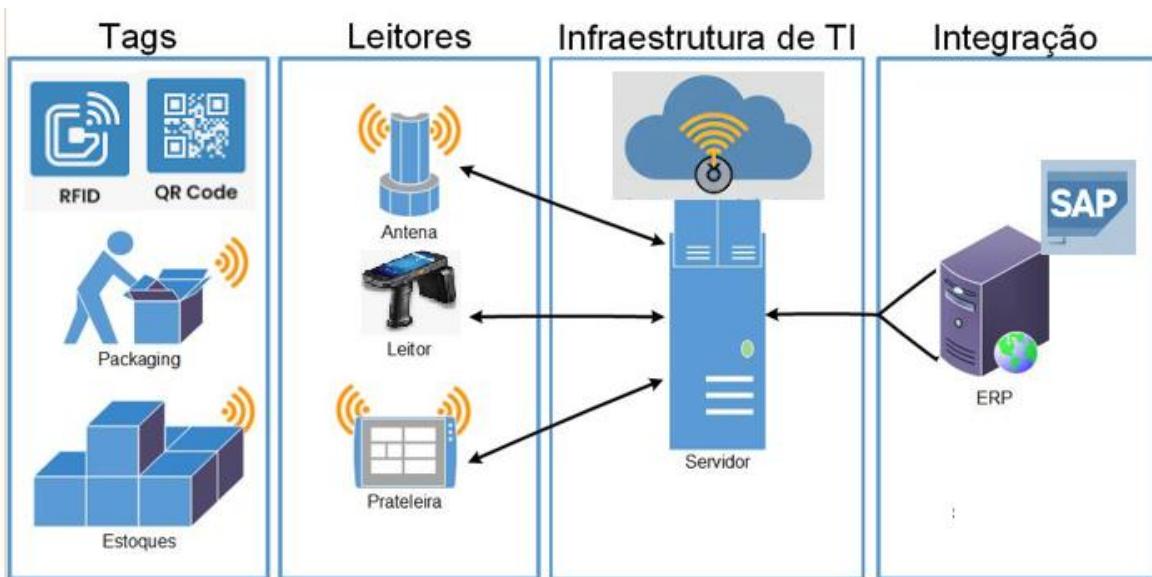


Figura 2. Visão da arquitetura proposta do artigo.

Objetivos Específicos

1. Mapear as necessidades do setor de saneamento em relação à gestão de ativos e identificar os principais desafios no controle de bens patrimoniais administrativo e operacionais.
 - Realizar um levantamento técnico-operacional em organizações de saneamento para entender gargalos e oportunidades de otimização.
2. Avaliar o potencial das tecnologias IoT e RFID na automação e digitalização de processos de inventário e manutenção patrimonial.
 - Investigar as características técnicas dessas tecnologias e analisar sua aplicabilidade em ambientes de saneamento, considerando condições adversas como umidade, interferências e grandes áreas de cobertura.
3. Desenvolver um protótipo funcional de um sistema integrado de TAGs inteligentes aplicado à gestão patrimonial e de ativos.
 - Criar um modelo piloto que inclua sensores IoT para monitoramento em tempo real, com possibilidade de integração ao SAP ERP e sistema de gestão patrimonial e inventário.
4. Implementar o protótipo em um ambiente real ou controlado, monitorando sua eficácia no rastreamento, controle e manutenção de ativos.
 - Testar o protótipo em cenários reais de operação de saneamento, avaliando sua precisão, confiabilidade e benefícios operacionais. Por exemplo, a geolocalização do ativo conforme figura 3.



Figura 3. Geolocalização do ativo.

5. Analisar os impactos econômicos e operacionais da adoção de TAGs inteligentes no setor de saneamento.
 - Comparar os custos operacionais antes e depois da implantação do sistema, destacando a economia em recursos financeiros, tempo e mão de obra.
6. Propor diretrizes para a adoção em larga escala das TAGs inteligentes no setor, considerando padrões de interoperabilidade e regulamentações específicas.
 - Desenvolver um conjunto de recomendações que facilite a replicação e expansão do uso das soluções em outras unidades de saneamento e totalmente integrada aos sistemas de SAP ERP e gestão patrimonial/inventário.

Com esses objetivos, a investigação proporcionará uma visão holística sobre o uso de TAGs inteligentes como facilitadoras da transformação digital no saneamento, contribuindo para uma gestão mais eficiente e sustentável dos ativos e recursos operacionais.

METODOLOGIA UTILIZADA

Este estudo aborda a aplicação das tecnologias IoT e RFID na gestão patrimonial e de ativos no setor de saneamento, além de propor soluções inovadoras e práticas para otimizar esses processos.

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, conforme indicado por Gil (2002, p. 44), baseada em artigos científicos, livros e revistas especializadas. Essa etapa foi essencial para construir um embasamento teórico sólido, permitindo compreender os avanços tecnológicos e estudos anteriores sobre o tema. Segundo Cervo e Bervian (1983, p. 55), a pesquisa bibliográfica possibilita a explicação de problemas a partir de referenciais teóricos, fornecendo fundamentos essenciais para a descrição e contextualização do estudo.

Além da revisão teórica, a pesquisa adotou a metodologia Design Thinking, uma abordagem ágil estruturada em cinco etapas, voltada para o desenvolvimento de soluções centradas no usuário:

1. **Imersão** – Identificação dos principais desafios do setor de saneamento relacionados à gestão patrimonial e de ativos, por meio de entrevistas com especialistas e análise de processos operacionais.
2. **Definição** – Mapeamento das necessidades específicas e formulação dos problemas a serem resolvidos.
3. **Ideação** – Geração de ideias inovadoras para a aplicação de TAGs inteligentes, considerando soluções viáveis e sustentáveis.
4. **Prototipagem** – Desenvolvimento de um protótipo funcional, integrando TAGs RFID e sensores IoT, simulando cenários reais de gestão patrimonial.

5. **Testes** – Avaliação da eficácia do protótipo em um ambiente controlado ou real, com coleta de dados para ajustes e otimizações.

Além disso, será realizado **estudos de caso**, nos quais a solução que será desenvolvida irá ser aplicada em sistemas reais de saneamento. Esses testes permitirão verificar a aplicabilidade do protótipo em processos como **manutenção, inventário e rastreamento de ativos**, possibilitando uma análise prática dos benefícios e desafios da implementação.

Para viabilizar a rastreabilidade dos bens patrimoniais, serão utilizadas etiquetas RFID específicas para bens metálicos e não metálicos, com as seguintes características técnicas:

Etiquetas RFID para bens metálicos

- Compatíveis com a tecnologia RFID, protocolo EPC Class 1 Gen2v2.
- Configuração de memória/chip: Monza R6-P, EPC: 128 (96) bits; User: 32 (64) bits; UTID: 48 bits.
- Otimizadas para aplicação tanto em materiais metálicos.
- Possibilidade de receber impressão térmica ou direta no verso, contendo as informações patrimoniais padronizadas no sistema de geração de etiquetas (número de tombamento, código de barras e símbolo da empresa).
- Distância nominal de leitura (Read Range) de até 02 metros (conforme especificação técnica do fabricante).
- Medidas máximas: 100mm de comprimento x 40mm de largura x 1mm de espessura.
- Classificação de proteção IP68, garantindo resistência à água, poeira e exposição a partículas sólidas.
- Operação em ampla faixa de temperatura, assegurando funcionalidade em diferentes condições climáticas.
- As etiquetas serão entregues já gravadas com as informações enviadas para a identificação.

Etiquetas RFID para bens não metálicos

- Compatíveis com a tecnologia RFID, protocolo EPC Class 1 Gen2v2.
- Configuração de memória/chip: Monza R6-P, EPC: 128 (96) bits; User: 32 (64) bits; UTID: 48 bits.
- Otimizadas para aplicação tanto em materiais não metálicos.
- Possibilidade de receber impressão térmica ou direta no verso, com as informações patrimoniais padronizadas (número de tombamento, código de barras e símbolos da empresa).
- Distância nominal de leitura (Read Range) de até 02 metros (conforme especificação técnica do fabricante).
- Medidas máximas: 100mm de comprimento x 40mm de largura x 1mm de espessura.
- Grau de proteção mínimo, garantindo alta resistência a condições adversas.

A combinação da pesquisa bibliográfica com o Design Thinking garantiu uma abordagem teórico-prática, promovendo um equilíbrio entre embasamento científico e inovação tecnológica. Essa metodologia proporcionou uma visão sistêmica do problema e permitiu o desenvolvimento de soluções adaptadas às demandas do setor, contribuindo para a modernização e eficiência da gestão patrimonial no saneamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fase de prototipagem do Design Thinking, focada na aplicação de TAGs inteligentes com tecnologia RFID na gestão patrimonial e de ativos no setor de saneamento, os resultados possibilitarão demonstrar o potencial da solução para transformar processos tradicionais. A proposta permite uma gestão mais eficiente e automatizada, reduzindo erros operacionais e promovendo maior controle sobre os ativos com o objetivo de:



1. Rastreamento em Tempo Real

A implementação de etiquetas RFID poderá permitir um monitoramento contínuo e eficiente de ativos essenciais, como painel elétrico e automação, conjunto motorbomba, gerador, transformador e medidor. A localização rápida dos ativos poderá otimizar as rotas de manutenção, reduzindo o tempo de resposta para intervenções técnicas e melhorando a eficiência operacional.

2. Precisão no Controle de Inventário

A automação do controle patrimonial com RFID/QR CODE (figura 4), poderá eliminar erros humanos frequentes na identificação visual e manual dos ativos. O uso de leitores RFID poderá possibilitar leituras em lote e sem contato direto, acelerando significativamente a contabilização e a rastreabilidade dos bens.

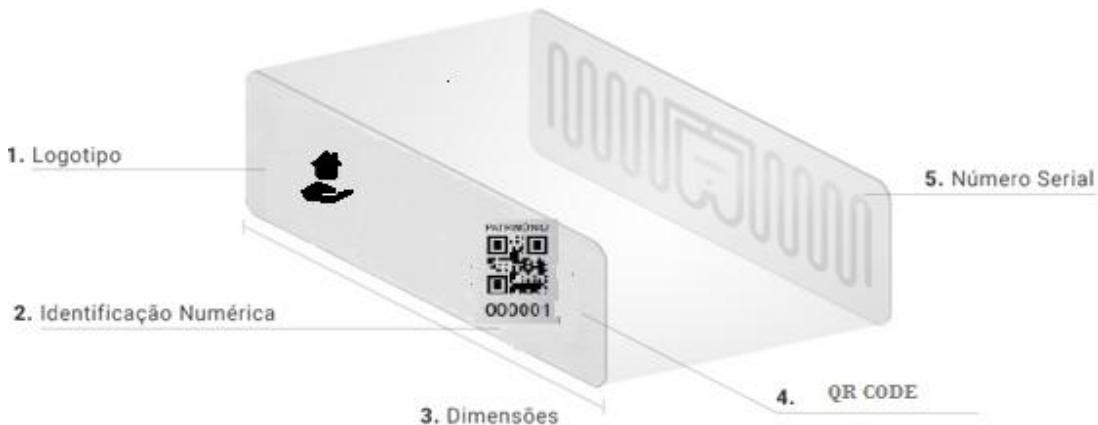


Figura 4. Modelo proposto de etiqueta para o protótipo.

3. Manutenção Preventiva

A captura e análise de dados gerados pelas TAGs inteligentes podem possibilitar a identificação antecipada de ativos que necessitam de manutenção preventiva. O monitoramento contínuo viabiliza a criação de um planejamento estratégico para substituição ou reparação de equipamentos, reduzindo falhas críticas e custos com manutenção corretiva.

4. Redução de Perdas e Furtos

O sistema RFID permitirá o rastreamento em tempo real das movimentações patrimoniais, reduzindo perdas e furtos, principalmente em instalações remotas. O registro automático de movimentações não autorizadas viabiliza respostas rápidas para mitigar impactos financeiros e operacionais.

5. Conformidade e Auditoria

A digitalização das informações patrimoniais facilitarão auditorias e geração de relatórios de conformidade com maior precisão. A integração dos sistemas RFID com plataformas de gestão empresarial, como o ERP SAP, proporcionará uma base de dados confiável para tomadas de decisões estratégicas.

6. Testes de QR Code e RFID

Os testes a serem realizados com QR Codes poderão demonstrar que essa tecnologia pode ser uma alternativa complementar ao RFID em situações onde houver restrições técnicas ou orçamentárias. No entanto, a tecnologia RFID se mostra mais eficaz para controle de ativos em larga escala.

Discussão

A implementação da tecnologia RFID no setor de saneamento mostra-se altamente promissora, proporcionando uma gestão patrimonial mais eficiente, transparente e alinhada às tendências da Indústria 4.0. Atualmente, o modelo tradicional de identificação patrimonial limita-se à confecção de plaquetas visuais sem rastreamento integrado, exigindo processos manuais demorados e sujeitos a falhas. Esse modelo manual (figura 5) exige tempo e mão de obra significativos para a realização de inventários, demonstrando a necessidade de inovação.



Figura 5. Identificação patrimonial atual.

A proposta de utilizar impressoras e leitores RFID (figura 6), poderá permitir ganhos expressivos na precisão da gestão de ativos, reduzindo o tempo de inventário e minimizando erros humanos. Ademais, a integração dessa tecnologia a sistemas ERP viabilizará um controle unificado, melhorando a visibilidade sobre o ciclo de vida dos ativos e a previsão de manutenção preventiva.



Figura 5. Impressora e leitores RFID proposto no estudo.

Outro fator relevante é o impacto positivo da digitalização na sustentabilidade e redução de desperdícios. A gestão automatizada de ativos vai contribuir para um uso mais eficiente de recursos materiais e financeiros, alinhando-se aos objetivos de sustentabilidade do setor de saneamento.

Assim, a pesquisa demonstra que a tecnologia RFID, combinada com TAGs inteligentes, ser uma solução viável para otimizar a gestão patrimonial no saneamento, reduzindo custos operacionais e aumentando a eficiência logística. A transformação digital impulsionada por essas soluções posiciona o setor em um novo patamar, promovendo maior segurança patrimonial e avanços tecnológicos fundamentais para sua modernização.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A pesquisa sobre a aplicação de TAGs inteligentes com tecnologia RFID no setor de saneamento evidenciou o potencial transformador dessa solução para a gestão patrimonial e de ativos. A prototipação que será realizada terá o objetivo de substituir os modelos tradicionais por impressoras e leitores RFID, que facilitarão a maior precisão no controle, rastreamento e monitoramento em tempo real de equipamentos críticos, motobombas e medidores. A automatização dos processos, aliada à eficiência na identificação dos ativos, poderá reduzir os custos, eliminar erros manuais e melhorar a logística, especialmente em cenários onde a operação contínua é essencial.

A integração dos equipamentos de prototipação, como impressoras e leitores RFID, com uma solução de software foi identificada como uma oportunidade estratégica para aprimorar a gestão patrimonial. Essa integração com o ERP SAP irá potencializar o controle de inventários, a rastreabilidade logística e a gestão do ciclo de vida dos ativos, promovendo maior visibilidade, conformidade regulatória e suporte à tomada de decisão baseada em dados confiáveis.

Como recomendação, sugere-se que na fase do protótipo inclua a realização de uma prova de conceito (PoC) para validar a integração das TAGs inteligentes, utilizando tanto RFID quanto QR Code. A PoC deve abordar a conexão entre as tecnologias implementadas e um software robusto capaz de realizar movimentação, identificação, inventário e logística de ativos, com geolocalização e integração completa ao SAP ERP.

Além disso, recomenda-se expandir a análise para cenários mais amplos, como áreas remotas ou operações críticas, onde a precisão e a rastreabilidade são fundamentais. A integração entre as tecnologias testadas e um sistema de gestão unificado deve ser avaliada em termos de viabilidade técnica, custos e impacto operacional, garantindo que a solução proposta atenda às demandas específicas do setor de saneamento.

Conclui-se que a adoção de TAGs inteligentes, aliada à integração tecnológica, representa uma oportunidade de transformação digital no setor, proporcionando maior eficiência, sustentabilidade e controle sobre os ativos, alinhados às demandas de modernização e competitividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro A. Metodologia Científica. 5. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1983.
- COELHO, R.; SOARES, M. Gestão patrimonial inteligente: aplicações de RFID na administração de ativos. Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada, v. 12, n. 3, p. 45-60, 2020.
- GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- KLEIN, A. et al. Transformação digital e inovação tecnológica no saneamento: um estudo sobre a adoção de IoT e RFID. Journal of Smart Infrastructure, v. 8, n. 2, p. 112-128, 2021.
- SANTOS, P.; FERREIRA, J. Automação na gestão de ativos: benefícios da tecnologia RFID para o setor de saneamento. Revista de Engenharia e Sustentabilidade, v. 9, n. 1, p. 85-102, 2019.