Encontro Técnico
AESABESP
37º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

AESABESP 40 Anos
Associação dos Engenheiros da Sabesp

37ETC-07267

OS DESAFIOS DE COMUNICAÇÃO NA IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS AMI MASSIVOS E A NECESSIDADE DE PADRONIZAÇÃO NO PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO

Francisco Davi de Carvalho Rebouças
Giovanni Cordeiro Barroso, Raimundo Furtado Sampaio, Lucas Silveira Melo e João Paulo dos Santos Silva
Universidade Federal do Ceará

INTRODUÇÃO

- **Maturidade no Setor Elétrico**
- Consolidação do paradigma de redes inteligentes (*Smart Grids*) e AMI.
- Predominância do padrão DLMS/COSEM (IEC 62056) como linguagem comum e espelho para *utilities*.
- Regulação e impulso normativo histórico da ANEEL.
- **Atraso Histórico no Saneamento**
- Dependência de medição mecânica e rotinas manuais (altos custos operacionais de OPEX e distorções de faturamento).
- Telemetria legada limitada: rádio unidirecional de curto alcance (*walk-by*/*drive-by*) e protocolos fechados.

INTRODUÇÃO

- **Marco Histórico (SABESP e Vivo)**

- Investimento de ~ R$ 3,8 bilhões para substituir 4,4 milhões de hidrômetros (2026–2029) em SP e São José dos Campos.
- Monitoramento horário via rede celular NB-IoT (alarmes de vazamento, fluxo e antifraude).

- **O Gargalo Crítico**

- A rede NB-IoT resolve a conectividade física/transporte, mas a camada de aplicação permanece como ponto cego.
- Risco de criação de silos verticais, dependência de *softwares* proprietários (*vendor lock-in*) e complexidade de integração no HES/MDM.

OBJETIVOS

- **Objetivo Geral**

- Analisar os desafios de comunicação na implementação massiva de AMI em saneamento e demonstrar a necessidade de padrões abertos na camada de aplicação para assegurar interoperabilidade e sustentabilidade.

- **Objetivos Específicos**

- Avaliar os impactos da ausência de padronização nas arquiteturas HES/MDM (*vendor lock-in*, obsolescência e TCO).

- Apresentar o framework *Water Smart Meter (WSM) Generic Companion Profile* (DLMS UA, out/2025) e sua unificação semântica para água.

METODOLOGIA

PILARES TÉCNICOS

1. Assimetria de Infraestrutura (Energia vs. Saneamento)

- Água não possui rede elétrica contínua: medidores operam estritamente a baterias internas seladas (vida útil ≥10 anos).
- Condições operacionais severas: poços, caixas subterrâneas, umidade e inundação (IP68, *deep indoor*).

2. Papel Estrutural do DLMS/COSEM (IEC 62056)

- *COSEM:* modelagem orientada a objetos e identificadores OBIS (mesma estrutura semântica universal independente do fabricante).

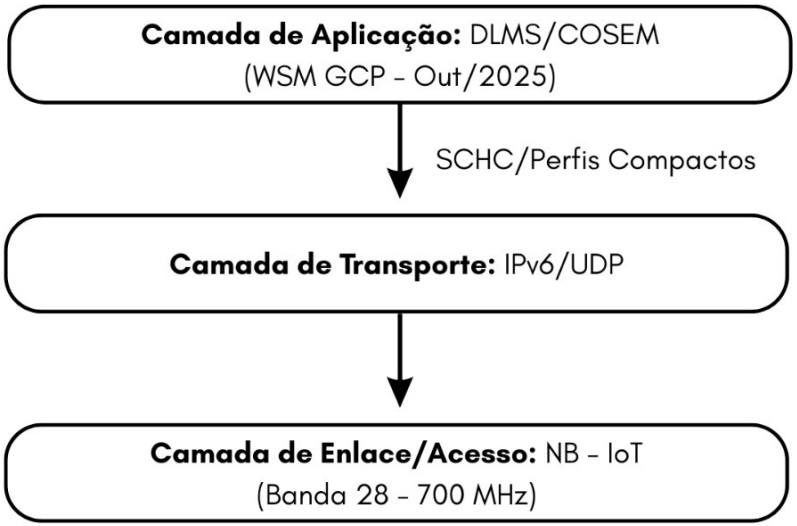
- *DLMS:* camada de aplicação que desvincula o significado do dado da infraestrutura de telecomunicação

METODOLOGIA

PILARES TÉCNICOS

3. Engenharia Celular NB-IoT (LPWAN)

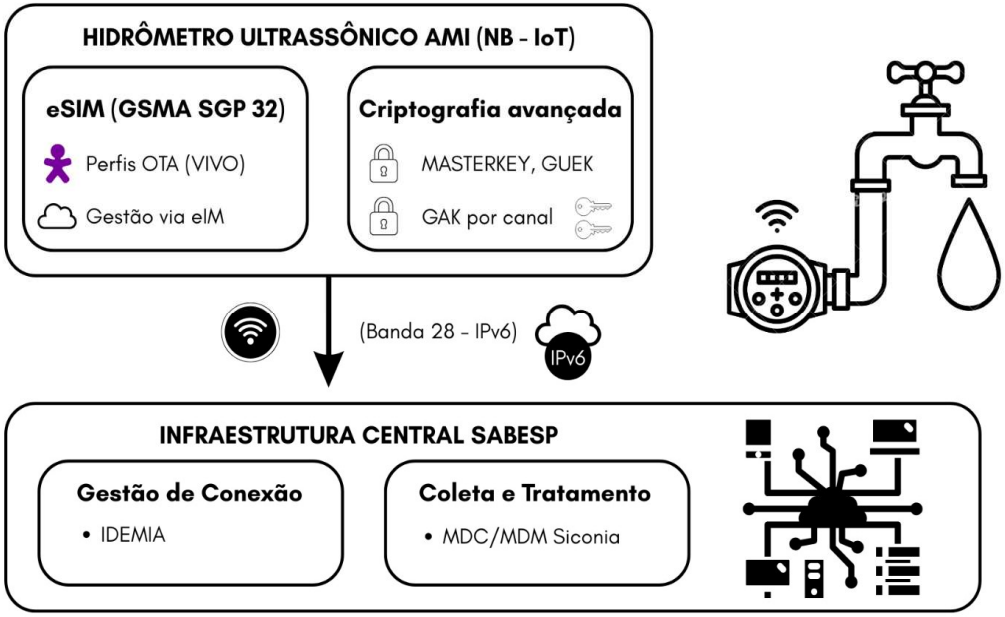
- *Elevado Link Budget:* ganho de até 20 dB via *Coverage Enhancement* (sensibilidade até - 130 dBm para locais profundos).
- *Espectro Licenciado:* operação em 700 MHz (Banda 28), imune a interferências de redes ISM não licenciadas.



Fonte: Autoria própria, 2026.

Análise Comparativa e Estudo de Caso (Premissas SABESP)

- **Requisitos Técnicos (Nota Técnica Nº 001/KR/2026)**
- Medidores eletrônicos ultrassônicos de alta precisão.
- Integração de eSIM soldado com suporte a provisionamento remoto (RSP) sob norma GSMA SGP.32.



Fonte: Autoria própria, 2026.

Análise Comparativa e Estudo de Caso (Premissas SABESP)

Encontro Técnico AESABESP
37º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

- **Arquitetura de Segurança Cibernética**

- Inicialização via *Shipment Files* certificados em ICP-Brasil.

- Segregação estrita de chaves criptográficas por dispositivo e por canal (NB-IoT vs. óptico local):

1. MASTERKEY (gestão e rotação de chaves);
2. GUEK (cifragem e sigilo do consumo);
3. GAK (autenticação e integridade de mensagens).

- **Limites Atuais**

- Mesmo com segurança e telecomunicações estritas, a ausência de padrão universal na camada de aplicação impõe o uso inicial de abordagens proprietárias.

RESULTADOS
(O Framework DLMS WSM GCP - 2025)

Encontro Técnico AESABESP
37º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

- **Normatização DLMS UA 1015-1 (Outubro/2025)**

- Extensão oficial do DLMS/COSEM para água e gás junto à IEC.

- **Casos de Uso (UC) Padronizados em Nível Plug-and-Play**

- UC3 (Leitura sob Demanda): consultas síncronas de volume e consumo direto pelo HES.

- UC16 (Alarmes e Eventos Críticos): semântica universal para fluxo reverso, vazamentos internos, rompimento de rede e fraude magnética/mecânica.

- UC17 (Controle de Ativos e Disponibilidade): testes lógicos de conectividade e comando remoto de válvulas integradas (corte/religa).

RESULTADOS
(Eficiência Energética: SCHC + PSM/eDRX)

Encontro Técnico AESABESP
37º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

- **O Desafio do Overhead**

- DLMS tradicional possui cabeçalhos pesados para hidrômetros a bateria.

- **Solução com Compressão SCHC (RFC 8724)**

- Substitui cabeçalhos fixos e repetitivos (IPv6/UDP/DLMS) por identificadores de contexto estático (~ 1 byte).

- Transmite estritamente o *payload* útil da medição.

RESULTADOS
(Eficiência Energética: SCHC + PSM/eDRX)

Encontro Técnico AESABESP
37º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

- **Economia de Energia no NB-IoT**

- PSM (*Power Saving Mode*): mantém o registro na operadora celular, mas desliga o rádio (consumo em microamperes).

- eDRX (*extended Discontinuous Reception*): janelas controladas e flexíveis para recepção de comandos.

- Viabilidade: assegura a exigência editalícia de mais de 10 anos de autonomia de bateria sem intervenção em campo.

ANÁLISE E DISCUSSÃO

Encontro Técnico AESABESP
37º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

- **Impacto Econômico e Redução do TCO:**

- Elimina a necessidade de desenvolvimento e suporte a múltiplos *drivers* proprietários por fabricante no HES.

- A concorrência em licitações passa a focar em qualidade metrológica, robustez fabril e custo de hardware.

- **Convergência de Redes (Operadora + Padrão Aberto)**

- A operadora (ex.: Vivo) garante capilaridade urbana, segurança eSIM (SGP.32) e penetração de sinal.

- O DLMS WSM garante inteligência semântica e soberania de dados sem penalizar o consumo energético.

- Nivelamento do saneamento aos mesmos patamares de automação e governança do setor elétrico.

CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

A conectividade NB-IoT resolve o transporte, mas requer **padronização** na camada de aplicação para evitar riscos severos de *vendor lock-in* e custos elevados de integração.

O perfil DLMS WSM GCP (2025) viabiliza tecnicamente a **unificação** dos dados operacionais e **protege** os investimentos massivos das concessionárias.

ABNT: mobilização de comitês para nacionalização/tradução das normas DLMS/COSEM WSM (GCP 2025).

Editais Públicos: inclusão mandatória de conformidade ao perfil DLMS WSM nos termos de referência de concessionárias estaduais e privadas para blindar as contratações contra a obsolescência tecnológica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Nota Técnica Nº 001/KR/2026: Requisitos para Integração de Novos Hidrômetros AMI via Rede NB-IoT. São Paulo: SABESP, Diretoria de Proteção de Receitas, 2026a.

2. COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Termo de Referência - Complemento Hidrômetros Ultrassônicos. São Paulo: SABESP, SSE Contratações Estratégicas, 2026b.

3. COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (SABESP). Especificação Técnica - Homologação de Conectividade para Hidrômetros AMI - N° 002. São Paulo: SABESP, Diretoria de Proteção de Receitas, 2026c.

4. DEUSSOM DJOMADJI, E. M.; CYRILLE, F.; DAVID, M.; SONE, M. E. Design of an NB-IoT Smart Metering solution: Coverage and capacity planning: Case of Yaoundé and Douala. International Journal of Computer Applications, v. 184, n. 2, Mar. 2022.

5. DLMS USER ASSOCIATION. AC Electricity Smart Meter GCP / Water Smart Meter Framework. DLMS UA 1015-1, Ed. 1, V2.0, Out. 2025.

6. GARCÍA-MARTÍN, J. P.; TORRALBA, A.; HIDALGO-FORT, E.; DAZA, D.; GONZÁLEZ-CARVAJAL, R. IoT solution for smart water distribution networks based on a low-power wireless network, combined at the device-level: A case study. Internet of Things (Elsevier), v. 22, n. 100746, 2023.

7. IEC 62056. Electricity metering data exchange - The DLMS/COSEM suite. International Electrotechnical Commission (IEC).

8. WALINGO, T.; MASONDO, O.; GHAYOOR, F.; NANDLAL, A.; BHANA, D. Towards a Combined Energy and Water AMI Smart Metering Framework. Energies, v. 19, n. 1449, Mar. 2026.

9. INFOMONEY. Sabesp e Vivo lançam projeto para substituição de hidrômetros em SP. InfoMoney, Business, 11 fev. 2026. Disponível em: https://www.infomoney.com.br/business/sabesp-e-vivo-lancam-projeto-para-substituicao-de-hidrometros-em-sp/.

10. KOHOUT, D.; LIESKOVAN, T.; MLYNEK, P. Smart Metering Cybersecurity—Requirements, Methodology, and Testing. Sensors, v. 23, n. 4043, 2023.

11. MYOUNG, N.; KWON, Y.; PARK, M.; EUN, C. Data Interworking Model and Analysis for Harmonization of Smart Metering Protocols in IoT-Based AMI System. Sensors, v. 23, n. 2903, 2023.

12. PALERMO, S. A.; MAIOLO, M.; BRUSCO, A. C.; TURCO, M.; PIROUZ, B.; GRECO, E.; SPEZZANO, G.; PIRO, P. Smart Technologies for Water Resource Management: An Overview. Sensors, v. 22, n. 6225, 2022.

13. QUISPE, A. A.; DE OLIVEIRA, W. L.; HECK, G. C.; IANTORNO, L. M.; DA FONSECA, P. H.; RIELLA, R. J. DLMS over Wi-SUN FAN Networks: Performance Evaluation. Applied Sciences, v. 15, n. 12499, 2025.

14. SAGEMCOM E&T SAS. Perfil de comunicação AMI Sabesp. Documento Técnico CP.001, v0.3, 2026.

15. SODRÉ, I. (Reuters). Sabesp e Vivo anunciam projeto para substituição de hidrômetros em SP. CNN Brasil, Economia, Macroeconomia, 11 fev. 2026.

16. VIVO MEU NEGÓCIO. Vivo e Sabesp: Hidrômetro inteligente, como a tecnologia está transformando a gestão de recursos hídricos. Cases, Especial, 29 ago. 2025. Disponível em: https://vivomeunegocio.com.br/cases/especiais/vivo-e-sabesp/.

Obrigado!

Encontro Técnico AESABESP
37º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

AESABESP 40 Anos
Associação dos Engenheiros da Sabesp

Francisco Davi de Carvalho Rebouças
davi.reboucas91@gmail.com
(85)99975-4641

Coautores

Giovanni Cordeiro Barroso
gcb@fisica.ufc.br

Raimundo Furtado Sampaio
rfurtado@dee.ufc.br

Lucas Silveira Melo
lucassmelo@dee.ufc.br

João Paulo dos Santos Silva
joao.paulo.2011@live.com