

Proposta de Especificação Técnica: Hidrômetro Eletrônico Pré-Equipado com Módulo de Telemetria RF 434 MHz

1. Introdução e Escopo

Esta especificação técnica estabelece os requisitos funcionais, técnicos, de desempenho e de conformidade para hidrômetros eletrônicos pré-equipados para comunicação, acoplados a módulos de telemetria por radiofrequência (RF) operando na faixa de 434 MHz. O conjunto, composto pelo hidrômetro e pelo módulo de telemetria, destina-se à medição precisa do consumo de água em unidades consumidoras e à transmissão remota dos dados de leitura e eventos operacionais para um sistema central de gestão. O escopo abrange as características metrológicas do hidrômetro, as funcionalidades do módulo de telemetria, incluindo a detecção de eventos específicos como vazamentos, fraudes magnéticas, desacoplamento do módulo e fluxo reverso, bem como os requisitos de comunicação, alimentação, segurança e conformidade com as normativas brasileiras vigentes, notadamente as do INMETRO e da ANATEL.

O objetivo é definir um padrão robusto e confiável para a implementação de sistemas de medição inteligente de água, garantindo a interoperabilidade, a segurança dos dados e a longevidade dos equipamentos em campo, alinhado às necessidades de monitoramento e gestão eficiente dos recursos hídricos e detecção de anomalias no sistema de distribuição e consumo.

2. Referências Normativas

Os equipamentos objeto desta especificação deverão atender integralmente aos requisitos estabelecidos nas seguintes normas e regulamentos, em suas versões mais recentes:

- **ABNT NBR ISO 4064 (Partes 1 a 5):** Hidrômetros para água potável fria e água quente.
- **Portaria INMETRO nº 246/2000:** Regulamento Técnico Metrológico para hidrômetros para água fria.
- **Portaria INMETRO nº 155/2022 (ou mais recente):** Aprovação de Modelo de Instrumentos de Medição (quando aplicável a hidrômetros eletrônicos).

- **Resolução ANATEL nº 680/2017:** Regulamento sobre Equipamentos de Radiocomunicação de Radiação Restrita.
- **Resolução ANATEL nº 715/2019:** Regulamento de Avaliação da Conformidade e Homologação de Produtos para Telecomunicações.
- **ABNT NBR IEC 60529:** Graus de proteção providos por invólucros (Códigos IP).
- **Normas Técnicas da SABESP:** Aplicáveis a hidrômetros e sistemas de medição (a serem consultadas e incorporadas conforme necessidade específica do projeto).
- **Outras normas ABNT e internacionais (ISO, IEC, ITU):** Aplicáveis a componentes eletrônicos, baterias, segurança de dados e protocolos de comunicação, conforme detalhado nas seções subsequentes.

Em caso de conflito entre normas, prevalecerá a mais restritiva ou aquela explicitamente definida pela entidade contratante.

3. Definições

Para os fins desta especificação, aplicam-se as seguintes definições, além daquelas constantes nas referências normativas:

- **Hidrômetro Eletrônico Pré-Equipado:** Instrumento de medição de volume de água que utiliza tecnologia eletrônica para registro e indicação do consumo, dotado de interface padronizada (neste caso, indutiva) para acoplamento de módulo de comunicação externo, sem necessidade de intervenção física no medidor após sua fabricação.
- **Módulo de Telemetria:** Dispositivo eletrônico acoplável ao hidrômetro pré-equipado, responsável pela leitura dos dados de medição através da interface indutiva, processamento, armazenamento temporário, detecção de eventos e transmissão dos dados via radiofrequência (RF).
- **Interface Indutiva:** Sistema de comunicação sem contato físico direto entre o hidrômetro e o módulo de telemetria, baseado em acoplamento magnético ou por indução, que permite a transferência segura de dados de leitura e status.
- **Faixa de Frequência 434 MHz:** Banda de frequência compreendida entre 433,05 MHz e 434,79 MHz, designada pela ANATEL para aplicações de radiação restrita, incluindo sistemas de telemetria e automação.
- **Totalização de Dados:** Processo realizado pelo módulo de telemetria que consiste na leitura e acúmulo dos dados de volume medido pelo hidrômetro.
- **Detecção de Vazamento:** Funcionalidade do módulo que identifica padrões de consumo contínuo em baixo fluxo, indicativos de possíveis vazamentos na instalação hidráulica do consumidor.

- **Detecção de Fraude Magnética:** Capacidade do módulo de identificar a presença de campos magnéticos intensos (ex: super ímã) próximos ao hidrômetro, com o objetivo de interferir na medição.
- **Detecção de Desacoplamento:** Funcionalidade que alerta sobre a remoção física, acidental ou intencional, do módulo de telemetria do corpo do hidrômetro.
- **Detecção de Fluxo Reverso:** Capacidade do hidrômetro ou do módulo de identificar e registrar a ocorrência de fluxo de água no sentido contrário ao da medição principal.
- **Sistema Central:** Plataforma de software e infraestrutura responsável por receber, armazenar, processar e disponibilizar os dados e eventos transmitidos pelos módulos de telemetria.
- **LoRaWAN (Long Range Wide Area Network):** Protocolo de comunicação de baixa potência e longo alcance para redes de área ampla, operando em bandas de frequência não licenciadas (incluindo sub-bandas de 433 MHz em algumas regiões, verificar regulamentação ANATEL específica para o Brasil).
- **wM-Bus (Wireless Meter-Bus):** Padrão europeu (EN 13757) para comunicação sem fio em sistemas de medição remota, com modos de operação que podem ser adaptados à faixa de 434 MHz.

4. Requisitos Gerais

O conjunto hidrômetro e módulo de telemetria deve formar uma solução integrada, robusta e confiável para medição e comunicação remota. A instalação e o comissionamento devem ser simplificados, minimizando a necessidade de ferramentas especiais ou configurações complexas em campo. A solução deve garantir a integridade e a segurança dos dados medidos e transmitidos, desde o ponto de medição até o sistema central. A vida útil esperada para o conjunto em condições normais de operação deve ser compatível com os ciclos de substituição de hidrômetros definidos pela regulamentação e pelas políticas da empresa de saneamento, com especial atenção à durabilidade da bateria do módulo de telemetria.

5. Requisitos Técnicos do Hidrômetro

O hidrômetro deve ser do tipo eletrônico, volumétrico ou velocimétrico, pré-equipado de fábrica com uma interface de comunicação indutiva padronizada e não invasiva. Deverá atender integralmente à norma ABNT NBR ISO 4064 e ao Regulamento Técnico Metrológico do INMETRO (Portaria nº 246/2000 e/ou nº 155/2022, conforme aplicável), possuindo aprovação de modelo válida. A classe metrológica mínima exigida é a Classe C (ou R160 conforme nova nomenclatura ISO 4064), garantindo alta precisão em baixas vazões. O mostrador local (display) deve ser de fácil leitura, preferencialmente digital

(LCD), indicando o volume acumulado com resolução adequada (mínimo de 5 dígitos inteiros e 3 decimais para volumes em m³) e eventuais códigos de status ou alarme básicos. O corpo do hidrômetro deve ser fabricado em material resistente à corrosão e ao desgaste (ex: liga de cobre, polímero de engenharia de alta resistência), adequado para contato com água potável. A faixa de temperatura de operação deve ser compatível com as condições climáticas locais (ex: 0°C a 50°C). O hidrômetro deve possuir grau de proteção mínimo IP68, garantindo estanqueidade mesmo em condições de submersão temporária. A interface indutiva deve ser claramente identificada e posicionada para facilitar o acoplamento do módulo de telemetria, garantindo a transmissão confiável do índice de leitura (volume acumulado) e, se disponível, informações adicionais como detecção de fluxo reverso intrínseca ao medidor.

6. Requisitos Técnicos do Módulo de Telemetria

O módulo de telemetria será um dispositivo eletrônico compacto e robusto, projetado para ser acoplado externamente ao hidrômetro pré-equipado através da interface indutiva. O acoplamento deve ser seguro e estável, resistente a vibrações e tentativas de remoção não autorizada.

6.1. Leitura e Processamento

O módulo deve ser capaz de ler o índice de volume acumulado do hidrômetro através da interface indutiva em intervalos de tempo configuráveis (ex: a cada hora ou conforme demanda do sistema central). Deve realizar a totalização interna dos dados lidos. O módulo deve possuir capacidade de armazenamento não volátil (memória interna) para registrar um histórico de leituras (ex: últimas 45 dias de leituras diárias ou últimas 24 leituras horárias) e eventos detectados, garantindo a recuperação de dados em caso de falha temporária de comunicação.

6.2. Comunicação RF

O módulo deve operar na faixa de frequência de 434 MHz (433,05 MHz a 434,79 MHz), em conformidade com a Resolução ANATEL nº 680/2017 para equipamentos de radiação restrita. A potência de transmissão, a largura de banda e o ciclo de trabalho devem respeitar estritamente os limites estabelecidos pela ANATEL para esta faixa. O protocolo de comunicação a ser utilizado (ex: LoRaWAN, wM-Bus S1/T1 adaptado, ou protocolo proprietário otimizado para a aplicação) deve ser especificado em detalhe, incluindo modulação (ex: FSK, LoRa), taxa de transmissão, formato dos pacotes de dados e mecanismos de acesso ao meio (ex: ALOHA, LBT - Listen Before Talk). O módulo deve possuir antena interna ou prever conector para antena externa, com ganho e padrão de irradiação adequados para garantir o alcance necessário na topologia da rede de coleta.

A configuração dos parâmetros de rede (ex: chaves de segurança, identificadores de rede e dispositivo) deve ser possível de forma segura, preferencialmente por meio de ferramentas de provisionamento específicas ou comunicação de curto alcance (ex: NFC, Bluetooth Low Energy) durante a instalação.

6.3. Detecção de Eventos

O módulo deve implementar algoritmos para detecção e registro dos seguintes eventos:

- * **Vazamento:** Detectar fluxo contínuo acima de um limiar mínimo configurável por um período prolongado (ex: fluxo > X litros/hora por mais de Y horas consecutivas). O limiar e a duração devem ser parametrizáveis.
- * **Fraude Magnética:** Utilizar sensor magnético interno para detectar a presença de campos magnéticos externos de alta intensidade (compatíveis com super ímãs) que possam interferir no funcionamento do hidrômetro ou da interface indutiva. O limiar de detecção deve ser definido para evitar falsos positivos.
- * **Desacoplamento:** Detectar a remoção física do módulo do hidrômetro, seja por meio de sensor mecânico/óptico ou pela perda de comunicação com a interface indutiva. O evento deve ser registrado e transmitido imediatamente ou na próxima janela de comunicação.
- * **Fluxo Reverso:** Se o hidrômetro não possuir detecção intrínseca, o módulo deve inferir a ocorrência de fluxo reverso (se tecnicamente viável pela interface indutiva) ou, no mínimo, registrar e transmitir o alarme de fluxo reverso gerado pelo hidrômetro, caso este o disponibilize via interface.
- * **Bateria Baixa:** Monitorar o nível da bateria interna e gerar um alarme quando atingir um nível crítico pré-definido, indicando a necessidade de substituição.

Os eventos detectados devem ser registrados com data e hora e transmitidos ao sistema central juntamente com as leituras regulares ou em mensagens de alarme dedicadas, conforme a criticidade do evento e a configuração do protocolo de comunicação.

6.4. Alimentação

O módulo deve ser alimentado por bateria interna de longa duração, não recarregável (ex: cloreto de tionila-lítio - Li-SOCl₂), projetada para garantir uma autonomia mínima de 10 anos, considerando um perfil de leitura e transmissão padrão (ex: uma transmissão diária de leitura e eventos). O cálculo da autonomia deve ser apresentado pelo fabricante, detalhando o consumo em cada modo de operação (leitura, processamento, transmissão, espera) e o perfil de uso considerado. A bateria deve ser substituível em campo, preferencialmente sem a necessidade de remover o módulo do hidrômetro ou de ferramentas especiais.

6.5. Invólucro e Proteção Ambiental

O módulo deve possuir invólucro robusto, fabricado em material resistente a intempéries, raios UV e impactos (ex: policarbonato, ABS com tratamento UV). Deve possuir grau de proteção mínimo IP67, garantindo proteção contra poeira e imersão temporária em água. A faixa de temperatura de operação deve ser ampla (ex: -10°C a +60°C) e compatível com as condições ambientais de instalação.

6.6. Segurança

A comunicação entre o módulo e o sistema central deve ser protegida por mecanismos de segurança robustos, incluindo, no mínimo, criptografia dos dados transmitidos (ex: AES-128) e autenticação mútua entre o dispositivo e a rede, para prevenir acesso não autorizado, interceptação ou manipulação dos dados. As chaves de segurança devem ser gerenciadas de forma segura durante o provisionamento e ao longo da vida útil do dispositivo.

6.8. Conformidade e Certificação

O módulo de telemetria deve possuir certificação de homologação da ANATEL, comprovando o atendimento aos requisitos técnicos e regulatórios para equipamentos de radiocomunicação operando na faixa de 434 MHz. O conjunto hidrômetro-módulo pode necessitar de avaliação de conformidade adicional dependendo das exigências da entidade contratante ou de regulamentações específicas para sistemas de medição inteligente.