

Projeto 3: PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE COMUNICAÇÃO EM MALHA(MESH) BASEADO NOS PADRÕES GLOBAIS WI-SUN 1.X PARA MICROMEDIÇÃO DE CONSUMO DE ÁGUA E IDENTIFICAÇÃO DE PERDAS TÉCNICAS OU COMERCIAIS

Responsável Técnico: Luciano Carstens

Cargo: Gerente de Área

Titulação: Doutorado

E-mail:
luciano.carstens@lactec.org.br

Tel: (41) 99252-3334

Viagem e Diária
Sim (X) Não ()

Nº Viagem: 17 (R\$25.500,00)
Nº Diária: 51 (R\$22.389,00)

Contextualização, justificativa e informações relevantes

Mensalmente a empresa de distribuição de água deve gerar as faturas para receber a remuneração justa pelo serviço prestado. Ocorre que, como o consumo é variável, se faz necessária a medição periódica (normalmente mensal) do valor realmente consumido em cada ponto de entrega.

Atualmente é utilizada a figura do leiturista, que deve se deslocar periodicamente até o ponto de entrega e registrar o valor consumido. Adicionalmente, outro serviço necessário é o chamado corte/religamento no ponto de entrega, seja por solicitação do próprio cliente ou por problema de inadimplência comercial.

Sabe-se também que o índice de perdas técnicas (vazamentos) e comerciais (furtos, gatos, etc.) contribuem para a perda de faturamento. Portanto, a busca de uma solução para automatização do processo de medição pode se traduzir em melhor eficiência operacional para a empresa, a partir da determinação de padrões de consumo e de outras variáveis de interesse.

As empresas de distribuição de energia elétrica são as que primeiramente estão passando por um processo de evolução tecnológica por meio da substituição dos medidores de energia elétrica convencionais, por medidores inteligentes com eletrônica embarcada e conectividade através de redes sem fio, viabilizando a tele medição, processo este conhecido como “smart grid” ou redes Inteligentes.

Porém, diferentemente dos medidores de consumo de energia elétrica, que logicamente já contam com a facilidade da energização para seu funcionamento no ponto de entrega, próximo do medidor de consumo de água nem sempre haverá a energia elétrica disponível para funcionamento do medidor de água eletrônico.

Neste trabalho de pesquisa e desenvolvimento, pretende-se abordar não somente o problema da conectividade sem fio mais eficiente, mas também o problema da energização dos medidores visando sua sustentabilidade energética e como manter a funcionalidade da tele medição de água com comunicação sem fio de forma segura, econômica, ininterrupta e confiável.

O projeto irá gerar uma aplicação pioneira (em nível nacional e internacional) do recém especificado protocolo Wi-SUN 1.x, viabilizando a implementação de rede mesh, aderente à internet de baixa energia (6LowPAN) para medição de consumo de água de forma distribuída.

Adicionalmente o possível compartilhamento da infraestrutura física de comunicação com as prestadoras de serviço de energia elétrica, que também vem adotando o protocolo Wi-SUN, nos seus sistemas de Smart Grid, permitirá a redução de custos de implantação e manutenção.

Outro fator inovador a ser obtido no projeto é uma lista de possíveis novas aplicações, com suas respectivas necessidades de banda de comunicação, que poderão ser utilizadas sobre essa mesma rede mesh compartilhada sem que ocorra degradação dos atuais serviços em execução sobre a rede, com isto aumentando valor sem aumentar custo.

Pergunta de Pesquisa: o problema do estudo deve ser uma especificação do tema da pesquisa, devendo ser bem definido e apresentado na forma interrogativa. A pergunta deve ser específica, clara, explícita e operacional, com o objetivo de se chegar, ao final do estudo, a uma resposta.

O protocolo de comunicação Wi-SUN 1.X pode ser uma alternativa viável na implantação de sistemas de tele medição sem fio do consumo de água, de forma segura, econômica e confiável?

Objetivos e Metas: a pesquisa no setor de saneamento deve ter metas bem definidas e resultados previstos, por ser diferente da pesquisa acadêmica pura, que se caracteriza pela liberdade de investigação.

Objetivo geral:

Desenvolver solução de baixo custo para o processo de medição do consumo de água nos pontos de entrega aos consumidores, de forma automatizada.

Objetivos Específicos:

- (1) Pesquisar, definir, especificar, desenvolver, implementar, prototipar e validar em laboratório e campo topologia de redes de comunicação com elevada permeabilidade, confiabilidade, segurança e economicidade que permita a viabilização de um sistema para tele medição, tele supervisão e tele comandos da rede de distribuição de água, buscando melhorar a eficiência operacional da empresa e prestar um serviço de melhor qualidade aos seus consumidores.
- (2) Comparar e confrontar a tecnologia Wi-SUN 1.x em termos de requisitos, custo, aplicabilidade, segurança, cobertura, expansibilidade, etc com as topologias de rede tradicionais que utilizam topologia estrela, entre as quais: LoraWAN, NB-IoT, Cat-M, etc.
- (3) Desenvolver um sistema web responsivo para que os clientes acessem seus dados de consumo que serão disponibilizados em intervalos definidos e também para a concessionária visualizar os valores das medições realizadas.

Metas/Etapas:

No	Descrição da meta	Entregável
1	Definição de requisitos e arquitetura do sistema	Documento de requisitos do sistema e detalhamento da arquitetura do sistema de comunicação.
2	Desenvolvimento de hardware / firmware e sistema web	Protótipo de telas do sistema web. e projeto de módulos de rádio com firmware embarcado.
3	Prototipação de rede de comunicação em laboratório e Desenvolvimento do sistema Web	Protótipo de rede <i>mesh</i> laboratorial incluindo todos os elementos de rede necessários para validar o conceito de tele medição do consumo de água e acesso remoto a estes dados.
4	Desenvolvimento e montagem de sistema piloto e Desenvolvimento do sistema web	Liberação da versão de software do sistema web validada e o projeto piloto funcional de rede de comunicação sem fio, com todas as correções e aperfeiçoamentos identificados e corrigidos no

		protótipo laboratorial, que permitam prosseguir para a etapa seguinte de instalação e validação em campo.
5	Instalação em campo, avaliação de desempenho e relatórios finais	Versão final do sistema web, relatórios finais de desempenho da rede <i>mesh</i> com dados obtidos do projeto piloto instalado em campo.
6	Produção de relatório final e transferência de conhecimento	Relatório final do trabalho de pesquisa, workshops de treinamento e transferência de conhecimento.

Metodologia:

A metodologia empregada nesta pesquisa consiste na execução dos seguintes passos, os quais estão diretamente relacionados às etapas da pesquisa:

- 1) Analisar a questão de pesquisa, efetuar a definição dos requisitos e modelar a arquitetura do sistema.
Os requisitos da rede de comunicação de elevada capilaridade e abrangência serão elencados visando gerar uma arquitetura de sistema adequada à aplicação de tele medição de consumo de água.
O documento de requisitos define as necessidades do usuário, contém os requisitos funcionais e não funcionais. Esse documento é elaborado considerando as informações levantadas durante a execução da etapa, como o mapeamento da Jornada do Usuário e o documento de Arquitetura da Informação.
- 2) Desenvolver o hardware, o firmware e o sistema web (especificação).
Será utilizada metodologia de desenvolvimento de hardware que envolve o projeto de circuitos impressos, a aquisição de componentes eletrônicos, a montagem de protótipos e o ensaio em laboratório.
O desenvolvimento do firmware será baseado nas ferramentas de compilação e debug para protocolo Wi-SUN disponibilizadas gratuitamente pelos fabricantes de circuitos integrados de rádio *mesh*.
Para o sistema web serão especificadas as telas que farão parte do sistema, bem como o protótipo navegável de telas, contendo o fluxo de interação entre as funções, bem como será utilizada a metodologia Scrum.
Serão adotadas entregas incrementais e *sprints* de períodos curtos de desenvolvimento, o que permitirá realizar ajustes nos objetivos com facilidade, a cada nova *sprint*. Esta metodologia é bastante utilizada para guiar o desenvolvimento de sistemas onde é difícil de se prever todas as funcionalidades desejadas de antemão.
- 3) Prototipação de rede de comunicação em laboratório e desenvolvimento do sistema Web (codificação).
Nesta etapa serão implementados todos os elementos de rede necessários para a validação da rede *mesh* com protocolo Wi-SUN 1.x. Esta rede utilizará modelos de medidores de consumo de água equipados com transdutores de sinais para captura dos dados de consumo.
Nesta etapa será codificado o sistema web, seguindo as especificações elaboradas na etapa anterior.
- 4) Desenvolvimento e montagem de sistema piloto e desenvolvimento do sistema web (testes e correções).

Nesta etapa serão efetuados testes no sistema completo em ambiente controlado, permitindo que sejam realizados aperfeiçoamentos e correções necessárias, tanto a nível de hardware quanto de firmware e software, incluindo mecanismos de proteção, que permitam a posterior montagem e instalação do piloto para testes e ensaios em condições reais de campo, em local a ser definido pela CAESB.

O principal objetivo dos testes é controlar e garantir a qualidade do produto de software, que é a conformidade aos requerimentos, melhoria contínua, adequação ao uso. Para isso, a principal atividade dos testes é verificar se o produto de software está fazendo o que deveria fazer, de acordo com seus requisitos, com a intenção de encontrar defeitos que devem ser corrigidos pelo desenvolvedor.

5) Instalação em campo, avaliação de desempenho e relatórios finais.

Esta etapa envolverá a equipe de implantação, juntamente com a equipe de desenvolvimento, realizando o checklist para a implantação em campo.

Na sequência, será realizada a implantação em um ambiente virtual (o mais próximo possível ao ambiente) buscando identificar possíveis problemas, e a atualização do checklist da implantação. Quando possível, o processo será realizado em módulos, mitigando possíveis impactos que seriam maiores caso o sistema inteiro fosse implantado de uma só vez.

Os protótipos serão instalados em campo, em local a ser definido pela CAESB, e deverão ficar operando por um período mínimo de 3 meses, para que possam ser adquiridos dados reais de consumo dos usuários participantes do projeto piloto. Deverão ser utilizados métodos redundantes de medição do consumo para comparação da efetividade deste novo método de medição.

6) Produção de relatório final e transferência de conhecimento.

Finalização da documentação do projeto e entrega do relatório final. A transferência de conhecimento gerada neste projeto será continuamente transferida aos participantes do Lactec e da CAESB durante a execução do projeto de pesquisa. Entretanto, está prevista a transferência do conhecimento gerado por meio de workshops de divulgação e treinamento.

Demais Considerações:

VIAGENS E DIÁRIAS: Como a equipe da executora Lactec é sediada em Curitiba/PR, se faz necessária despesas de deslocamento entre as instalações na entidade EXECUTORA (LACTEC) e as instalações na CAESB (Brasília) onde serão instalados os medidores e todo o sistema de telecomunicações sem fio para validar os resultados da pesquisa. Foram estimadas até 17 viagens de deslocamento de equipes ao longo de toda a execução do projeto para que os integrantes possam interagir com a equipe proponente (CAESB) e efetuar a instalação, validação, testes, modificações e adaptações necessárias e remoção dos protótipos em campo. Foram, portanto, previstas em média, 3 viagens em cada etapa. Uma no início dos trabalhos, uma de acompanhamento e outra de finalização.

Benefícios Esperados: devem ser demonstrados separadamente, para os usuários e para a Concessionária, destacando para cada projeto, os impactos relevantes.

Para a Caesb

Inicialmente sua aplicabilidade será na área de concessão da Caesb, considerando o número de medidores estipulado para o projeto piloto, com a possibilidade para abranger os demais consumidores da concessionária que poderão ser beneficiados com a solução. Com a aplicação do projeto estima-se benefícios, como redução de homem hora, redução no tempo de coleta de

dados, redução dos erros de leitura, resultando na redução de erros de medição, e redução nos custos operacionais a partir da identificação de padrões de consumo e outras variáveis de interesse, tais como, consumo mínimo noturno e os coeficientes de maior dia e maior hora de consumo.

Setor de Saneamento

Com a evolução tecnológica e consequente redução nos custos dos medidores, outras empresas poderão fazer uso da tecnologia desenvolvida. Portanto, este projeto tem potencial de ser comercializado, com aplicabilidade nacional e internacional, contemplando até o limite dos clientes nos quais a medição é obrigatória, bem como aqueles que se pretende controlar o consumo de maneira mais efetiva.

Para Sociedade e Meio Ambiente:

Permite adotar medidas que gerenciem e delimitem o consumo, trazendo benefícios econômicos diretos aos usuários, admitindo que eles tenham mais controle sobre seus gastos e desperdícios, identificando oportunidades de economia.

Haverá oportunidade de prestação de serviço de melhor qualidade, aumentando a segurança e a confiabilidade das medições, além de a futura integração de outros sensores e devices de *IoT*, favorecendo a criação do conceito de cidade inteligente, que melhor administra seu público em benefício de toda a comunidade. Espera-se favorecer a sociedade com serviços mais eficientes e consequente redução de gastos para sua prestação.

Âmbito de aplicação do produto principal do projeto

Neste projeto será concebida, desenvolvida e validada uma rede *mesh* que viabilize a função de tele medição de consumo de água de forma abrangente e segura. Inicialmente será desenvolvida uma rede *mesh* com protótipos testes e validação em laboratório. Após aprovação, será montada uma rede *mesh* funcional para validação em campo em local a ser definido pela CAESB, podendo ser estendida futuramente para demais áreas/clientes da CAESB.

Potencial de aplicação do projeto principal

A solução disponibilizada poderá ser aplicada para outros sistemas/dispositivos da CAESB, utilizando o mesmo conceito de telemetria/telecomando sem fio, englobando monitoramento de estações de bombeamento água, macromedidores, reservatórios de distribuição, monitores de pressão, etc. Potenciais funções em que a tecnologia poderá ser aplicada futuramente, além da medição do consumo de água, corte e religamento de fornecimento:

- Aplicação de tarifas por horário, se regulamentação vier a existir;
- Demanda programada conforme a disponibilidade;
- Controle das demandas, considerando horários de pico;
- Integração com outros sistemas da concessionária, como faturamento, supervisão e modelagem hidráulica;
- Integração com sistemas externos, como energia, coleta de resíduos, meio ambiente, entre outros.

Contribuições e Impactos Tecnológicos

A execução deste projeto de PDI irá gerar uma nova metodologia de tele medição de consumo de água que necessitará de um produto inovador composto por medidor de consumo de água equipado com rede *mesh* compatível com o protocolo Wi-SUN 1.x de baixo consumo. Adicionalmente, haverá estudo em nível de rede dados para prever a possível integração com os sistemas de medição legados, permitindo a futura implantação de forma gradual, respeitando planejamento físico orçamentário, e definindo áreas prioritárias para implantação ao término do processo de pesquisa e desenvolvimento.

Também haverá inovação tecnológica de processo, com a mudança no processo de obtenção dos dados de consumo de água. Criando uma metodologia de aferição do consumo real e viabilizando novas formas de relacionamento com os clientes, principalmente se vier a ser adotada a possibilidade do tele corte e do tele religamento nos pontos de entrega do produto. Não será mais necessário o deslocamento físico de leiturista para registrar o consumo de forma periódica. Haverá aumento da eficiência no processo de registro de dados de consumo e com isto a diminuição de erros em registros e faturas. Para isso, deverá ser necessária a troca do parque de medidores de consumo de água, que poderá ser gradual, levando em consideração o volume e o tempo de retorno de investimentos. Poderá ser dada prioridade para região onde ocorre maior inadimplência ou que apresente maiores dificuldades para realizar as aferições de forma presencial.

Contribuições e impactos socioambientais

A água é um insumo valioso e escasso, e perdas nos sistemas de distribuição podem diminuir a oferta desse recurso. Por isso, é fundamental gerenciar de forma eficaz a quantidade de água distribuída e a quantidade efetivamente consumida, por meio da medição precisa e eficiente. Como o objetivo deste projeto é fornecer um sistema que aumente a precisão da medição do consumo de água, isso permitirá a detecção de perdas e a melhoria do fornecimento do insumo à população.

Como ponto negativo, a implementação da tele medição em toda a área de concessão pode exigir a substituição dos medidores, demandando investimentos iniciais. Alternativamente, esta evolução pode ser feita sem a troca dos medidores atuais, porém, realizando um processo de retrofit no qual é inserido um pequeno dispositivo contador de pulsos. Com isso, o investimento pode ser gradual e causar menos impacto econômico para a empresa e para os consumidores. Independentemente da opção escolhida, um sistema de tele medição trará benefícios de longo prazo para a população e para as empresas de distribuição de água, uma vez que a precisão na medição proporciona mais transparência e tarifas mais justas.

Riscos inerentes a pesquisa

Existem riscos relacionados a comunicação, dos dados de leitura dos medidores de água não chegarem ao servidor de coleta de dados. O projeto visa implementar uma série de ações visando mitigar esse risco. Além disso, os equipamentos possuirão leitura local disponível para coleta das informações necessárias. Os itens abaixo detalham as possibilidades identificadas de falha de comunicação:

Risco de falha de comunicação devido à ambiente ruidos e/ou com interferência: apesar do Wi-SUN ser um protocolo de comunicação desenvolvido para funcionamento em ambientes ruidosos e com interferência, há uma possibilidade, ainda que baixa, de que pontos de medição de água estejam localizados em área de sombra de sinal. Para esses casos é possível incluir ou reposicionar repetidores. Além disso, pode ser utilizado Gateway com múltiplos protocolos como por exemplo LoRa e Wi-SUN, dando possibilidade da escolha do melhor meio de comunicação para determinada localização.

Perda de pacotes: como o protocolo Wi-SUN trabalha com múltiplas frequências, é possível que haja perda de alguns pacotes, porém a probabilidade que esse pacote chegue ao seu destino com repetições é alta. No desenvolvimento do módulo de comunicação, será considerado mecanismo para reenvio de informações.

Outras falhas na comunicação: outros fatores, como por exemplo falta de bateria ou vandalismo podem ocasionar a falta de comunicação. O sistema desenvolvido prevê o envio de informações periódicas contendo tensão na bateria, que poderá gerar um alarme identificando necessidade de troca de bateria ou ainda indicar uma falha de comunicação superior a um período pré-determinado que irá alertar para uma necessidade de intervenção em campo.

Risco de impactos ambientais

Um dos impactos ambientais negativos na adoção de medidores com eletrônica embarcada é a necessidade da energia elétrica para seu funcionamento. Em determinadas situações, a própria energia elétrica do cliente pode vir a ser utilizada. Entretanto, é importante garantir a energização dos circuitos eletrônicos de medição de forma independente e segura. Além da alternativa das baterias com tecnologias atuais (que após a sua vida útil exigem descarte adequado), nesses medidores, poderiam estar previstos também novos meios de captura e armazenamento de energia, buscando minimizar o impacto ambiental na geração de resíduos. Tanto os atuais medidores quanto os novos medidores sofrem obsolescência. Conforme as características de construção dos medidores, alguns modelos são passíveis de manutenção de partes e peças. Por outro lado, se os medidores não permitirem manutenção, podem gerar passivo ambiental se não tiverem a destinação correta após o término de sua vida útil.

Risco de impactos na segurança hídrica

Com a telemetria é possível adotar medidas mais eficientes para a gestão de recursos, melhoria da qualidade de vida da população e redução de impactos ambientais. Um dos principais benefícios da tele medição é a possibilidade de monitorar recursos escassos - como a água - em tempo real. Assim, pode-se adotar medidas que delimitem o consumo, trazendo benefícios econômicos diretos aos usuários, permitindo que eles tenham mais controle sobre seus gastos e identifiquem oportunidades de economizar. Além disso, a telemetria permite oferecer um serviço de melhor qualidade, aumentando a segurança e a confiabilidade das medições.

Risco de impactos na qualidade de vida da comunidade

Entre os impactos positivos, tem-se a transformação do modelo de contratação da medição do consumo, que permitirá novas possibilidades de relacionamento comercial e de comunicação com os clientes. É esperada uma transformação da relação entre usuário e concessionária em termos de uma medição mais precisa e conseqüentemente uma fatura mais justa.

Pelo processo atual de medição, as leituras são registradas manualmente por um leiturista e esse registro recebe então os tratamentos técnicos e comerciais até gerarem a fatura correspondente. No caso da telemedição, os registros em meio eletrônico são transmitidos através de rede sem fio até a empresa fornecedora, e prossegue para as áreas técnica e comercial para geração da fatura. Posto que os dados podem ser criptografados desde o ponto de medida, garantindo a integridade e a segurança dos dados até a geração da fatura.

Em relação aos pontos negativos, há de se considerar que toda mudança provoca estresse. Neste sentido, pode haver uma resistência inicial à tecnologia por parte de alguns consumidores que estão acostumados com métodos tradicionais de medição. Para resolver tal impasse, campanhas educativas e informativas poderiam ser veiculadas visando a apresentar aspectos positivos desta solução, como detecção precoce de possíveis vazamentos internos à rede do cliente e minimização nos erros de leitura, por exemplo.

Poderão surgir também reclamações por parte de clientes que anteriormente possuíam medidores mecânicos, os quais, devido ao desgaste, registravam valores de consumo inferiores aos efetivamente fornecidos. No caso da troca do medidor, independente se for por telemedição, provavelmente este novo medidor registrará valores maiores e faturas maiores (porém absolutamente corretos), se comparados aos que eram registrados pelo medidor antigo, provocando reclamações por parte dos clientes.

Além disso, é esperada uma redução na necessidade da interação humana, levando alguns funcionários a uma realocação de cargo. Assim, é crucial que haja um programa de treinamento

para trabalhadores afetados pela tecnologia e o envolvimento da comunidade na adoção de novas tecnologias. Nesse sentido, a transparência e o diálogo aberto com a comunidade são essenciais para garantir que a telemetria seja implementada de maneira responsável e que os impactos negativos na qualidade de vida da comunidade sejam minimizados.

Contribuições e impactos econômicos

O projeto possibilita economia em relação a:

- relação entre o aumento da produtividade e a redução dos custos operacionais;
- melhoria da qualidade da prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário;
- melhoria da gestão de ativos;
- redução de perdas de água.

Tal solução permite a otimização de processos e melhorias na eficiência das empresas de saneamento, por meio da diminuição na alocação de recursos humanos para as atividades de medição de consumo e serviços como corte e religamento, interferindo positivamente nas finanças das concessionárias. Como a tele medição ajuda a identificar problemas rapidamente e reduzir as perdas de água, são geradas economias significativas nos custos operacionais. Além disso, a gestão de ativos também passa por melhorias, uma vez que há maior controle em tempo real de cada ponto de entrega aos consumidores, e se pode verificar o funcionamento dos equipamentos de medição. Com isso, a qualidade na prestação dos serviços de abastecimento de água e esgoto sanitário aumenta, visto que a segurança, confiabilidade e comodidade de seus clientes se ampliam. Nesse cenário, é esperada uma possível diminuição no custeio e possibilidade de redução na tarifa cobrada.

Viabilidade Econômica

Para o cálculo da viabilidade econômica, quando da aplicação das possíveis tecnologias de tele medição a serem avaliadas no projeto, foi utilizado o universo de aproximadamente 1 milhão de unidades consumidoras do Distrito Federal que são atendidas pela CAESB.

Segundo pesquisa do Serasa¹, a inadimplência no pagamento das faturas de serviços públicos no Brasil é de cerca de 23,2%, portanto, o número de unidades consumidoras passíveis da execução do serviço de corte/religamento gira em torno de 232 mil. Com isso, foi feita uma estimativa baseada em outras companhias de saneamento (Sabesp, Sanepar, Casan e Cedae) para encontrar o custo médio da execução do serviço de corte/religação de água, sendo obtido o valor de R\$ 100,00. Assim, o resultado da despesa de corte/religamento pode atingir o valor de R\$ 23,2 milhões, valor que pode ser reduzido com a incorporação da funcionalidade de corte e religamento remoto nos medidores.

Por outro lado, a função de leitura do consumo, realizada atualmente pelo método tradicional com o leitorista é estimado em R\$ 4,00 por consumidor por mês, conforme dados da Sanepar. Desta forma, o custo total com leituras é por volta de R\$ 4 milhões por mês e R\$ 48 milhões por ano, considerando-se o número de consumidores anteriormente indicado. Ainda, cabe destacar que existe o custo aproximado de R\$ 2,50 (fonte: Sanepar), por consumidor, para a emissão/envio da fatura, contudo este dado não está sendo considerado nesse estudo visto que não haverá alteração neste serviço.

Outro aspecto a ser considerado é quanto a diminuição no índice de perdas no faturamento IN013, que busca avaliar, em termos percentuais, o nível da água não faturada do sistema de abastecimento, apresentando uma visão sobre o que a empresa está produzindo e não

consegue faturar. Ou seja, são aquelas que chegam até o consumidor, mas não são cobradas adequadamente devido a fraudes, ligações clandestinas, falhas nas leituras, etc. Estas perdas são denominadas aparentes e recaem sobre o faturamento da empresa de saneamento. Sendo assim, aumentando o volume faturado, também aumentarão as receitas da concessionária. Como referência, segundo o SNIS, esse indicador médio foi de 38,64% e 30,09% no país e em Brasília, respectivamente, no ano de 2020, valores muito acima da média de países desenvolvidos, que é de aproximadamente 15%.

Desta forma, para verificar a viabilidade econômica, pode-se imaginar um cenário onde esse 1 milhão de unidades consumidoras gastam em média R\$ 50 reais mensais em sua fatura de água. Com isso, o faturamento da concessionária seria de R\$ 50 milhões mensais e R\$ 600 milhões anuais. No entanto, esse valor anual de faturamento representa apenas 70% de toda água que deveria ser faturada, pois ocorrem as perdas aparentes mencionadas anteriormente. Assim, com a utilização de medidores mais modernos ou mesmo de inteligência sobre os dados de medição obtidos por meio do novo sistema de medição, pode-se diminuir esse percentual de perdas de 30% para 15%, o que proporcionaria um aumento de R\$ 128,6 milhões no faturamento anual, que passaria para R\$ 728,5 milhões aproximadamente.

Desta forma, com a instalação da solução proposta nesse projeto, pode-se obter uma redução de despesas de até R\$ 71,2 milhões anuais e um aumento de faturamento na ordem de R\$ 128,6 milhões anuais, conforme indicado na tabela abaixo.

Descrição	Atualmente		Após o P&D		Justificativa
	Mensal	Anual	Mensal	Anual	
Faturamento total considerando a quantidade de consumidores e a fatura média mensal por consumidor.	R\$ 50.000.000,00	R\$ 600.000.000,00	R\$ 60.714.285,71	R\$ 728.571.428,57	Aumento no total faturado por conta da diminuição das perdas (de 30% para 15%)
Despesas com corte/religamento, considerando inadimplência de 23,2% dos consumidores	-R\$ 1.933.333,33	-R\$ 23.200.000,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Diminuição de custos com o corte/religamento com equipe técnica, deslocamento, etc.
Despesa com leitura visual considerando 1 milhão de consumidores (R\$ 4,00 por consumidor)	-R\$ 4.000.000,00	-R\$ 48.000.000,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Diminuição de custos com o leitorista, deslocamento, etc.
Total	R\$ 44.066.666,67	R\$ 528.800.000,00	R\$ 60.714.285,71	R\$ 728.571.428,57	

Ademais, a solução apresentada neste projeto de P&D que visa a tele medição, sem as visitas físicas dos leitoristas, trará ainda benefícios em termos de segurança física e ocupacional dos próprios leitoristas (acidentes com cães, acesso difícil a áreas violentas, acidentes de trânsito, etc.) bem como aos consumidores (não estar presente na hora da leitura, erros de medição, etc.). Também, o meio ambiente será beneficiado pela diminuição de emissão de gases de efeito estufa ocasionada pela não necessidade de deslocamento dos leitoristas ou profissionais que procedem aos serviços de corte/religamento.

Considerando o valor de investimento no P&D, de R\$ 1,9 milhão em 2 anos, e comparando este valor com o possível aumento do faturamento conforme os valores apresentados na tabela acima de aproximadamente R\$ 400 milhões, também em 2 anos, percebe-se que o investimento total no P&D representa apenas 0,47 % em relação à expectativa de aumento de faturamento.

Referências:

¹ Falta de pagamento de contas de água e luz bate recorde em março, aponta Serasa. Correio do Povo, 28 de abril de 2022. Disponível em: <<https://www.correiodopovo.com.br/not%C3%ADcias/economia/falta-de-pagamento-de-contas-de-%C3%A1gua-e-luz-bate-recorde-em-mar%C3%A7o-aponta-serasa-1.812954>>

RECURSOS FINANCEIROS (R\$)						
Total Previsto (R\$)	Fontes	Origem dos Recursos Previstos (R\$)				
		Onerosos		Não Onerosos		
		Próprio	Financiamento	Programa PDI	Executora	Parceiros
1.900.683,25	Caesb			1.900.683,25		

Cronograma Físico – Previsto – Ano 1													
Atividade		Mês											
Nº	Descrição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Reunião de kick-off	■											
2	Definição de requisitos e arquitetura do sistema	■	■	■									
3	Desenvolvimento de hardware / firmware e definição do sistema Web				■	■	■	■	■	■			
4	Prototipação de rede de comunicação em laboratório e Desenvolvimento do sistema Web										■	■	■

Cronograma Físico – Previsto – Ano 2													
Atividade		Mês											
Nº	Descrição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	Prototipação de rede de comunicação em laboratório e Desenvolvimento do sistema Web	■	■	■									
5	Desenvolvimento e montagem de sistema piloto e Desenvolvimento e testes do sistema Web				■	■	■	■	■	■			
6	Instalação em campo, avaliação de desempenho e relatórios finais										■	■	■

Cronograma Financeiro – Previsto – Ano 1														
Atividade		Mês												Total
Nº	Descrição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
1	Reunião de kick-off	-												0,00
2	Definição de requisitos e arquitetura do sistema	68.339,26	65.503,26	73.985,26										207.827,78
3	Desenvolvimento de hardware / firmware e definição do sistema Web				68.351,26	82.351,26	85.591,26	77.225,26	71.591,26	71.591,26				456.701,56
4	Prototipação de rede de comunicação em laboratório e Desenvolvimento do sistema Web										71.591,26	71.591,26	92.737,26	235.919,78
Total		68.339,26	65.503,26	73.985,26	68.351,26	82.351,26	85.591,26	77.225,26	71.591,26	71.591,26	71.591,26	71.591,26	92.737,26	900.449,13

Cronograma Financeiro – Previsto – Ano 2														
Atividade		Mês												Total
	Descrição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
4	Prototipação de rede de comunicação em laboratório e Desenvolvimento do sistema Web	92.737,26	98.371,26	92.737,26										283.845,78
5	Desenvolvimento e montagem de sistema piloto e Desenvolvimento e testes do sistema Web				78.737,26	76.037,26	81.671,26	76.037,26	76.037,26	85.671,26				474.191,56
6	Instalação em campo, avaliação de desempenho e relatórios finais										81.671,26	81.671,26	78.854,26	242.196,78
Total	PDI CAESB- Previsto	92.737,26	98.371,26	92.737,26	78.737,26	76.037,26	81.671,26	76.037,26	76.037,26	85.671,26	81.671,26	81.671,26	78.854,26	1.000.234,13

ANEXO I – BUSCA DE ANTERIORIDADE

O Brasil já conta com projetos que promovem a instalação de “smart grids”, que permitem a leitura remota de medidores de energia elétrica, mas ainda há poucos projetos relacionados a redes inteligentes ou medidores inteligentes para registro do consumo de água. Na busca de anterioridade, observou-se iniciativas que possuem, em comum com a proposta, a possibilidade de leitura remota dos dados dos hidrômetros. Porém, diferentemente das pesquisadas, não foram encontrados projetos/pesquisas que tenham como base a rede sem fio *mesh* baseada em padrões abertos (Wi-SUN) que possa ser compartilhada entre diversas aplicações com segurança.

Código P&D	Título	Ano	Empresa Periódico
PD-00383-0055	Estudo dos efeitos da implementação de tecnologias de Redes Elétricas Inteligentes (smart city)- projeto CIDADE INTELIGENTE BÚZIOS		ANEEL
PD-04950-0711	Programa Brasileiro de Redes Elétricas Inteligentes		ANEEL
PD-00382-0042	Sistema de Inteligência para Otimização dos Investimentos em Novas Tecnologias para Redução de Perdas		ANEEL
PD-02866-0515	APLICAÇÕES SMART CITY SOBRE A REDE SMART GRID DE IPIRANGA	2019	ANEEL
PTARH.DM-242/2022	AVALIAÇÃO DOS BENEFÍCIOS DA MEDIÇÃO POR TELEMETRIA EM REDES DE ÁGUA: ESTUDO, MODELAGEM DO CONSUMO E CONTROLE DE PERDAS	2022	Dissertação de Mestrado Universidade de Brasília
v. 2 n. 1 (2022): Revista SIMEP	Desenvolvimento de um hidrômetro inteligente para um consumo consciente	2022	v. 2 n. 1 (2022): Revista SIMEP
978-989-8533-96-8	WACOP: PLATAFORMA DE SOFTWARE PARA MONITORAMENTO DO CONSUMO DE ÁGUA RESIDENCIAL DE FORMA INTELIGENTE	2019	Conferências IADIS Ibero-Americanas
	SMART METERING NO COMBATE ÀS PERDAS APARENTES – CASO DE ESTUDO DE SÃO PEDRO DO CORVAL, REGUENGOS DE MONSARAZ	2021	15º Congresso da Água
	Monitoramento Inteligente do Consumo de Energia Elétrica em Residências Utilizando Recursos de IoT	2022	Anais do Computer on the Beach
	Implantação e avaliação de infraestrutura avançada de medição de energia em uma instituição pública	2020	Dissertação de Mestrado UFSM

WO2013075182A1	Sistema de monitoramento remoto e em tempo real do consumo de energia elétrica, gás encanado ou água aplicado em rede de distribuição residencial, comercial e industrial gerida	2013	PATENTE
	por concessionárias de energia, gás e água		
BR 10 2016 002235 5 A2	SISTEMA E MÉTODO DE TRANSMISSÃO E RECEPÇÃO DE SINAIS ANALÓGICOS MULTICANAL UTILIZANDO REDES DE DADOS SEM FIOS (WIRELESS) CONECTADOS EM EQUIPAMENTOS INTELIGENTES (SMART DEVICES)	2016	PATENTE
BR 10 2015 024167 4	APARELHO PARA GESTÃO DE CONSUMO DE ÁGUA, GÁS E ENERGIA ELÉTRICA POR MEIO DE SMART METERS	2015	PATENTE

Termo de Compromisso

Eu, Fuad Moura Guimarães Braga, Coordenador-Geral do Programa PDI – Adasa, me comprometo a:

1. Zelar cuidadosamente pela economicidade dos projetos, de modo a garantir que os gastos sejam apenas os estritamente necessários para a obtenção dos resultados esperados;
2. Zelar pela fiel execução dos prazos previstos nos cronogramas;
3. Responder às demandas de fiscalização e diligências da Adasa, no prazo solicitado.

Fuad Moura Guimarães Braga

838.607.113-34