

EFICIÊNCIA HÍDRICA COM IOT E IA: MONITORAMENTO INTELIGENTE EM TEMPO REAL

José Hermínio da Silva Filho

Engenheiro Civil, pós-graduado em Sistemas Construtivos de Edificações e Gestão Empresarial. Ex-gerente da Divisão de Medidores da Sabesp, atualmente gerente da Divisão de Serviços Técnicos da Superintendência Centro.

Ariane Albuquerque

Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo com 8 anos de experiência em Gestão de Projetos de Performance com foco em perdas comerciais, atuando como Coordenadora de Projetos na empresa Vita Ambiental Engenharia.

Manuel Rodrigues Perdiz

Formação: Superior – Tecnólogo em Gestão Mercadológica

Experiência: Gestão de Pessoas (Encarregado) / Gestão Comercial (Medição Inteligente IOT, TACE, Irregularidade, Inativas, Medição Individualizada, Agência de Atendimento ao Cliente, Hidrômetro, Cadastro, Fiscalização de Obras e Serviços).

Davi Lemos de Moraes

Tecnólogo em Projetos Mecânico, formado pela Fatec e Cientista de Dados com Pós graduação pela FIA

Trabalha na divisão de serviços técnicos e está atuando na área de tecnologia com o IOT e também na elaboração de pacotes técnicos

Marcio Mancusi

Técnico em Gestão na Sabesp, especialista em caça fraude e fiscal no contrato de telemedição IoT.

Endereço: Rua Sumidouro, 448 - Pinheiros – São Paulo – São Paulo - CEP: 05428-010 - Brasil - Tel: +55 (11) 3388-9125 - e-mail: jherminio@sabesp.com.br.

RESUMO

O projeto "Eficiência Hídrica com IoT e IA: Monitoramento Inteligente em Tempo Real" moderniza o setor de saneamento com tecnologias avançadas. Atualmente, as empresas de saneamento no Brasil monitoram o consumo de água mensalmente, resultando em visão atrasada do consumo e falta de previsibilidade no faturamento.

A iniciativa propõe a instalação de hidrômetros com dispositivos de transmissão de dados em tempo real, permitindo a coleta de dados de duas à doze vezes ao dia. Um diferencial é a instalação de válvulas de corte remoto em dez mil residências, reduzindo custos operacionais nas operações de cobrança administrativa e incentivando os pagamentos das contas em dia. Além disso, 200 sensores de pressão serão instalados, transmitindo dados a cada hora para detectar rapidamente oscilações de pressão que podem indicar vazamentos ou desabastecimento.

O projeto inclui um sistema de inteligência artificial que analisa o consumo, cria perfis detalhados dos clientes, emite alertas e compara perdas entre macromedidores e micromedidores, oferecendo insights valiosos para a gestão do sistema de saneamento.

Com essas inovações, o projeto promete aumentar a eficiência operacional ao automatizar processos, reduzindo significativamente os custos, melhorar o atendimento ao cliente e promover a sustentabilidade no uso dos recursos hídricos. Um avanço significativo no gerenciamento do saneamento, combinando tecnologia de ponta com práticas de gestão avançadas.

PALAVRAS-CHAVE: IoT, Eficiência Hídrica, Saneamento 4.0.

CONTEÚDO DO TRABALHO

INTRODUÇÃO

O setor de saneamento básico no Brasil enfrenta desafios significativos relacionados à eficiência no monitoramento e gestão do consumo de água. Tradicionalmente, as empresas de saneamento realizam a leitura do consumo mensalmente, resultando em uma visão retrospectiva e atrasada do uso de água pelos consumidores. Esse método

impede a identificação imediata de problemas como vazamentos e desabastecimentos, comprometendo a eficiência operacional e a sustentabilidade do sistema.

O projeto "Eficiência Hídrica com IoT e IA: Monitoramento Inteligente em Tempo Real" surge como uma solução inovadora para esses desafios, propondo a integração de tecnologias avançadas de Internet das Coisas (IoT) e Inteligência Artificial (IA) no gerenciamento de recursos hídricos. A iniciativa prevê a instalação de hidrômetros com dispositivos de transmissão de dados em tempo real, permitindo a coleta contínua e atualizada do consumo de água. Além disso, a implementação de válvulas de corte remoto em dez mil residências visa reduzir custos operacionais e incentivar o pagamento em dia das contas de água.

Outro aspecto crucial do projeto é a instalação de 200 sensores de pressão que enviam dados a cada hora, possibilitando a detecção rápida de oscilações na pressão da rede, que podem indicar vazamentos ou desabastecimentos. O sistema também utiliza inteligência artificial para analisar o consumo, criar perfis detalhados dos clientes, emitir alertas e comparar perdas entre macromedidores e micromedidores.

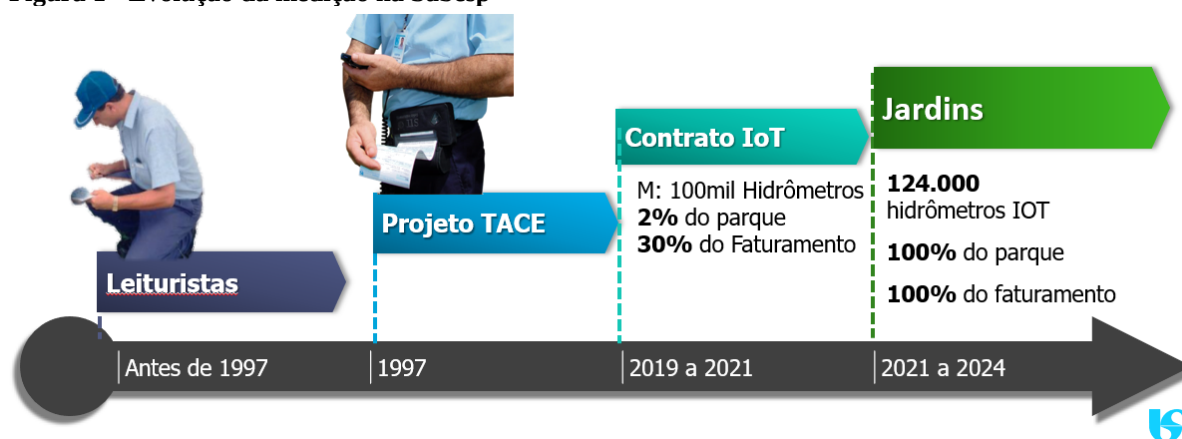
Com essas inovações, o projeto não apenas promete aumentar a eficiência operacional das empresas de saneamento, mas também melhorar significativamente o atendimento ao cliente e promover a sustentabilidade no uso dos recursos hídricos. Este trabalho visa explorar os impactos e benefícios da aplicação de IoT e IA no saneamento, demonstrando como essas tecnologias podem transformar o gerenciamento de água, tornando-o mais eficiente, responsivo e sustentável.

OBJETIVO

O objetivo principal deste trabalho é implementar e avaliar a eficácia de um sistema de monitoramento em tempo real baseado em Internet das Coisas (IoT) e Inteligência Artificial (IA) no setor de saneamento, evoluindo a partir das lições aprendidas com contratos anteriores da Sabesp. A Sabesp tem avançado continuamente no sistema de medição ao longo dos anos. Antes de 1997, a empresa utilizava leituristas para verificar o consumo de água. Em 1997, adotou o TACE como principal meio de medição, e desde então, tem buscado desenvolver métodos para agilizar a verificação e entender melhor o perfil dos clientes.

Em 2019, foi iniciado um projeto pioneiro que implementava medidores com transmissão de dados, mas que enfrentou desafios devido à infraestrutura de telecomunicações inadequada e à obsolescência dos dispositivos de transmissão. Em 2021, um novo contrato foi elaborado, focando em uma área restrita e introduzindo melhorias como válvulas de corte remoto, sensores de pressão e um sistema de IA.

Figura 1 - Evolução da medição na Sabesp



Fonte: Elaboração própria.

O presente projeto visa modernizar o setor de saneamento utilizando as tecnologias de IoT e IA oferecendo uma solução integrada que:

- Reduz o tempo de resposta para a detecção de vazamentos e desabastecimentos com a instalação de sensores de pressão que transmitem dados em tempo real.
- Melhora a precisão e a atualidade das leituras de consumo de água com hidrômetros equipados com dispositivos de transmissão de dados diários.
- Promove a eficiência operacional e a sustentabilidade financeira da empresa com a instalação de válvulas de corte remoto, reduzindo custos operacionais e incentivando os pagamentos em dia.

- Substitui a necessidade de leituristas para a entrega de contas por um sistema de cobrança automatizado baseado em IoT, proporcionando maior eficiência e precisão no faturamento.
- Permite que os clientes acompanhem seu consumo de água diariamente através de uma plataforma digital, promovendo a conscientização e o uso responsável dos recursos hídricos.
- Utiliza IA para analisar padrões de consumo, criar perfis detalhados dos clientes e emitir alertas proativos sobre anomalias no consumo.

Este trabalho visa fornecer uma solução tecnológica integrada que não apenas aumenta a eficiência operacional da Sabesp, mas também melhora significativamente o atendimento ao cliente e promove a sustentabilidade no uso dos recursos hídricos, aprendendo e evoluindo com as experiências passadas.

METODOLOGIA UTILIZADA

Para a execução do projeto "Eficiência Hídrica com IoT e IA: Monitoramento Inteligente em Tempo Real", foi elaborado um contrato em 2021 que especificava a necessidade de cobrir 100% dos clientes da área planejada (Jardins) com medidores com transmissores e válvulas de corte, além da instalação de 200 sensores de pressão. A meta era instalar os 150 mil hidrômetros e dispositivos transmissores até o dia 31 de junho.

O planejamento do projeto envolveu a aquisição e instalação de diversos tipos de hidrômetros. A distribuição dos hidrômetros foi a seguinte: 25% hidrômetros velocimétricos, 29% hidrômetros volumétricos, 15% hidrômetros fornecidos pela Sabesp apenas para instalação, 15% reaproveitamento de hidrômetros já instalados, e 16% reinstalação de hidrômetros com transmissores existentes. Todos os hidrômetros, sejam eles mecânicos, velocimétricos ou volumétricos, utilizam tecnologia indutiva para captação e transmissão de dados. Já os medidores ultrassônicos utilizam transmissão eletrônica. A instalação seguiu o objetivo de cobrir 100% da região planejada até a data estipulada, garantindo que todos os medidores e transmissores fossem adquiridos e instalados conforme o contrato.

Deve-se ressaltar que os medidores devem ser homologados e certificados pelo INMETRO, assim como pela a unidade funcional da Sabesp.

Deve-se ressaltar ainda que todos os transmissores devem estar homologados na Anatel.

Sem as ações citadas não é permitida a instalação dos equipamentos, essa medida visa a manutenção da qualidade e a segurança dos clientes Sabesp.

Figura 2 - Transmissor de dados



Fonte: Elaboração Própria.

Figura 3 - Medidor Volumétrico com Indutivo



Fonte: Elaboração Própria.

Figura 4 - Medidor volumétrico com transmissor instalado



Fonte: Elaboração Própria.

O benefício esperado dessa implementação é a proteção de 100% dos clientes na área mais importante da Sabesp, permitindo uma visão proativa dos acontecimentos. Com esses equipamentos, é possível detectar fraudes, prever consumo, permitir que os clientes acompanhem seu consumo diariamente, promover um consumo consciente e sustentável, e garantir uma previsibilidade de ações jamais vista.

As válvulas de corte também tiveram o mesmo prazo de instalação, totalizando 10 mil unidades. Foram direcionadas a clientes com três débitos pendentes. Essas válvulas, de DN 20, não atendem grandes clientes com altos consumos, que já possuem atendimento diferenciado. As válvulas de corte utilizam a mesma tecnologia de transmissão que os medidores e contêm uma válvula de esfera. O benefício esperado é o maior controle de evasão e a proteção do faturamento.

Figura 5 - Válvula de corte instalada



Fonte: Elaboração Própria.

Os sensores de pressão foram planejados para cobrir todos os 9 setores de abastecimento da área dos Jardins, sendo instalados em pontos críticos e estratégicos para o balanço hídrico da área. Esses sensores transmitem dados a cada hora, permitindo um diagnóstico horário da distribuição de água, a previsão de faltas de abastecimento e a detecção de vazamentos.

Figura 6 - Sensor de pressão instalado



Fonte: Elaboração Própria.

O protocolo de comunicação utilizado varia entre Sigfox, LoRaWAN e NB-IoT, lembrando que o contrato foi elaborado com a premissa de protocolo público, com uma evolução significativa em relação ao último contrato e a todos os contratos atuais de IoT. Atualmente, os equipamentos de transmissão têm a opção de serem híbridos (Sigfox ou LoRaWAN) ou utilizarem modelos de protocolo único. Isso garante que a responsabilidade do contrato seja dividida entre a Sabesp e o consórcio, com penalidades para a empresa vencedora caso não atenda ao SLA de sinal.

A Inteligência Artificial (IA) utilizada no projeto analisa padrões de consumo, cria perfis detalhados dos clientes, emite alertas proativos e compara perdas entre macromedidores e micromedidores. Vale ressaltar que o contrato é de performance, ou seja, caso os dados não tenham o desempenho desejado, o contrato perde valor de medição com penalidades, garantindo assim a qualidade na coleta e transmissão de dados.

Figura 7 - Protocolos de transmissão



Fonte: Yamin, Pernas, Camargo (2021)

RESULTADOS OBTIDOS

À medida que a implantação do projeto "Eficiência Hídrica com IoT e IA: Monitoramento Inteligente em Tempo Real" se aproxima do final de junho, estamos na fase final da instalação de todos os dispositivos, mantendo uma velocidade adequada para cumprir o cronograma esperado. Inicialmente, planejamos a instalação de 150 mil hidrômetros, porém, devido a mudanças na área trabalhada, atualmente abrangemos 140 mil clientes. A área dos Jardins tem experimentado um crescimento vegetativo e uma verticalização nas residências, resultando em um aumento no número de pessoas atendidas, mas uma redução nas novas ligações de água.

Durante a implantação, percebemos que alcançar 100% de proteção ao faturamento é inviável devido a problemas de sinal em locais como subsolos ou espaços inadequados para a instalação de hidrômetros com transmissores. Para

mitigar essas limitações, sugerimos manter um percentual do TACE para atender esses casos específicos. As futuras evoluções tecnológicas podem oferecer soluções adicionais.

Em termos de transmissão de dados, obtivemos resultados positivos, com um SLA de 85% na entrega dos dados e 97% dos pontos utilizados para cobrança do consumo. Para melhorar ainda mais esses números, estamos instalando novas antenas transmissoras e adaptando a tecnologia dos transmissores. Notavelmente, a tecnologia NB-IoT alcançou um resultado de 100% de transmissão, destacando-se como uma solução eficaz.

Para incluir comunidades vulneráveis, instalamos 1.000 hidrômetros em áreas próximas ao Parque Villa Lobos, especificamente nas comunidades do Japiacu e Votoran Jardim Humaitá. Conseguimos alcançar 95% das residências, demonstrando a viabilidade de expandir este tipo de projeto para outras áreas semelhantes no futuro.

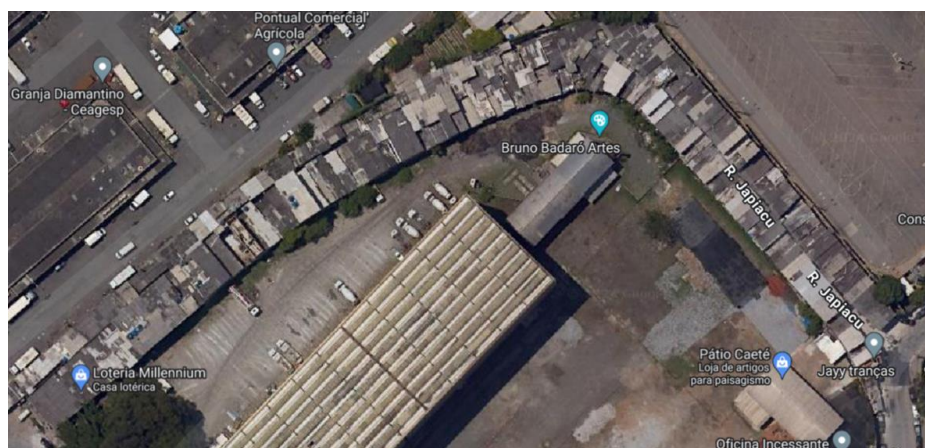


Foto Google: Comunidade Japiacu



Foto Google: Comunidade Japiacu (acessos)



Foto Google: Comunidade Votoran



Foto Google: Comunidade Votoran (acessos)

Quanto à instalação das válvulas de corte, foram instaladas aproximadamente 6.000 unidades até o momento, com a expectativa de aumentar esse número na fase final de instalações. Embora a área trabalhada possua um perfil de clientes que geralmente mantêm suas contas em dia, a instalação das válvulas de corte ainda traz benefícios significativos para a gestão de contas em atraso.



Fonte: Elaboração Própria.

Instalamos 100 sensores de pressão, e embora a integração completa com nossas tecnologias ainda esteja em desenvolvimento, já conseguimos atender nossos clientes de maneira mais assertiva. O potencial para uma mudança de ação reativa para um modelo proativo é significativo, uma vez que o sistema de IA esteja em pleno funcionamento.



Fonte: Elaboração Própria.

Por fim, a inteligência artificial (IA) está na fase final de desenvolvimento e, embora ainda não tenhamos resultados claros para demonstrar, os testes realizados indicam que será uma ferramenta revolucionária, prometendo transformar a gestão hídrica com insights mais precisos e ações mais eficientes.

Adicionalmente, com a instalação de novos hidrômetros no parque atual de ligações, observamos um aumento de 20% no consumo registrado. Este aumento prova que os medidores anteriormente instalados necessitavam de substituição. Só essa ação de troca de hidrômetros garantirá o valor total pago pelo contrato, sem contar todos os outros resultados positivos a serem obtidos.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A implantação do projeto "Eficiência Hídrica com IoT e IA: Monitoramento Inteligente em Tempo Real" tem demonstrado resultados promissores, mesmo estando na fase final de implementação. A análise dos dados obtidos até o momento revela diversas melhorias significativas em termos de eficiência operacional e gestão hídrica.

A transição de medidores tradicionais para dispositivos com tecnologia IoT reduziu consideravelmente o tempo necessário para monitorar o consumo de água e processar a cobrança. Com a instalação de hidrômetros equipados com transmissores de dados, a Sabesp agora pode acessar informações de consumo em tempo real. Esse avanço não apenas elimina a necessidade de leituristas, mas também permite aos clientes monitorar seu consumo diário, promovendo uma gestão mais consciente e sustentável da água.

Embora o objetivo inicial de proteger 100% do faturamento não tenha sido plenamente alcançado devido a problemas de sinal em alguns locais, a implementação de válvulas de corte em 6.000 pontos críticos representa um avanço significativo. Essas válvulas permitem um controle mais rigoroso sobre contas em atraso, embora a área estudada apresente um perfil de clientes com baixo índice de inadimplência. As válvulas de corte, associadas à tecnologia de transmissão de dados, proporcionam uma ferramenta eficaz para a gestão de faturamento e controle de evasão.

A instalação de 100 sensores de pressão nos pontos críticos dos nove setores de abastecimento da área dos Jardins mostrou-se valiosa para o diagnóstico da distribuição de água. Embora a integração completa com a inteligência artificial ainda esteja em desenvolvimento, a utilização desses sensores já melhorou a capacidade de resposta da Sabesp a eventuais problemas de abastecimento e vazamentos. A transição de uma abordagem reativa para uma proativa é uma meta viável, uma vez que a IA esteja totalmente operacional.

A análise dos diferentes protocolos de comunicação (Sigfox, LoRaWAN, NB-IoT) destacou o NB-IoT como a solução mais eficiente, atingindo um impressionante resultado de 100% de transmissão. A instalação de novas antenas transmissoras e a adaptação tecnológica dos transmissores são medidas em andamento que visam aprimorar ainda mais a eficiência na coleta e transmissão de dados. A responsabilidade compartilhada entre a Sabesp e o consórcio vencedor do contrato, com penalidades previstas para o não cumprimento do SLA, garante um compromisso contínuo com a melhoria do serviço.

A substituição dos hidrômetros antigos por novos dispositivos resultou em um aumento de 20% no consumo registrado. Este dado evidencia que os medidores anteriores estavam subestimando o consumo real, e a troca dos hidrômetros foi essencial para garantir uma medição precisa e justa. Este aumento no consumo registrado é suficiente para cobrir o valor total investido no contrato, antes mesmo de considerar os demais benefícios obtidos com a implementação das novas tecnologias.

A instalação de 1.000 hidrômetros em comunidades vulneráveis próximas ao Parque Villa Lobos alcançou 95% das residências, demonstrando a viabilidade de estender o projeto a outras áreas com características semelhantes. Este resultado não apenas promove a inclusão social, mas também assegura uma gestão hídrica mais equitativa e eficiente.

Embora a inteligência artificial ainda esteja em fase de finalização, os testes iniciais indicam um grande potencial para transformar a gestão hídrica da Sabesp. A IA promete oferecer insights detalhados sobre o consumo e comportamento dos clientes, permitindo uma gestão mais precisa e eficiente dos recursos hídricos.

Em resumo, a análise dos resultados obtidos até agora mostra que o projeto está no caminho certo para revolucionar a gestão hídrica na área dos Jardins. As tecnologias implementadas não apenas melhoram a eficiência operacional e a

precisão na medição de consumo, mas também promovem uma gestão mais sustentável e consciente da água, preparando o terreno para futuras inovações e melhorias.

CONCLUSÃO

A implementação do projeto "Eficiência Hídrica com IoT e IA: Monitoramento Inteligente em Tempo Real" trouxe avanços significativos para a gestão hídrica na área dos Jardins. A utilização de tecnologias de IoT e IA permitiu melhorias substanciais na eficiência operacional, monitoramento do consumo de água e proteção ao faturamento.

Os resultados demonstram que a transição para medidores equipados com transmissores de dados possibilitou um monitoramento em tempo real, eliminando a necessidade de leituristas e permitindo que os clientes acompanhem seu consumo diário. Isso promove uma gestão mais consciente e sustentável da água, além de oferecer uma maior previsibilidade nas ações da Sabesp. A substituição dos hidrômetros antigos por novos dispositivos resultou em um aumento de 20% no consumo registrado, evidenciando a necessidade de modernização dos medidores e comprovando que esta ação, por si só, pode justificar o investimento realizado.

Apesar de não termos alcançado 100% de proteção ao faturamento devido a limitações de sinal em alguns locais, a implementação das válvulas de corte mostrou-se eficaz no controle de contas em atraso, especialmente em áreas com baixo índice de inadimplência. A instalação de sensores de pressão permitiu um diagnóstico mais preciso da distribuição de água, preparando o caminho para uma futura abordagem proativa com a integração completa da inteligência artificial.

Os diferentes protocolos de comunicação, especialmente o NB-IoT, mostraram-se eficazes, com um desempenho excepcional de 100% na transmissão de dados. A responsabilidade compartilhada entre a Sabesp e o consórcio vencedor do contrato, com penalidades para o não cumprimento do SLA, garantiu um compromisso contínuo com a melhoria do serviço.

Para comunidades vulneráveis, a instalação de hidrômetros atingiu 95% das residências, demonstrando que é viável estender esse tipo de projeto a outras áreas semelhantes, promovendo inclusão social e uma gestão hídrica mais equitativa. A inteligência artificial, embora ainda em fase de desenvolvimento, promete transformar a gestão hídrica com insights mais precisos e ações mais eficientes.

Diante dos resultados obtidos, recomendamos que a Sabesp continue investindo na modernização de seus sistemas de medição e controle. A expansão do uso de tecnologias IoT e IA para outras áreas pode aumentar ainda mais a eficiência e a sustentabilidade dos serviços de saneamento. É crucial continuar monitorando e adaptando as tecnologias de transmissão de dados para garantir uma cobertura completa e um desempenho otimizado. Além disso, a integração completa da inteligência artificial deve ser priorizada para aproveitar todo o potencial de uma gestão hídrica proativa e inteligente.

A experiência adquirida com este projeto deve ser utilizada para aprimorar futuras implementações, garantindo que as lições aprendidas sejam incorporadas em novos contratos e expansões. A Sabesp está no caminho certo para liderar a inovação no setor de saneamento, e a continuidade desse progresso depende da constante avaliação e adaptação das tecnologias emergentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Google Earth. Imagens de satélite. Disponível em: <https://earth.google.com/>. Acesso em: 01 jun. 2024.

Google Maps. Captura de tela de mapa. Disponível em: <https://www.google.com/maps/>. Acesso em: 01 jun. 2024.

YAMIN, Adenauer; PERNAS, Ana; CAMARGO, Leandro. OBJETOS EM AMBIENTES INTELIGENTES DA IOT: Tendências e Desafios. Pelotas, nov. 2021. Disponível em: <https://ciaca-conf.org/pt/wp-content/uploads/2021/11/IADIS-2021-Adenauer-Yamin.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2024.