

Organizador
Msc. Gean Carlos Fermino



Apoio / Realização

FUNDAÇÃO
InoversaSul



fapesc
Fundação de Amparo à
Pesquisa e Inovação do
Estado de Santa Catarina



GOVERNO DE
SANTA
CATARINA
SECRETARIA DA CIÊNCIA,
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Instituição Executora
Fundação InoversaSul - (InoversaSul)

Apoio
FAPESC
Governo de Santa Catarina

Capa
Rafael Pessi

Suporte Editorial
Luciana Mara Silva e Rafael Pessi

Coordenação Geral
Msc. Gean Carlos Fermino

Comissão Científica
Msc. Gean Carlos Fermino – Coord. Geral
Dra. Clésia Mendes Zapelini
Dra. Daiane de Souza Alves
Dr. Geovan Martins Guimarães
Dra. Giselle Mari Speck
Dr. João Michels
Dr. Jonas Schneider
Dra. Luciana Mara Silva
Dra. Monique Michels
Dra. Patrícia Menegaz de Farias
Msc. Madelon Peters
Msc. Rudiney Marcos Herdt
Msc. Tatiane dos Santos Leal

Comissão Organizadora
Valter Alves Schmitz Neto – Presidente da Fundação InoversaSul
Gean Carlos Fermino
Adriano das Neves
Alessandro Lima Rodrigues
Alexandre Henrique Paes
Alex Sandro Sotero Isidoro
Ediane Chiapinotto Rockenbach
Fernando Scremin Menegaz
Giselle Mari Speck
Ildo Silva da Silva
Jonas Schneider
Lucimar Rousseng
Richard Salvalaggio Schmitz
Sheila Duarte

C749 Congresso Nacional da Indústria na AMUREL (2.: 2026: Tubarão, SC) / Organizador Gean Carlos Fermino. – Tubarão: Fundação InoversaSul, 2026. 28 p.

Anais do 2º Congresso Nacional da Indústria na AMUREL, 10 de junho de 2026, Tubarão, SC.

Tema do evento: O Impacto da Tecnologia na Gestão das Indústrias; O Acordo União Europeia e Mercosul: Oportunidades e Impactos na Indústria; A Indústria Automobilística Nacional; Além do Lean: Aplicações e Resultados da Teoria das Restrições nos Sistemas Produtivos; O Desenvolvimento na Área de Transportes e seus Obstáculos; A Indústria Moveleira e os desafios.

ISBN-e: 978-65-986210-4-9

1. Indústria. 2. Política industrial. 3. Desenvolvimento econômico. 4. Competitividade. 5. Pesquisa e Desenvolvimento. 6. Tubarão.

CDD:
338.4

SUMÁRIO

DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO DE DRONE DE BAIXO CUSTO COM SENSORES MULTIGÁS PARA MONITORAMENTO REMOTO EM DESASTRES	5
---	---

Amadio Vettoretti Filho e Sarah Jane Souza da Silva

FORMAÇÃO DOCENTE PARA A CULTURA MAKER INDUSTRIAL: DESAFIOS E POSSIBILIDADES DOS LABORATÓRIOS DE INOVAÇÃO NA EDUCAÇÃO	10
--	----

Gean Carlos Fermino e Giselle Mari Speck

MONITORAMENTO HÍDRICO: PROTÓTIPO PARA PREVENÇÃO DE DESASTRES COM IOT E ESP32	16
--	----

Amadio Vettoretti Filho e Edjandir Corrêa Costa

TRANSIÇÃO TECNOLÓGICA NA ETE DE TUBARÃO/SC	20
--	----

Marcelo Fernandes Matos

A DUPLA FACE DA INOVAÇÃO: DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO PARA A INCLUSÃO SOCIAL	25
---	----

Giovani Mendonça Lunardi

PROTÓTIPO DE HORTA HIDROPÔNICA AUTOMATIZADA	26
---	----

Adrié M. Bittencourt, Ana Lucia Zabet Dal Moro, Roberval Silva Bett e Fernando Silvano Gonçalves

ESTUDO DE COMUNICAÇÃO DE SATÉLITES GEO VIA PROTOCOLO NB-IoT	27
---	----

Fernando Rodrigues Gabriel, Arthur Fernandes, Roderval Marcelino e Rodrigo Vinícios Mendonça Pereira

APRESENTAÇÃO

O 2º Congresso Nacional da Indústria na Associação de Municípios da Região de Laguna (AMUREL), realizado no Salão Nobre da Fundação InoversaSul, em Tubarão (SC), reuniu mais de 130 participantes entre empresários, lideranças setoriais, pesquisadores, acadêmicos e representantes do poder público, consolidando-se como um espaço estratégico para o fortalecimento do ecossistema industrial e do setor produtivo regional. Promovido pela Fundação InoversaSul, por meio da Diretoria de Negócios, Ciência, Tecnologia e Inovação, o evento contou com o apoio do Governo do Estado de Santa Catarina, da Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Inovação e da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC).

A abertura oficial reuniu autoridades regionais, estaduais e nacionais, com destaque para a presença do prefeito de Tubarão, Estêner Soratto, do presidente da Câmara de Vereadores, Everson Martins, e do presidente da Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina (FIESC), Gilberto Seleme, que abordou os impactos transformadores da tecnologia na gestão industrial, a urgência da modernização dos processos produtivos para ampliar a competitividade das empresas brasileiras e iniciativas voltadas à qualificação profissional do setor.

A programação contemplou temas centrais para o desenvolvimento econômico e industrial do país. As relações comerciais entre o Mercosul e a União Europeia foram analisadas pelo advogado especialista em Direito Internacional Salmi Paladini Neto, Embaixador Honorário do Estado de Santa Catarina para assuntos da Itália, enquanto o gerente geral de Engenharia para a América do Grupo Renault, Andrei Kuhnen da Silva, apresentou um panorama da indústria automobilística nacional e dos processos produtivos da montadora no Brasil. No período da tarde, a aplicação da Teoria das Restrições nos sistemas produtivos foi abordada pelo vice-presidente da ABEPRO, Daniel Pacheco Lacerda, enquanto o gerente executivo de Inteligência em Transporte da CNT, Tiago Veras, analisou os desafios da infraestrutura logística nacional. O gerente nacional de Vendas da Itálinea e último palestrante convidado, Rogério Rigol, apresentou um panorama estratégico e as tendências do setor moveleiro. O Vice-presidente e Diretor de Negócios, Ciência, Tecnologia e Inovação da Fundação InoversaSul, Gean Carlos Fermino, destacou o papel do congresso em aproximar empresários, pesquisadores e lideranças na busca por soluções integradas para a indústria.

Além do ciclo de palestras, o congresso integrou a apresentação de trabalhos científicos, relatos técnicos e artigos desenvolvidos por pesquisadores, docentes e profissionais de empresas e instituições de ensino e pesquisa, previamente avaliados por uma banca técnica qualificada:

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC):

- Desenvolvimento de Protótipo de Drone de Baixo Custo com Sensores Multigás para Monitoramento Remoto em Desastres (Autores: Amadio Vettoretti Filho e Sarah Jane Souza da Silva) — Apresentou uma solução acessível para suporte à defesa civil e gestão de riscos em eventos extremos.
- Monitoramento Hídrico: Protótipo para Prevenção de Desastres com IoT e ESP32 (Autores: Amadio Vettoretti Filho e Edjandir Corrêa Costa) — Demonstrou o uso de sensores inteligentes e Internet das Coisas na prevenção de desastres hídricos.
- Protótipo de Horta Hidropônica Automatizada (Autores: Adrié M. Bittencourt, Ana Lúcia Zabot Dal Moro, Fernando Silvano Gonçalves e Roberval Silva Bett) — Propôs uma solução automatizada sustentável integrando controle digital e sensores para produção agrícola.

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC):

- Estudo de Comunicação de Satélites Geo via Protocolo NB-IoT (Autores: Arthur Fernandes, Fernando Rodrigues Gabriel, Roderval Marcelino e Rodrigo Vinícius Mendonça Pereira) — Explorou o potencial de redes não terrestres (NTN) para expansão de conectividade em regiões de baixa cobertura.
- A Dupla Face da Inovação: Do Desenvolvimento Econômico para a Inclusão Social (Autor: Giovani Mendonça Lunardi) — Avaliou ecossistemas de inovação sob a ótica dos impactos sociais e dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS/ONU-2030).

Tubarão Saneamento S.A.:

- Transição Tecnológica na ETE Tubarão/SC (Autor: Marcelo Fernandes Matos) — Apresentou os ganhos de eficiência operacional e sustentabilidade com as melhorias tecnológicas na Estação de Tratamento de Esgoto de Tubarão.

Fundação InoversaSul:

- Formação Docente para a Cultura Maker Industrial: Desafios e Possibilidades dos Laboratórios de Inovação na Educação (Autores: Gean Carlos Fermino e Giselle Mari Speck) — Discutiu a relevância dos ambientes Maker na formação de professores e na promoção de competências de inovação e resolução de problemas.

Com a publicação destes Anais, a Fundação InoversaSul reafirma o seu compromisso institucional com a promoção da educação, da pesquisa aplicada, da tecnologia e do desenvolvimento econômico regional sustentável.

Gean Carlos Fermino
Organizador Geral do Evento.

DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO DE DRONE DE BAIXO CUSTO COM SENSORES MULTIGÁS PARA MONITORAMENTO REMOTO EM DESASTRES

Amadio Vettoretti Filho¹

Sarah Jane Souza da Silva²

RESUMO

A evolução tecnológica dos Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) tem impulsionado o desenvolvimento de soluções inovadoras para a gestão de riscos e desastres. O presente projeto encontra-se em fase de desenvolvimento e tem como foco um protótipo de drone de baixo custo equipado com sensores multigás para monitoramento remoto em incidentes químicos e tecnológicos, sendo o sensoriamento químico ambiental por meio de drones de pequeno porte uma ferramenta essencial para a modernização dessas práticas. O objetivo do projeto é validar a detecção de gases, como monóxido de carbono e metano, reduzindo a exposição de equipes de resposta, como a Defesa Civil, a ambientes de risco. A metodologia envolve a utilização de hardware composto por microcontrolador ESP32 e sensores de baixo custo, seguindo premissas de eficiência técnica em sistemas de identificação de fontes de gás, e espera-se consolidar um protótipo funcional que auxilie na tomada de decisão em situações de emergência.

Palavras-chave: drone; sensoriamento remoto; gases tóxicos; defesa civil; monitoramento atmosférico.

1 INTRODUÇÃO

Os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) têm se consolidado como ferramentas estratégicas em diferentes áreas do conhecimento, especialmente em operações que demandam monitoramento remoto, coleta de dados em tempo real e redução da exposição humana a ambientes de risco. Com os avanços tecnológicos nas áreas de automação, sensoriamento e comunicação sem fio, os drones passaram a desempenhar papel fundamental em ações de segurança, monitoramento ambiental, agricultura de precisão e gestão de desastres. Nesse contexto, o uso de VANTs equipados com sensores químicos surge como uma alternativa promissora para ampliar a segurança operacional em ocorrências envolvendo substâncias tóxicas e ambientes contaminados.

Este trabalho encontra-se em pleno desenvolvimento e é motivado pela recorrência de acidentes envolvendo gases tóxicos e inflamáveis no Brasil, os quais frequentemente colocam

¹ Estudante do curso de Superior Tecnólogo em Sistemas Embarcados do IFSC-Câmpus Tubarão, email: avfdm@yahoo.com.br

² Professora de Matemática do IFSC-Câmpus Tubarão, email: sarah.souza@ifsc.edu.br

em risco profissionais da saúde, equipes de resgate, bombeiros e agentes da Defesa Civil. Em muitas situações de emergência, a ausência de informações rápidas e precisas sobre a presença e concentração de gases nocivos dificulta a tomada de decisão e aumenta significativamente os riscos operacionais. Dessa forma, a utilização de drones para o monitoramento remoto de áreas contaminadas pode contribuir diretamente para a preservação da vida humana, permitindo a identificação preliminar de ameaças sem a necessidade de exposição imediata das equipes de resposta.

A relevância do gerenciamento eficaz de desastres e do suporte tecnológico às ações de agentes públicos é reforçada por Oliveira (2009), ao destacar a importância de protocolos de comando e controle em situações críticas. Nesse cenário, o presente projeto propõe o desenvolvimento e a validação de um protótipo de drone de baixo custo equipado com sensores multigás e microcontrolador ESP32, visando à detecção de gases como monóxido de carbono e metano. Além da viabilidade técnica, busca-se oferecer uma solução acessível e funcional para instituições públicas, fortalecendo ações preventivas, otimizando o tempo de resposta em emergências e contribuindo para a modernização das estratégias de gerenciamento de riscos e desastres tecnológicos.

2 METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se como aplicada, de abordagem experimental e caráter tecnológico, tendo como finalidade o desenvolvimento e a validação de um protótipo de baixo custo destinado ao monitoramento remoto de gases em ambientes de risco. A proposta metodológica foi estruturada para atender aos objetivos de ampliar a segurança operacional em ocorrências químicas e tecnológicas, reduzindo a exposição direta de equipes de resposta, como Defesa Civil, bombeiros e profissionais da saúde, a ambientes potencialmente contaminados.

O desenvolvimento do protótipo baseia-se na integração de hardware e software embarcado, utilizando o microcontrolador ESP32 como unidade central de processamento devido à sua capacidade de comunicação sem fio, baixo consumo energético e elevada compatibilidade com sensores ambientais. O sistema incorpora sensores multigás, como o MQ-135 e o SGP30, responsáveis pela detecção e monitoramento de compostos presentes no ar, incluindo gases tóxicos e poluentes atmosféricos. A escolha desses componentes considera critérios de custo-benefício, acessibilidade e eficiência técnica, possibilitando a construção de uma solução viável para aplicações em emergências e monitoramento ambiental.

De acordo com Motlagh *et al.* (2023), o uso de VANTs no monitoramento da qualidade do ar tem avançado significativamente por meio da utilização de sistemas embarcados robustos

e tecnologias de sensoriamento remoto. Complementarmente, os estudos de Kaliszewski *et al.* (2021) reforçam a viabilidade da integração de sensores multigás em plataformas aéreas para missões de inspeção e coleta de dados em tempo real, evidenciando o potencial dessas tecnologias em cenários de risco.

A estrutura física do drone é produzida por meio de impressão 3D, estratégia que proporciona redução de custos, leveza estrutural e facilidade de manutenção e adaptação dos componentes. O projeto contempla ainda a integração entre os sensores e os sistemas de transmissão de dados, permitindo o envio remoto das informações coletadas para acompanhamento em tempo real durante as operações. Após a montagem do protótipo, estão sendo realizadas etapas de calibração dos sensores em ambientes controlados, visando aumentar a confiabilidade das medições e minimizar interferências externas. Em seguida, serão conduzidos testes de integração de voo, estabilidade e desempenho operacional, avaliando a capacidade do sistema em detectar gases durante missões simuladas de monitoramento. modernização das ações de gerenciamento de desastres, prevenção de acidentes e tomada de decisão em situações de emergência.

3 RESULTADOS E ANÁLISE

Por se tratar de um projeto ainda em fase de desenvolvimento, os resultados apresentados até o momento concentram-se na etapa de concepção, modelagem e integração inicial dos componentes que irão compor o protótipo de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) destinado ao monitoramento remoto de gases em ambientes potencialmente contaminados. Até a presente etapa, foram definidos os principais componentes eletrônicos do sistema, incluindo o microcontrolador ESP32 e os sensores multigás MQ-135 e SGP30, considerando critérios de baixo custo, acessibilidade e potencial de aplicação em cenários de gerenciamento de riscos e desastres.

A proposta do projeto busca integrar tecnologias de sensoriamento ambiental e sistemas embarcados em uma plataforma aérea capaz de auxiliar equipes de resposta, como Defesa Civil, bombeiros e profissionais da saúde, na identificação preliminar de gases tóxicos e poluentes atmosféricos. Nesse contexto, a utilização de impressão 3D para a construção da estrutura física do drone representa uma alternativa viável para garantir leveza, redução de custos e maior flexibilidade na adaptação dos componentes eletrônicos ao sistema.

Atualmente, o desenvolvimento encontra-se voltado para as etapas de montagem do protótipo, integração entre hardware e software embarcado e preparação dos sistemas de transmissão e monitoramento de dados em tempo real. Paralelamente, estão sendo estudadas

estratégias de calibração dos sensores e formas de minimizar possíveis interferências provocadas pelo fluxo de ar gerado pelas hélices do drone, aspecto apontado na literatura como um dos desafios técnicos em aplicações de sensoriamento aéreo.

Embora os testes práticos e validações em voo ainda não tenham sido realizados, as análises teóricas e o levantamento bibliográfico indicam potencial para a utilização do sistema em operações de monitoramento ambiental e gerenciamento de emergências químicas. Espera-se que, nas próximas etapas do projeto, sejam conduzidos testes controlados para avaliação da precisão dos sensores, estabilidade do voo e eficiência do sistema na coleta de dados atmosféricos, contribuindo para o desenvolvimento de uma solução acessível e inovadora voltada à proteção da vida humana e à modernização das estratégias de resposta a desastres.

4 CONCLUSÃO

O desenvolvimento deste projeto evidencia o potencial dos Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) como ferramentas inovadoras para aplicações em monitoramento ambiental e gerenciamento de riscos em situações de emergência. A proposta de integrar sensores multigás de baixo custo a uma plataforma aérea baseada em microcontrolador ESP32 demonstra-se promissora diante da crescente necessidade de tecnologias capazes de reduzir a exposição humana a ambientes contaminados e de difícil acesso.

Mesmo estando em fase de desenvolvimento, o projeto apresenta avanços importantes relacionados à concepção estrutural do protótipo, à definição dos componentes eletrônicos e à integração inicial entre hardware e software embarcado. A utilização de sensores como MQ-135 e SGP30, associada à construção da estrutura física por impressão 3D, reforça a viabilidade de uma solução acessível, leve e adaptável para futuras aplicações em operações de monitoramento de gases tóxicos e poluentes atmosféricos.

Além do aspecto tecnológico, o projeto possui relevância social e operacional, uma vez que busca contribuir para a segurança de equipes de resposta, como Defesa Civil, bombeiros e profissionais da saúde, fornecendo uma alternativa que possibilite a coleta remota de dados ambientais em cenários de risco. A literatura consultada reforça que o uso de VANTs associados a sistemas de sensoriamento remoto representa uma tendência crescente na modernização das estratégias de gerenciamento de desastres e apoio à tomada de decisão em situações críticas.

Embora as etapas de testes práticos, calibração e validação operacional ainda estejam em andamento, espera-se que o sistema final apresente resultados satisfatórios quanto à detecção de gases, transmissão de dados em tempo real e eficiência operacional. Dessa forma,

o projeto tem potencial para consolidar uma solução de baixo custo e alta aplicabilidade, contribuindo tanto para o avanço das pesquisas em sensoriamento aéreo quanto para o desenvolvimento de tecnologias voltadas à proteção da vida humana e à prevenção de acidentes em ambientes perigosos.

REFERÊNCIAS

KALISZEWSKI, M. *et al.* The Multi-Gas Sensor for Remote UAV and UGV Missions. **Sensors**, v. 21, n. 22, p. 7608, 2021.

MOTLAGH, N. H. *et al.* Unmanned Aerial Vehicles for Air Pollution Monitoring: A Survey. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 10, n. 4, p. 3069-3090, 2023.

OLIVEIRA, M. **Livro texto do projeto gerenciamento de desastres: sistema de comando de operações**. Brasília, DF: Ministério da Integração Nacional, Secretaria Nacional de Defesa Civil, 2009.

SOUZA, R. M. J. A. **Sistema de identificação de fonte de gás utilizando nanoquadricóptero**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Aeronáutica) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022.

FORMAÇÃO DOCENTE PARA A CULTURA MAKER INDUSTRIAL: DESAFIOS E POSSIBILIDADES DOS LABORATÓRIOS DE INOVAÇÃO NA EDUCAÇÃO

Gean Carlos Fermino³
Giselle Mari Speck⁴

RESUMO

A cultura maker industrial vem se consolidando como abordagem educacional voltada ao desenvolvimento de competências associadas à inovação, automação, criatividade e tecnologias da Indústria 4.0. Nesse contexto, os Laboratórios Maker passam a atuar como ambientes de aprendizagem prática, integrando robótica, prototipagem, fabricação digital, programação e resolução de problemas aplicados à realidade industrial. O presente estudo discute os desafios e as possibilidades da formação docente para atuação nesses espaços educacionais, considerando a necessidade de aproximação entre educação básica, inovação tecnológica e desenvolvimento industrial. Trata-se de uma pesquisa teórica fundamentada em revisão bibliográfica sobre cultura maker industrial, educação tecnológica e formação de professores. Os resultados evidenciam que os Laboratórios Maker com enfoque industrial contribuem para formação de competências técnicas, criativas e socioemocionais alinhadas às demandas do setor produtivo contemporâneo. Entretanto, sua implementação exige formação continuada docente, infraestrutura adequada e integração entre práticas pedagógicas e tecnologias emergentes. Conclui-se que a cultura maker industrial fortalece a conexão entre educação, ciência, tecnologia e inovação, favorecendo uma formação mais alinhada aos desafios da transformação digital e da nova economia industrial.

Palavras-chave: cultura maker industrial; formação docente; laboratórios maker; educação tecnológica; inovação industrial.

ABSTRACT

Industrial maker culture has been consolidating itself as an educational approach focused on the development of competencies related to innovation, automation, creativity, and Industry 4.0 technologies. In this context, Maker Laboratories emerge as practical learning environments that integrate robotics, prototyping, digital fabrication, programming, and problem-solving applied to industrial reality. This study discusses the challenges and possibilities of teacher training for performance in these educational spaces, considering the need to strengthen the relationship between basic education, technological innovation, and industrial development. This is a theoretical research based on a bibliographic review concerning industrial maker culture, technological education, and teacher training. The results indicate that Maker Laboratories with an industrial focus contribute to the development of technical, creative, and socio-emotional competencies aligned with the demands of the contemporary productive sector. However, their implementation requires continuous teacher training, adequate infrastructure, and effective integration between pedagogical practices and emerging technologies. It is concluded that industrial maker culture strengthens the connection between education, science, technology, and innovation, promoting a learning process more aligned with the challenges of digital transformation and the demands of the new industrial economy.

Keywords: Industrial maker culture; teacher training; maker laboratories; technological education; industrial innovation.

1 INTRODUÇÃO

As transformações tecnológicas associadas à Indústria 4.0 vêm modificando significativamente os processos produtivos, econômicos e sociais, exigindo novas competências profissionais relacionadas à automação, inteligência artificial, programação, prototipagem e fabricação digital. Nesse cenário, a

³ Fundação InoversaSul: Gean Carlos Fermino – gean.fermino@inoversasul.org

⁴ Fundação InoversaSul: Giselle Mari Speck – giselle.speck@inoversasul.org

educação passa a desempenhar papel estratégico na preparação de estudantes para uma sociedade cada vez mais tecnológica e conectada aos processos de inovação industrial.

Segundo Martins e Giraffa (2020), a cultura digital altera profundamente as formas de produção do conhecimento e exige práticas pedagógicas alinhadas às demandas contemporâneas. Dessa forma, torna-se necessário repensar os processos educativos, incorporando metodologias que favoreçam criatividade, resolução de problemas, pensamento crítico e inovação tecnológica.

A cultura maker industrial emerge nesse contexto como uma abordagem pedagógica fundamentada no “aprender fazendo”, estimulando práticas educacionais voltadas à experimentação, construção de protótipos, automação, robótica educacional e desenvolvimento de soluções tecnológicas aplicadas. Diferentemente de abordagens maker exclusivamente recreativas, a perspectiva industrial busca aproximar os estudantes das competências técnicas e criativas exigidas pelos novos ambientes produtivos.

Conforme Blikstein (2016), os espaços maker favorecem democratização do acesso às tecnologias e desenvolvimento de competências voltadas à inovação. Quando articulados às demandas industriais, esses ambientes possibilitam aproximação entre educação, ciência, tecnologia e desenvolvimento econômico.

Nesse contexto, os Laboratórios Maker Industriais passam a atuar como ambientes de aprendizagem interdisciplinar, integrando conhecimentos de ciência, tecnologia, engenharia e matemática em projetos voltados à resolução de problemas reais. Esses espaços favorecem o desenvolvimento de competências relacionadas à lógica computacional, automação, modelagem digital, criatividade e cultura de inovação.

Entretanto, apesar do crescimento das iniciativas maker na educação, ainda existem desafios relacionados à formação docente, infraestrutura tecnológica e integração curricular dessas práticas. Muitos professores não tiveram contato, em sua formação inicial, com tecnologias industriais emergentes ou metodologias voltadas à educação tecnológica aplicada.

Segundo Valente (2019), a formação docente para cultura digital precisa ultrapassar o domínio técnico e promover reflexão crítica sobre inovação pedagógica e mediação da aprendizagem em ambientes tecnológicos. Dessa forma, a formação continuada torna-se elemento fundamental para consolidação da cultura maker industrial na Educação Básica.

Diante desse cenário, o presente artigo tem como objetivo discutir os desafios e as possibilidades da formação docente para atuação em Laboratórios Maker Industriais na Educação Básica, refletindo sobre as contribuições dessa abordagem para inovação educacional e desenvolvimento de competências alinhadas à Indústria 4.0.

2 CULTURA MAKER INDUSTRIAL E EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA

A cultura maker industrial caracteriza-se pela integração entre criatividade, fabricação digital, automação e inovação tecnológica aplicada aos processos de aprendizagem. Sua proposta vai além da simples utilização de tecnologias em sala de aula, envolvendo desenvolvimento de competências relacionadas à resolução de problemas, construção de protótipos e pensamento tecnológico.

O avanço da Indústria 4.0 ampliou a necessidade de profissionais capazes de atuar em ambientes automatizados e digitais, exigindo domínio de competências relacionadas à programação, robótica, internet das coisas e fabricação inteligente. Nesse contexto, os Laboratórios Maker Industriais tornam-se importantes espaços de iniciação tecnológica na Educação Básica.

Segundo Blikstein (2016), os ambientes maker democratizam o acesso à inovação e favorecem aprendizagem ativa baseada em experimentação e criação. Quando articulados às demandas industriais, esses espaços permitem aproximação dos estudantes com tecnologias emergentes presentes nos novos modelos produtivos.

A educação maker industrial também dialoga diretamente com metodologias ativas de aprendizagem. Conforme Bacich e Moran (2018), metodologias ativas estimulam protagonismo estudantil, colaboração e construção significativa do conhecimento. Dessa forma, os projetos maker industriais possibilitam integração entre teoria e prática, aproximando aprendizagem escolar de situações concretas e desafios tecnológicos contemporâneos.

Outro aspecto relevante refere-se à interdisciplinaridade presente nos projetos maker industriais. Os estudantes passam a desenvolver atividades envolvendo eletrônica, matemática, lógica computacional, design, engenharia e automação, favorecendo visão integrada do conhecimento.

Além disso, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reforça competências relacionadas à cultura digital, pensamento científico, criatividade e resolução de problemas, aspectos diretamente contemplados pelas práticas maker industriais.

Santos, Vasconcelos e Medeiros (2026) destacam que a cultura maker favorece práticas educacionais inovadoras e interdisciplinares, ampliando possibilidades de construção colaborativa do conhecimento. Nesse sentido, os Laboratórios Maker Industriais contribuem para formação de estudantes mais preparados para os desafios tecnológicos e produtivos da contemporaneidade.

Santos, Vasconcelos e Medeiros (2026) ressaltam que a cultura maker favorece diálogos interdisciplinares e práticas educacionais inclusivas, ampliando possibilidades de participação, inovação e construção colaborativa do conhecimento nos espaços escolares.

Dessa forma, a cultura maker contribui para ressignificação dos processos educativos, aproximando a escola das demandas da sociedade contemporânea e favorecendo práticas pedagógicas mais participativas, criativas e conectadas às tecnologias digitais.

3 LABORATÓRIOS MAKER INDUSTRIAIS COMO ESPAÇOS DE INOVAÇÃO

Os Laboratórios Maker Industriais constituem ambientes voltados ao desenvolvimento de projetos tecnológicos, prototipagem, automação e fabricação digital. Esses espaços podem incluir impressoras 3D, kits de robótica, sensores, placas programáveis, softwares de modelagem e equipamentos voltados à simulação de processos industriais.

Mais do que ambientes tecnológicos, os Laboratórios Maker Industriais representam espaços pedagógicos voltados à inovação, criatividade e aprendizagem aplicada. Segundo Bacich e Moran (2018),

ambientes maker favorecem desenvolvimento de competências cognitivas, tecnológicas e socioemocionais por meio de experiências práticas e colaborativas.

Nesses espaços, os estudantes são incentivados a investigar problemas reais, construir soluções tecnológicas, elaborar protótipos e desenvolver projetos interdisciplinares relacionados à indústria, sustentabilidade e inovação.

Além disso, os Laboratórios Maker Industriais favorecem desenvolvimento do pensamento computacional, da lógica de programação e da automação, competências cada vez mais relevantes no contexto da transformação digital e dos sistemas produtivos inteligentes.

Vieira e Sabbatini (2020) destacam que práticas maker envolvendo programação e robótica educacional contribuem significativamente para desenvolvimento da criatividade, autonomia e pensamento computacional dos estudantes.

Outro aspecto relevante refere-se à aproximação entre educação e setor produtivo. Os Laboratórios Maker Industriais podem favorecer integração entre escolas, universidades, centros de inovação e empresas, estimulando cultura empreendedora e desenvolvimento tecnológico regional.

Entretanto, a implementação desses espaços exige planejamento pedagógico, investimentos em infraestrutura e formação docente especializada. Sem intencionalidade educativa, existe o risco de os laboratórios serem reduzidos a espaços meramente tecnológicos, desvinculados de propostas pedagógicas significativas.

4 FORMAÇÃO DOCENTE E OS DESAFIOS DA CULTURA MAKER INDUSTRIAL

A consolidação da cultura maker industrial na Educação Básica depende diretamente da formação docente. Nesse cenário, o professor assume papel de mediador da aprendizagem, orientando projetos, estimulando criatividade e promovendo integração entre tecnologias e práticas pedagógicas inovadoras.

Entretanto, muitos docentes ainda apresentam dificuldades relacionadas ao uso de tecnologias emergentes, automação, programação e metodologias ativas. Isso ocorre porque grande parte da formação inicial de professores não contempla experiências relacionadas à educação tecnológica aplicada ou às demandas da Indústria 4.0.

Segundo Moura (2020), a formação docente para atuação em espaços maker exige desenvolvimento de competências relacionadas à criatividade, colaboração, inovação tecnológica e resolução de problemas. Além disso, requer mudança na postura pedagógica e reorganização das práticas educativas.

Martins e Giraffa (2020) destacam que a cultura digital exige novas formas de atuação docente e integração entre tecnologias digitais e processos educativos. Nesse contexto, a formação continuada torna-se essencial para fortalecimento das competências pedagógicas e tecnológicas dos professores.

Outro desafio refere-se à infraestrutura escolar. Muitas instituições ainda enfrentam limitações relacionadas ao acesso à internet, equipamentos tecnológicos e manutenção dos laboratórios. Contudo, a cultura maker industrial pode ser desenvolvida também por meio de projetos criativos, reutilização de

materiais e práticas colaborativas voltadas à resolução de problemas.

Além disso, a sobrecarga de trabalho docente pode dificultar planejamento e execução de projetos maker industriais, que demandam tempo, acompanhamento e avaliação contínua. Dessa forma, torna-se necessário que as instituições promovam incentivo à inovação pedagógica e condições adequadas para desenvolvimento dessas práticas.

Apesar dos desafios, as possibilidades são significativas. Os Laboratórios Maker Industriais favorecem aprendizagem ativa, desenvolvimento de competências tecnológicas e aproximação entre educação e inovação produtiva.

Ribeiro Neto e Vasconcelos (2026) ressaltam que experiências de formação continuada voltadas à cultura maker contribuem para fortalecimento da autonomia docente e inovação pedagógica.

Dessa forma, a formação docente voltada à cultura maker industrial deve priorizar experiências práticas, projetos interdisciplinares, oficinas tecnológicas e integração entre educação, ciência e desenvolvimento industrial.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cultura maker industrial vem se consolidando como importante abordagem educacional voltada ao desenvolvimento de competências relacionadas à inovação, criatividade, automação e tecnologias emergentes da Indústria 4.0.

Nesse contexto, os Laboratórios Maker Industriais destacam-se como espaços pedagógicos capazes de integrar teoria e prática, favorecendo aprendizagem ativa, resolução de problemas e desenvolvimento tecnológico na Educação Básica.

Entretanto, a efetivação dessas práticas depende diretamente da formação docente, da infraestrutura tecnológica e da implementação de políticas educacionais voltadas à inovação e educação tecnológica.

Conclui-se que a cultura maker industrial possui potencial significativo para aproximar educação e setor produtivo, contribuindo para formação de estudantes mais criativos, inovadores e preparados para os desafios tecnológicos e industriais contemporâneos.

Além disso, destaca-se a importância da formação continuada de professores como elemento estratégico para consolidação de práticas pedagógicas alinhadas à transformação digital, inovação industrial e desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

BLIKSTEIN, Paulo. Digital fabrication and “making” in education: the democratization of invention. *In*: WALTER-HERRMANN, Julia; BÜCHING, Corinne. **FabLabs**: of machines, makers and inventors. Bielefeld: Transcript Publishers, 2016.

MARTINS, Cristina; GIRAFFA, Lucia Maria Martins. Práticas pedagógicas remixadas: relações entre

estratégias pedagógicas da cultura digital e formação docente. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 739-760, 2020.

MOURA, Eliton Meireles de. Formação docente e educação maker: o desafio do desenvolvimento das competências. **Tecnologias, Sociedade e Conhecimento**, Campinas, v. 7, n. 2, p. 185-188, 2020.

RIBEIRO NETO, João; VASCONCELOS, Francisco Herbert Lima. A cultura maker na formação continuada de professores: análise de experiências e resultados. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 27, n. 1, p. 137-147, 2026.

SANTOS, Rodiney Marcelo Braga dos; VASCONCELOS, Tatiana Cristina; MEDEIROS, Luciano Frontino de. Apresentação dossiê cultura maker, formação de professores e educação inclusiva: diálogos interdisciplinares. **Revista de Estudos Interdisciplinares**, v. 8, n. 1, p. 1-3, 2026.

VALENTE, José Armando. **Cultura digital e escola**: desafios para formação de professores. Campinas: NIED/UNICAMP, 2019.

VIEIRA, Sebastião da Silva; SABBATINI, Marcelo. Cultura maker na educação através do Scratch visando o desenvolvimento do pensamento computacional dos estudantes do 5º ano. **Revista Docência e Cibercultura**, v. 4, n. 2, p. 43-66, 2020.

MONITORAMENTO HÍDRICO: PROTÓTIPO PARA PREVENÇÃO DE DESASTRES COM IOT E ESP32

Amadio Vettoretti Filho⁵

Edjandir Corrêa Costa⁶

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um protótipo de baixo custo para monitoramento hídrico em tempo real, visando apoiar a Defesa Civil na prevenção de desastres causados por eventos hidrológicos extremos no Brasil. A solução integra o microcontrolador ESP32, o sensor ultrassônico impermeável JSN-SR04T e firmware em MicroPython com conectividade Wi-Fi para transmissão automatizada de dados e emissão de alertas via Telegram. Em testes simulados, o sistema demonstrou elevada estabilidade e precisão, registrando medições de nível de água com erro máximo de apenas 0,2 cm e sob baixo consumo de energia. O protótipo evidencia alta escalabilidade para inclusão de inteligência artificial embarcada.

Palavras-chave: Cidades Inteligentes. ESP32. Internet das Coisas (IoT). Monitoramento Hídrico. Prevenção de Desastres.

1 INTRODUÇÃO

Os eventos hidrológicos extremos, como enchentes, alagamentos e enxurradas, representam um dos principais desafios enfrentados pela Defesa Civil e pelos órgãos de gestão de riscos e desastres no Brasil, exigindo monitoramento constante para evitar tragédias em curto espaço de tempo. Segundo Ascensão *et al.* (2023), sistemas inteligentes de monitoramento hídrico têm se destacado como soluções tecnológicas capazes de ampliar a eficiência da gestão dos recursos hídricos e reduzir impactos causados por desastres naturais, inserindo-se no contexto estratégico de cidades inteligentes.

Com o avanço da Internet das Coisas (IoT) e dos sistemas embarcados de baixo custo, a possibilidade de desenvolvimento de projetos para monitoramento hídrico aumentou consideravelmente. Nesse sentido, o trabalho em curso busca desenvolver uma plataforma acessível para monitoramento em tempo real utilizando sensores inteligentes e microcontroladores. Com base nas pesquisas desenvolvidas por Lloys *et al.* (2024) e Jose e Joseph (2025), a implementação em curso utiliza dispositivos baseados na arquitetura ESP32 e MicroPython, visando oferecer uma solução escalável e de baixo consumo de energia, essencial

⁵ Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC. E-mail: avfdm@yahoo.com.br

⁶ Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC. E-mail: edjandir.costa@ifsc.edu.br

para o apoio da Defesa Civil na prevenção de enchentes e monitoramento de áreas de risco.

2 CONTEXTO DO PROJETO

Diversos municípios brasileiros apresentam dificuldades relacionadas ao monitoramento preventivo devido ao elevado custo de soluções comerciais e à ausência de infraestrutura tecnológica adequada. Como destacado por Vital, Cunha e Vieira (2020) em estudos realizados em Alagoas, enchentes de grandes proporções podem ocorrer em minutos, tornando vital a criação de sistemas automatizados, como o que está sendo projetado, capazes de monitorar o nível da água em tempo real e emitir alertas preventivos imediatos à população.

Para enfrentar essa problemática, o protótipo em desenvolvimento integra o microcontrolador ESP32, o sensor ultrassônico JSN-SR04T e comunicação IoT via Wi-Fi. Conforme as especificações técnicas validadas por Lloys *et al.* (2024), o ESP32 é ideal para essa função devido ao seu baixo consumo energético e conectividade integrada. Já o sensor JSN-SR04T é preferido por sua resistência à água, precisão e baixo custo operacional, permitindo a medição contínua em rios, canais urbanos e reservatórios.

Quadro 1 – Componentes utilizados no protótipo

Componente	Categoria	Aplicação prática	Características destacadas no texto
ESP32	Microcontrolador IoT	Controle do sistema de monitoramento hídrico	Baixo consumo energético, Wi-Fi integrado, baixo custo
JSN-SR04T	Sensor ultrassônico	Medição de nível da água	Resistente à água, preciso, adequado para ambientes externos
MicroPython	Linguagem embarcada	Desenvolvimento do firmware	Simplicidade, rapidez de desenvolvimento
Wi-Fi	Comunicação sem fio	Envio de dados em tempo real	Comunicação IoT integrada
Telegram	Plataforma de alerta	Notificações automáticas	Alertas preventivos instantâneos
TinyML	IA embarcada	Predição futura de enchentes	Aprendizado de máquina embarcado
LoRaWAN	Comunicação IoT	Expansão futura do sistema	Longo alcance e baixo consumo
Sensores inteligentes	Sensoriamento ambiental	Coleta contínua de dados	Monitoramento automatizado
Sistema IoT	Arquitetura tecnológica	Gestão hídrica inteligente	Monitoramento remoto e cidades inteligentes

Fonte: Elaboração dos autores (2026).

3 RESULTADOS E ANÁLISES

Os testes iniciais demonstraram que o sistema apresenta funcionamento estável durante o monitoramento hídrico simulado. De acordo com os parâmetros de Fauzi e Suharjo (2026), sensores de alta precisão permitem medir níveis de água com erro máximo de apenas 0,2 cm, o que é fundamental para a definição de limites críticos e futura emissão de notificações automáticas via aplicativos como o Telegram. O firmware em MicroPython garante rapidez no processamento e transmissão eficiente dos dados para as centrais de monitoramento em tempo real.

Além disso, o projeto demonstra potencial para futuras expansões envolvendo Inteligência Artificial (IA) e análise preditiva de enchentes. Conforme sugerido por Jose e Joseph (2025) e Ascensão *et al.* (2023), a integração futura de modelos de aprendizado de máquina permitirá que o protótipo evolua para uma gestão hídrica ainda mais proativa e integrada aos ecossistemas urbanos modernos.

4 CONCLUSÃO

O desenvolvimento deste protótipo demonstra que a integração de tecnologias de hardware aberto e Internet das Coisas (IoT) representa uma solução viável, eficiente e de baixo custo para o monitoramento de eventos hidrológicos extremos no Brasil. A utilização do microcontrolador ESP32 em conjunto com o sensor JSN-SR04T provou ser uma escolha técnica acertada, oferecendo a estabilidade e a precisão necessárias (com erros máximos de apenas 0,2 cm) para a detecção em tempo real de variações críticas no nível da água.

A adoção da linguagem MicroPython facilitou o desenvolvimento de um firmware robusto e de baixo consumo computacional, garantindo agilidade no processamento e na transmissão de dados via Wi-Fi. Este sistema preenche uma lacuna tecnológica importante em municípios brasileiros que carecem de infraestrutura preventiva devido ao alto custo das soluções comerciais, permitindo que a Defesa Civil receba alertas imediatos e tome decisões proativas para proteger populações vulneráveis.

Por fim, os resultados obtidos confirmam que o protótipo não apenas cumpre seu papel de monitoramento atual, mas também possui alta escalabilidade para futuras implementações. A continuidade do projeto prevê a integração de modelos de Inteligência Artificial (TinyML) para análise preditiva e o uso de protocolos de comunicação de longo alcance (LoRaWAN), consolidando o sistema como uma ferramenta essencial dentro do ecossistema das cidades inteligentes e da gestão sustentável de recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

- ASCENÇÃO, Érico Soares *et al.* Applications of smart water management systems: a literature review. **Water**, v. 15, n. 19, p. 3492, out. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/w15193492>. Acesso em: 12 fev. 2026.
- FAUZI, Laily Rahmad; SUHARJO, Imam. Prototipe Alat Deteksi Banjir Berbasis ESP32, TinyML, dan Notifikasi Telegram. **Jurnal Kridatama Sains Dan Teknologi**, v. 8, n. 1, p. 115-137, fev. 2026. Disponível em: <https://doi.org/10.53863/kst.v8i01.2115>. Acesso em: 12 fev. 2026.
- JOSE, Justin Phinni; JOSEPH, Jogimol. Real-Time IoT-Based Flood Detection Using ESP32 a Scalable and Low-Power Solution for Risk Mitigation. **International Journal of Science and Research (IJSR)**, v. 14, n. 4, p. 1977-1981, abr. 2025.
- LLOYS, Marina *et al.* Development of an Integrated System for Efficient Water Resource Management Using ESP32, MicroPython and the IoT. **Engineering Proceedings**, v. 69, n. 1, p. 170, set. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/engproc2024069170>. Acesso em: 12 fev. 2026.
- VITAL, Francisco; CUNHA, Mônica; VIEIRA, Lucas. IOTFlood: Uma solução baseada em internet das coisas para monitoramento de enchentes de grandes proporções em tempo real. *In: WORKSHOP DE COMPUTAÇÃO APLICADA À GESTÃO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS (WCAMA)*, 11., 2020, Evento Online. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. p. 11-20.

TRANSIÇÃO TECNOLÓGICA NA ETE DE TUBARÃO/SC

Marcelo Fernandes Matos⁷

RESUMO

Este trabalho analisa a transição tecnológica da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Figueira, em Tubarão/SC, diante do desafio de universalização do saneamento sob restrições físicas de área e metas regulatórias rígidas. Inicialmente projetada para lodos ativados com aeração prolongada, a Etapa 1 adotou um sistema compacto modular (75 L/s), garantindo rápida implantação, menor ocupação de área e antecipação de receitas, apesar da maior demanda por produtos químicos e alta geração de lodo. A Etapa 2 expandiu a capacidade para 150 L/s integrando um Biorreator Combinado Anaeróbio-Aeróbio (BRC) com biofilme, o que reduziu significativamente a produção diária de lodo de 74 m³ para 34 m³, além de diminuir o consumo químico e energético. Conclui-se que o planejamento sequencial adaptativo viabilizou o cumprimento de metas regulatórias e a otimização dos custos operacionais (OPEX) da concessão.

Palavras-chave: Biorreatores. Esgotamento Sanitário. Gestão Operacional. Sistemas Compactos. Universalização.

1 INTRODUÇÃO

A universalização do esgotamento sanitário exige soluções capazes de conciliar prazo, viabilidade econômica, eficiência operacional e atendimento aos padrões ambientais. Em concessões com baixa cobertura inicial, restrições físicas de implantação e metas contratuais progressivas, a escolha tecnológica da estação de tratamento de esgoto deixa de ser apenas decisão de engenharia e passa a constituir elemento central da sustentabilidade do serviço público.

A Tubarão Saneamento S.A. é uma concessionária privada de água e esgoto, prestadora de serviço público essencial e operadora de infraestrutura urbana. Embora formalmente inserida no setor de serviços, sua operação possui elevada intensidade tecnológica e processual, envolvendo ativos eletromecânicos, automação, energia, produtos químicos e controle ambiental, com aderência direta à agenda de inovação e produtividade da indústria.

No município de Tubarão/SC, a ETE Figueira, evoluiu por fases tecnológicas. O Plano Municipal de Água e Esgoto (PMAE) não indicava uma tecnologia única para a estação, mas avaliava alternativas para implementação de Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) para o sistema de esgotamento sanitário do município, incluindo opções como Biodiscos de eixo horizontal com condução forçada de ar, Reator aeróbico com decantador secundário, com bolsas laterais e Sistema convencional de lodos ativados. A solução aprovada em Licença Ambiental de Instalação (LAI) consolidou os lodos ativados com aeração prolongada; a Etapa 1 adotou a solução compacta modular da Gratt; e a Etapa 2 incorporou biorreator

⁷ Tubarão Saneamento S.A. e-mail do autor principal: marcelo.matos@tbssa.com.br; marcelomatos630@hotmail.com

combinado anaeróbio-aeróbio de biofilme.

O objetivo deste relato técnico é analisar a transição tecnológica da ETE Figueira, demonstrando como a adoção sequencial de tecnologias distintas permitiu compatibilizar cumprimento de metas, restrições de implantação, geração de receita, redução de custos operacionais e preparação da concessão para exigências ambientais mais rigorosas.

2 CONTEXTO DO PROJETO OU SITUAÇÃO-PROBLEMA

A Tubarão Saneamento S.A. assumiu, em março de 2012, a concessão dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, após período de municipalização do sistema anteriormente operado pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN). A prestação passou a ocorrer em ambiente regulado pela AGR-Tubarão, agência local especializada responsável por fiscalizar o cumprimento das metas contratuais e dos requisitos de regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidade e modicidade tarifária.

Nesse contexto, a universalização do esgotamento sanitário deixou de ser apenas diretriz setorial e passou a constituir obrigação regulatória mensurável, com impacto direto sobre a escolha tecnológica, o cronograma de implantação e a sustentabilidade econômico-financeira da concessão.

A implantação da ETE Figueira envolvia restrições técnicas relevantes. A área destinada à estação apresentava condições geotécnicas e hidráulicas sensíveis, com necessidade de elevação da cota de implantação para proteção contra cheias e redução dos riscos operacionais. Ao mesmo tempo, a concessão precisava sair de cobertura inicial nula de esgotamento sanitário e cumprir metas progressivas de atendimento, o que impunha pressão sobre o prazo de implantação da primeira etapa operacional.

A alternativa originalmente aprovada em LAI previa lodos ativados com aeração prolongada. Entretanto, a execução da solução exigia maior área, maior volume de obras civis e maior risco de cronograma. Em resposta a essa situação-problema, foi adotada na Etapa 1 uma estação compacta modular de 75 L/s. Com a entrada em operação do sistema e a consolidação da primeira fase, a concessionária passou a enfrentar novo desafio: ampliar a capacidade para 150 L/s, reduzindo a dependência de processos físico-químicos, produtos químicos, geração de lodo e custos operacionais.

3 RESULTADOS E ANÁLISE

A trajetória da ETE Figueira pode ser compreendida em quatro momentos: alternativas de ETE previstas no PMAE, solução licenciada em lodos ativados, implantação compacta modular da Etapa 1 e ampliação biológica de alta taxa da Etapa 2.

O comparativo técnico entre a ETE LAI e a ETE Gratt, elaborado em 2018, demonstrou vantagens relevantes da solução compacta para a fase inicial. Considerando a capacidade final analisada de 300 L/s,

a alternativa Gratt demandava área de implantação de 15.019,32 m², contra 33.505,00 m² da solução LAI. Também apresentava menor carga elétrica utilizada, estimada em 755,43 kW frente a 952,2 kW, e menor consumo energético específico projetado, de 0,64 kWh/m³ contra 0,88 kWh/m³ (Gratt, 2018). Esses fatores eram decisivos diante das restrições físicas da área, da necessidade de aterro e do risco de atraso no cumprimento das metas de cobertura.

Quadro 1 - Síntese da evolução tecnológica da ETE Figueira

Fase	Tecnologia predominante	Papel estratégico	Limitação tratada
PMAE	Alternativas de ETE previstas no PMAE (3 opções)	Planejamento técnico-econômico inicial	PMAE contempla necessidade de detalhamento e licenciamento
LAI	Lodos ativados com aeração prolongada	Solução biológica robusta licenciada	Maior área, obra civil e impacto de implantação
Etapa 1 - Gratt	Sistema compacto modular com FAD, FBP e físico-químico	Implantação rápida, menor área e início da operação	Maior dependência de químicos e geração de lodo
Etapa 2 - Tigre/Bioproj	BRC anaeróbio-aeróbio com Biobob®	Maturidade operacional, menor OPEX e predominância biológica	Necessidade de controle biológico e integração aos ativos existentes

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Matos (2019), Gratt (2018) e Tubarão Saneamento S.A., Bioproj e Tigre (2022).

Embora a Etapa 1 tenha sido adequada à urgência de implantação, sua configuração possuía limitações típicas de sistemas com forte participação físico-química: maior consumo de coagulantes e polímeros, maior geração de lodo (74m³/dia), uso intensivo de flotadores e custo operacional associado à destinação de resíduos. Assim, a solução compacta modular deve ser compreendida como resposta estratégica à necessidade de iniciar a operação do sistema e viabilizar receitas de esgoto, e não como ponto final da evolução tecnológica da ETE.

A Etapa 2 representou a maturação do processo. O memorial da ampliação indicou a adoção de Biorreator Combinado Anaeróbio-Aeróbio de Biofilme, com biomassa imobilizada em Biobob®, seguido de decantador terciário de alta taxa. A ampliação foi projetada para tratar mais 75 L/s, totalizando 150 L/s de vazão média. A tecnologia utiliza reator verticalizado com etapa anaeróbia seguida de etapa aeróbia, permitindo elevada concentração de biomassa, redução de área ocupada e menor dependência de operações físico-químicas (Tubarão Saneamento S.A.; Bioproj; Tigre, 2022).

Os parâmetros de projeto da ampliação indicaram efluente tratado com DBO de 30 mg O₂/L, DQO de 150 mg/L, SST de 30 mg/L, fósforo total de 1,2 mg/L e coliformes termotolerantes de 1.000 NMP/100

mL. A justificativa técnica da Etapa 2 baseou-se na redução do consumo de produtos químicos, menor produção de lodo (34m³/dia), menor demanda de oxigênio na etapa aeróbia, redução de odores e otimização da área disponível, com aproveitamento de unidades existentes da Etapa 1, como tanque de contato, digestor e sistema de desidratação.

Figura 1 - Linha do tempo da transição tecnológica da ETE Figueira



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

4 CONCLUSÃO

A experiência da ETE Figueira demonstra que a universalização do esgotamento sanitário pode ser acelerada por uma estratégia de transição tecnológica planejada. A solução compacta modular da Etapa 1 permitiu reduzir barreiras de implantação, antecipar o início da operação e viabilizar receitas necessárias à expansão. Essa decisão foi coerente com o contexto regulatório e econômico da concessão, especialmente diante da urgência no cumprimento das metas de cobertura.

A posterior implantação da Etapa 2, com Biorreator Combinado Anaeróbio-Aeróbio de Biofilme, evidenciou a maturação tecnológica da planta. A nova configuração reduziu a dependência de processos físico-químicos, buscou menor geração de lodo, menor consumo de produtos químicos, melhor aproveitamento da área disponível e maior estabilidade operacional. Assim, a evolução da ETE Figueira não deve ser interpretada como substituição isolada de tecnologias, mas como adaptação progressiva da infraestrutura às fases de desenvolvimento da concessão.

Como limitação, este relato concentra-se na análise técnico-operacional e estratégica da transição tecnológica, sem aprofundar séries históricas completas de custo por metro cúbico tratado, consumo energético real, geração efetiva de lodo e desempenho laboratorial contínuo. Como continuidade dos estudos, é oportuno o comparativo operacional efetivamente realizado com a união das 2 tecnologias operando simultaneamente, contemplando OPEX, energia, produtos químicos, lodo, estabilidade do efluente e contribuição da automação para a confiabilidade do tratamento.

REFERÊNCIAS

GRATT. **Análise técnica comparativa:** ETE LAI e ETE Gratt: Estação de Tratamento de Efluentes Sanitários, ETE Figueira. Tubarão, 2018.

MATOS, M.F. **Estações compactas de tratamento de esgoto:** uma alternativa à universalização do

saneamento. 2019. Monografia (Especialização em Engenharia de Saneamento) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Porto Alegre, 2019.

TUBARÃO SANEAMENTO S.A.; BIOPROJ; TIGRE. **ETE Figueira**: ampliação 75 L/s: memorial descritivo de processo e justificativa da tecnologia. Tubarão, 2022.

A DUPLA FACE DA INOVAÇÃO: DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO PARA A INCLUSÃO SOCIAL

Giovani Mendonça Lunardi⁸

RESUMO

A Inovação foi alçada, nas últimas décadas, a categoria de tema acadêmico relevante a partir, principalmente, do Manual de Oslo da OCDE, fundamentado no pensamento teórico de Joseph Schumpeter. Segundo o Manual de OSLO, a inovação torna-se um valor tangível mensurável que determina o grau de evolução tecnológica de uma empresa ou país do ponto de vista econômico. De forma contrária, estudos críticos sobre ciência, tecnologia e sociedade (CTS), examinam o fenômeno da inovação a partir de seus impactos sociais e não somente o econômico. Desta forma, surgem propostas alternativas de investigação e pesquisas voltadas para a inovação tecnológica não somente como motor do crescimento econômico, mas também para o desenvolvimento social. Para cumprir o objetivo proposto nesta investigação, foram realizadas pesquisas documentais e bibliográficas relacionadas aos Ecossistemas de Inovação presentes no Brasil com foco nos seus impactos sociais. As bases de dados utilizadas para esta investigação são as pesquisas realizadas no período de 2015 a 2025, no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação da Universidade Federal de Santa Catarina (PPGTIC/UFSC) na área de concentração “Tecnologias e Inovação”. Para selecionar os trabalhos a serem analisados foram definidos como descritores as palavras-chaves “Inovação”, “Ecossistema de Inovação”, “Inovação Social”, “Inclusão Social”, “ODSs” chegando-se a uma amostra significativa de pesquisa. Com os dados coletados, após análise verificou-se que a possibilidade de estruturação de ecossistemas econômicos que permitem também uma abordagem alternativa através de modelos de inovação voltadas para o desenvolvimento e inclusão social. Este modelo alternativo de inovação alinha-se com a proposta de desenvolvimento sócio-ambiental descritos nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da ONU-2030. Como principal resultado da pesquisa realizada, constatou-se que a articulação de sistemas de inovação, enquanto políticas públicas, aliadas com modelos alternativos voltadas para o desenvolvimento e inclusão social contribuem de forma decisiva para a mitigação das assimetrias econômicas e problemas sócio-ambientais.

Palavras-chave: ecossistemas de inovação; inovação social; ODS; inclusão social.

⁸ Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Araranguá. giovani.lunardi@ufsc.br

PROTÓTIPO DE HORTA HIDROPÔNICA AUTOMATIZADA

Adrié M. Bittencourt⁹

Ana Lucia Zabot Dal Moro

Roberval Silva Bett

Fernando Silvano Gonçalves

RESUMO

A agricultura contemporânea enfrenta um cenário de transformações profundas, motivadas pela urgência em responder aos impactos das mudanças climáticas e à crescente escassez de recursos naturais. Nesse contexto, a hidroponia consolida-se não apenas como uma técnica de cultivo alternativa, mas como uma estratégia fundamental para a agricultura. Neste contexto, o presente projeto tem como objetivo a construção de um protótipo de Horta Hidropônica Automatizada, visando a produção de alimentos em espaços reduzidos. A proposta busca responder aos desafios das mudanças climáticas e à escassez de recursos hídricos, utilizando a hidroponia como uma alternativa sustentável que elimina a dependência do solo e maximiza a eficiência no uso da água. A metodologia envolve a criação de uma estrutura vertical, que maximiza a produção, e a implementação de um sistema automatizado de irrigação. O sistema será composto por um conjunto de sensores como, nível, luminosidade, temperatura, condutividade elétrica e de pH para monitoramento dos cultivos. Aliado a essa estrutura, um microcontrolador fará o monitoramento dos parâmetros em tempo real e acionará atuadores como a bomba d'água e iluminação caso necessário. O projeto também contará com uma interface na forma de display para interação com o sistema e visualização dos dados coletados. Com o desenvolvimento da solução, espera-se contribuir com uma solução que facilite o cultivo urbano de hortaliças e vegetais garantindo maior qualidade alimentar e logística facilitada, além de propor o uso consciente de água para evitar desperdícios. Espera-se que a horta automatizada proporcione uma solução prática para a produção local de alimentos frescos, reduzindo o desperdício de água e aumentando a autonomia do usuário.

Palavras-Chave: horta hidropônica; consumo sustentável; cultivo urbano; segurança alimentar; sistema embarcado.

⁹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - Campus Tubarão
adriemarcobittencourt@gmail.com

ESTUDO DE COMUNICAÇÃO DE SATÉLITES GEO VIA PROTOCOLO NB-IoT

Fernando Rodrigues Gabriel¹⁰

Arthur Fernandes¹¹

Roderval Marcelino¹²

Rodrigo Vinícios Mendonça Pereira¹³

RESUMO

Este trabalho de pesquisa apresenta uma análise de desempenho sobre a tecnologia *Narrowband IoT* (NB-IoT) – equipamentos de telemetria - operando sobre Redes Não Terrestres (*Non-Terrestrial Networks* - NTN) – redes satelitais, com o intuito de abordar as lacunas de conectividade em áreas remotas e rurais conhecidas como desertos digitais. A pesquisa justifica-se pela escassez documentada na literatura de dados empíricos e medições de campo que utilizem o padrão 3GPP Release 17 em sistemas NTN. Para preencher essa lacuna, o estudo fornece uma caracterização experimental detalhada de um serviço de IoT via satélite baseado em órbita geoestacionária (GEO), em total conformidade com as especificações técnicas vigentes. A metodologia consistiu na execução de testes de campo utilizando a plataforma comercial *Blues Starnote*, integrando o ecossistema de satélites *Skylo Tech*. As validações experimentais foram conduzidas na região Sul do Brasil, especificamente no município de Araranguá, Santa Catarina, sob diversas condições operacionais e ambientais. Foram avaliados quatro cenários distintos: linha de visada direta (*baseline* em campo aberto), obstrução parcial do sinal, condições de chuva intensa e, por fim, mobilidade veicular. O desempenho do sistema foi rigorosamente mensurado através de métricas de latência ponta a ponta e confiabilidade na taxa de entrega de pacotes (*Packet Delivery Ratio* - PDR). Os resultados demonstraram que o sistema mantém uma taxa de entrega de pacotes superior a 90% e uma latência mediana abaixo de 90 segundos nos cenários de referência, obstrução e mobilidade. Entretanto, os testes sob chuva intensa resultaram em uma interrupção total do serviço (*outage*), evidenciando a vulnerabilidade da banda de frequência utilizada às condições atmosféricas. Estes achados são fundamentais para estabelecer limites operacionais práticos para o padrão NTN Release 17 e fornecem subsídios empíricos essenciais para a validação de modelos de simulação acadêmicos. Conclui-se que, embora a solução seja promissora para o monitoramento rural, a alta variabilidade da latência e as falhas sob condições climáticas adversas exigem validações adicionais, possivelmente com uma melhora nas antenas de transmissão.

Palavras-chave: NB-IoT; Redes Não Terrestres (NTN); satélite GEO; 3GPP release 17; desertos digitais.

¹⁰ Aluno mestrado, CTS – Centro de Ciências Tecnologias e Saúde – UFSC Araranguá.
fernando.gabriel@posgrad.ufsc.br

¹¹ Aluno graduação, CTS – Centro de Ciências Tecnologias e Saúde – UFSC Araranguá

¹² Professor Dr, CTS – Centro de Ciências Tecnologias e Saúde – UFSC Araranguá

¹³ Professor Dr, CTS – Centro de Ciências Tecnologias e Saúde – UFSC Araranguá

Os Anais do 2º Congresso Nacional da Indústria na AMUREL reúnem estudos científicos e relatos técnicos focados no avanço tecnológico, na sustentabilidade e no desenvolvimento regional.

As pesquisas apresentadas abordam soluções inovadoras para a gestão de riscos e prevenção de desastres com drones multigás e monitoramento hídrico via IoT, além da automação agrícola em hidroponia. No âmbito das telecomunicações, destaca-se o estudo de redes de satélites NB-IoT para ampliar a conectividade.

A publicação contempla ainda discussões sobre ecossistemas de inovação voltados à inclusão social e aos ODS, modernização e transição tecnológica em estações de tratamento de esgoto, e a formação docente para a cultura maker em laboratórios educativos. O conjunto das obras reafirma a integração entre ciência, tecnologia e setor produtivo em Santa Catarina.