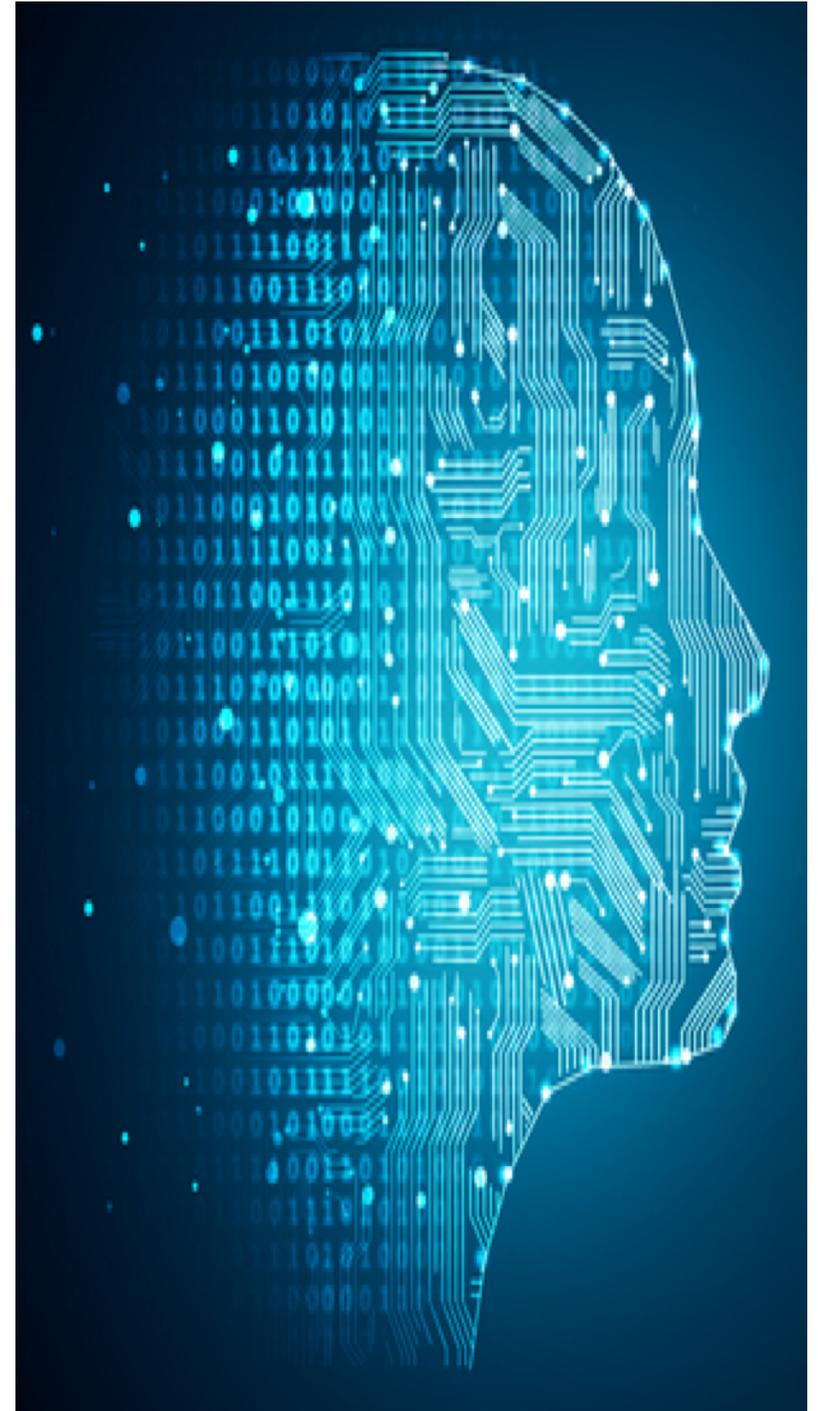


SANEAMENTO 4.0

Prof. Dr. Paulo Ferreira

Escola de Engenharia da
Universidade Presbiteriana Mackenzie



Agenda

Contexto

Abordagem de discussão

Desafios

Conclusões



Contexto

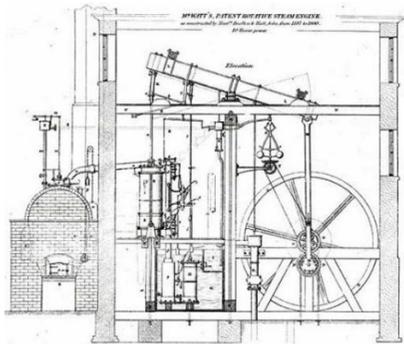
Abordagem de discussão

Desafios

Conclusões

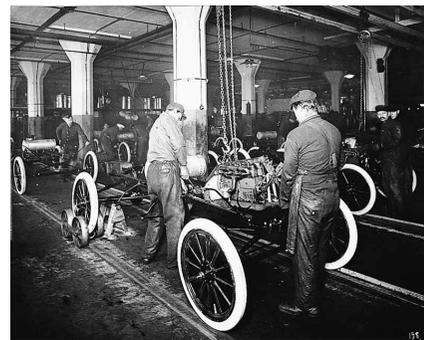
AS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS

Final do século XVIII



Tecnologia da máquina a vapor

Início do século XX



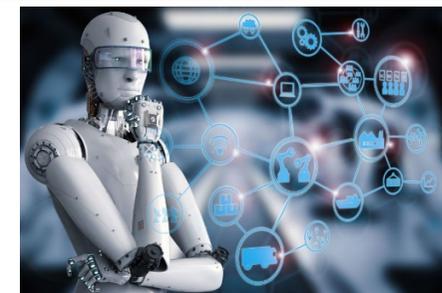
Energia elétrica.
Produção em série

Década de 1960



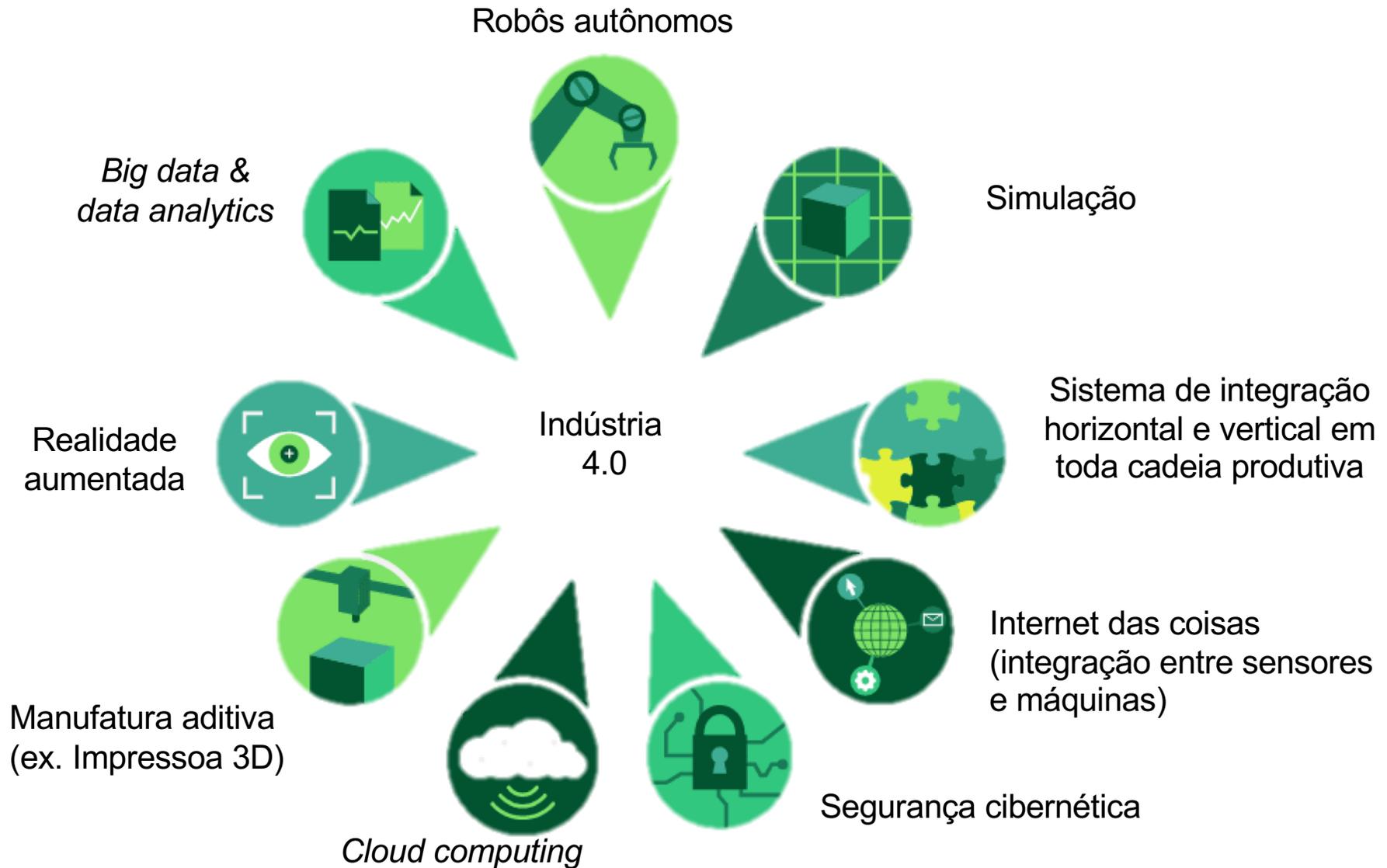
Controlador Lógico Programável integrado ao controle das máquinas.
Robôs, redes de comunicação

Década de 2010



Automação total das indústrias
Sistemas ciberfísicos,
Internet das coisas,
Cloud Computing, etc

Tecnologias usadas na indústria 4.0



Fonte: <https://www.bcg.com/capabilities/operations/embracing-industry-4.0-rediscovering-growth.aspx>



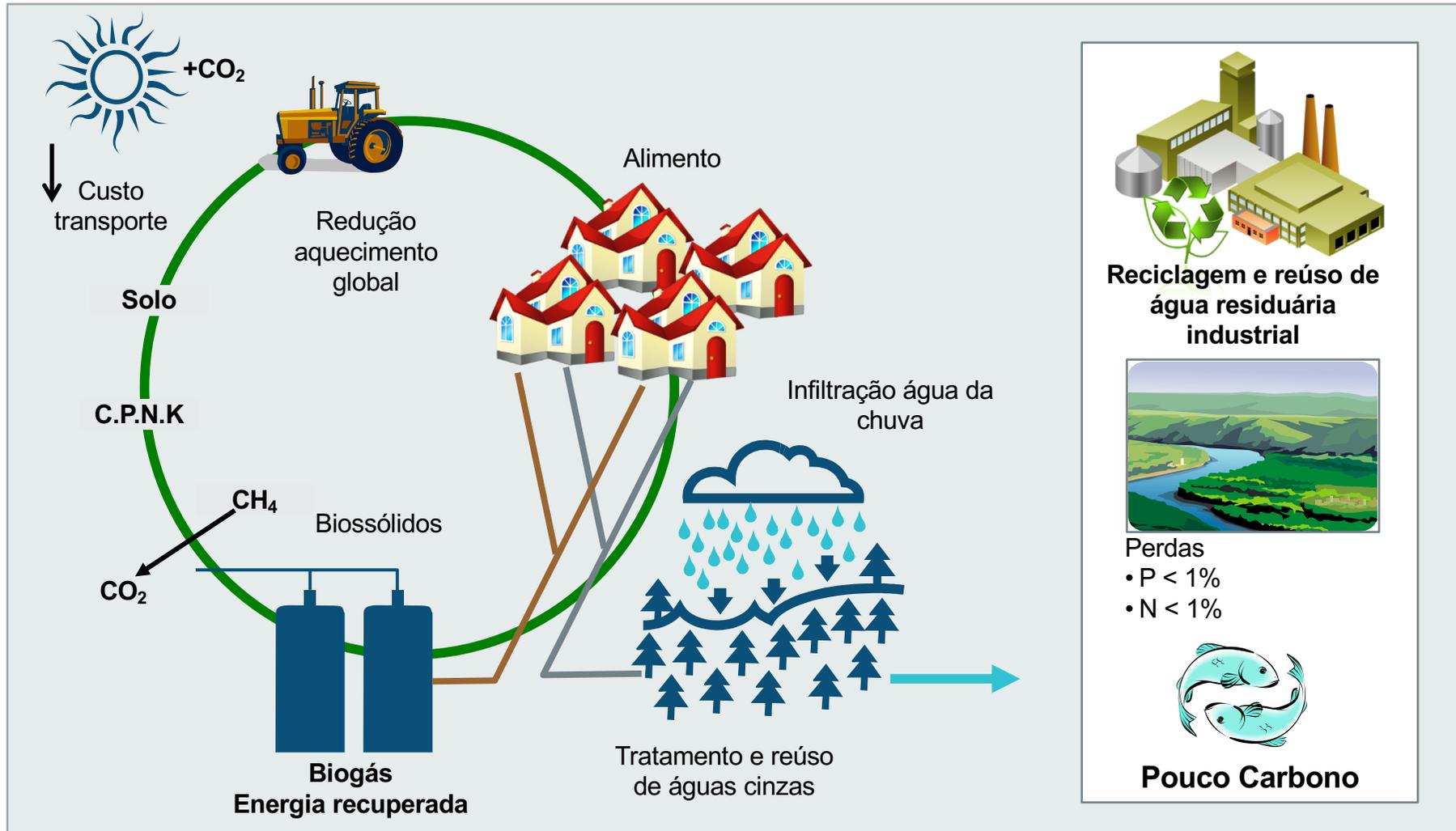
Contexto

Abordagem de discussão

Desafios

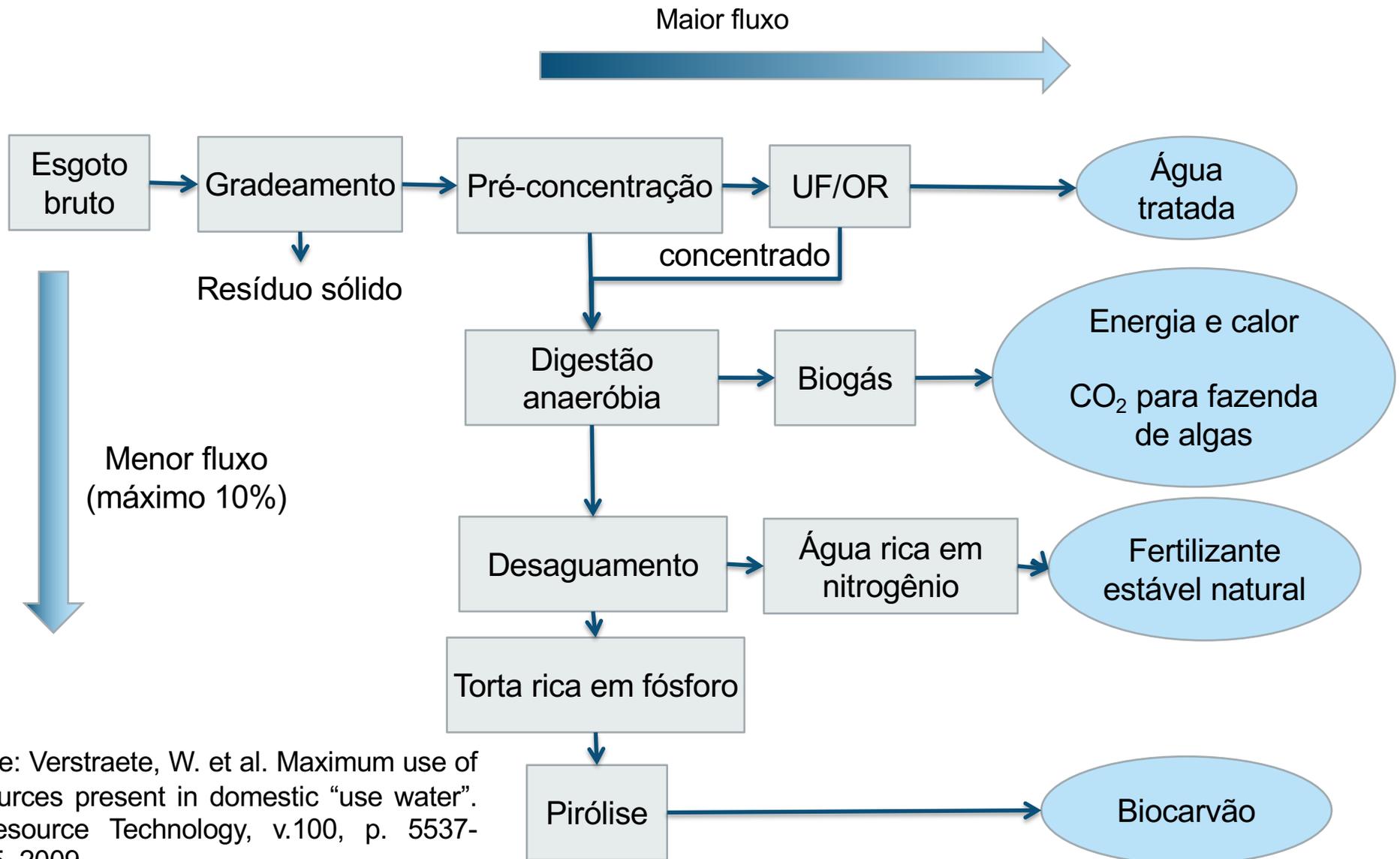
Conclusões

Sistema de esgotamento sanitário dentro do contexto do saneamento ecológico (visão circular)



FONTE: Adaptado de OTTERPOHL, R.; GROTTKER, M.; LANGE, J. **Sustainable water and waste management in urban areas**. Water Science Technologies. v. 35, n. 9, p. 121-133, 1997.

Máxima utilização dos recursos do esgoto – sistema centralizado



Fonte: Verstraete, W. et al. Maximum use of resources present in domestic “use water”. Bioresource Technology, v.100, p. 5537-5545, 2009

Sistema descentralizado

- <https://www.youtube.com/watch?v=iX0jAn-iNng>

Bacia sanitária sem água





Contexto

Abordagem de discussão

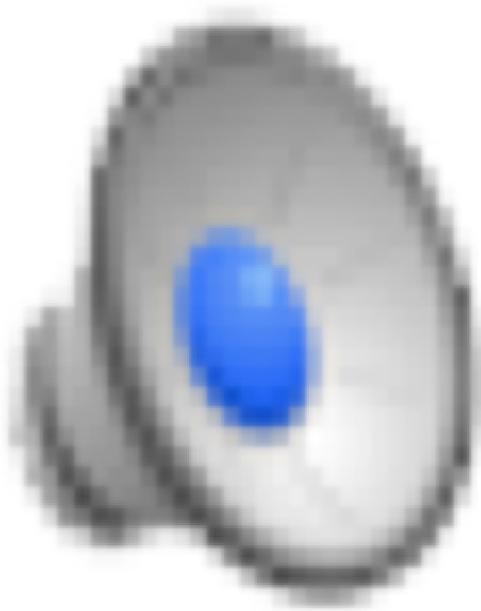
Desafios

Conclusões

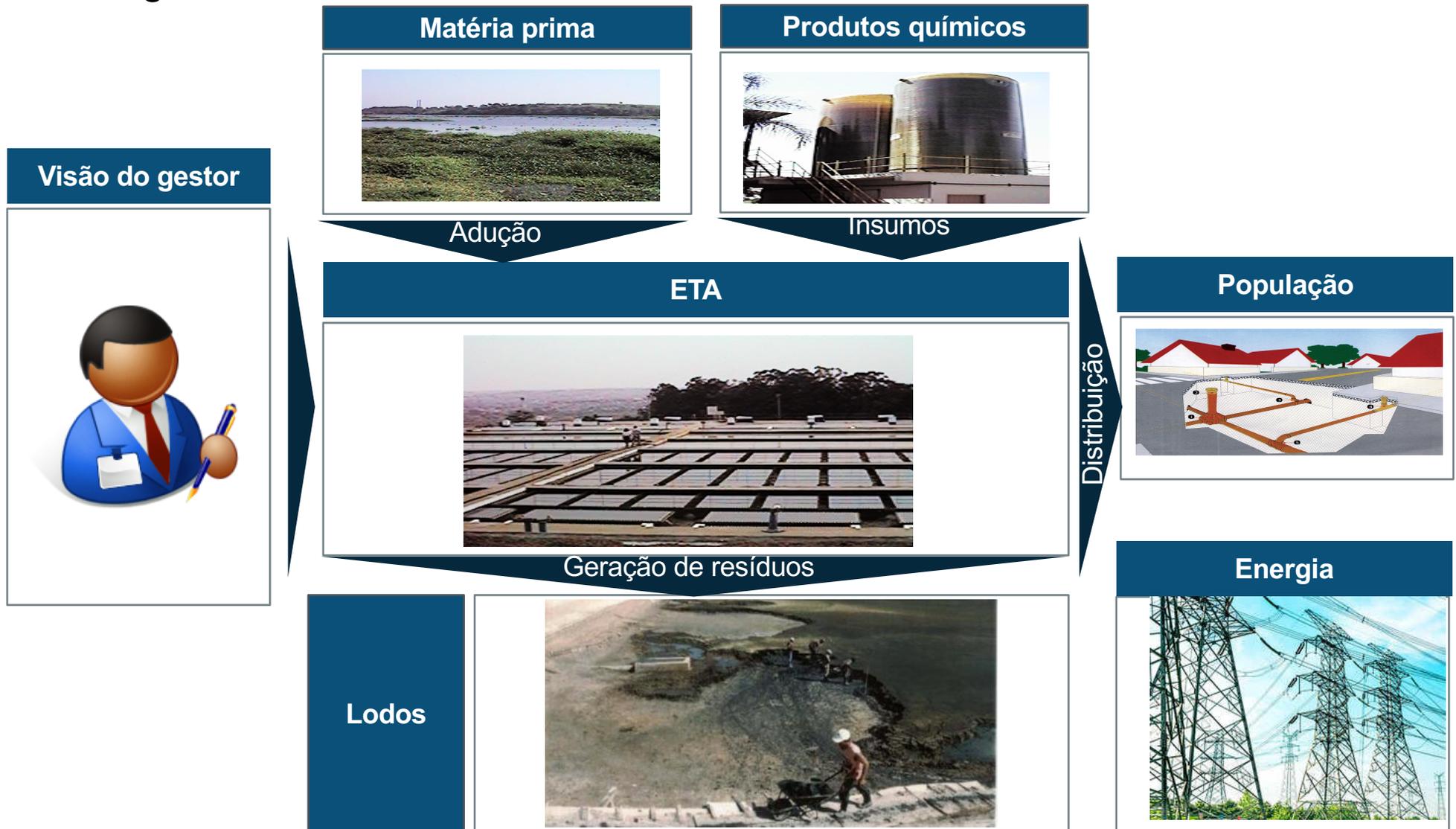
Será que o setor de saneamento está preparado para a Quarta Revolução Industrial?



Bomba manual



Sistema de integração horizontal e vertical em toda cadeia produtiva: não é possível ter uma visão fragmentada



Fonte: Modificado de Cordeiro (2008)



(1) Efluentes não domésticos

Monitoramento na atualidade

Monitoramento em mananciais, corpos d'água receptores, ETES e ETAs

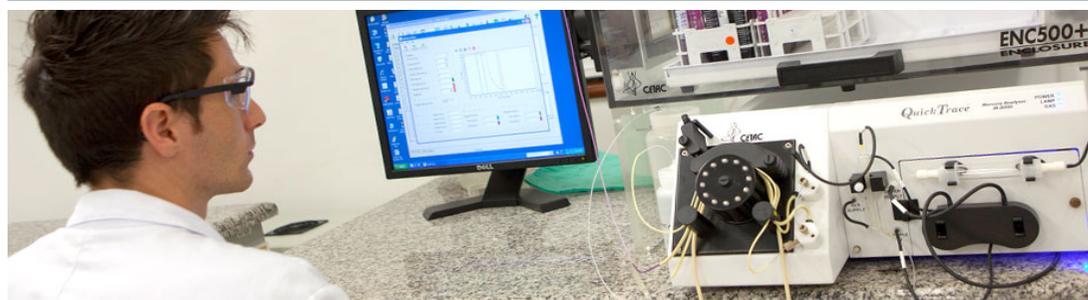
- Amostras simples, que só representa as características da amostra em um determinado espaço e tempo
- Dados qualitativos sem correlação com dados quantitativos
- Baixa frequência de amostragem
- Falta análise mais aprofundada dos dados obtidos
- Dados obtidos não permitem a aplicação imediata de modelos de previsão
- Linguagem inadequada para informar a população

Amostragem



<http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia-ambiental/laboratorios/59-servicos---amostragem>

Análises



<http://www.anatech.com.br/servicos/analises-ambientais>

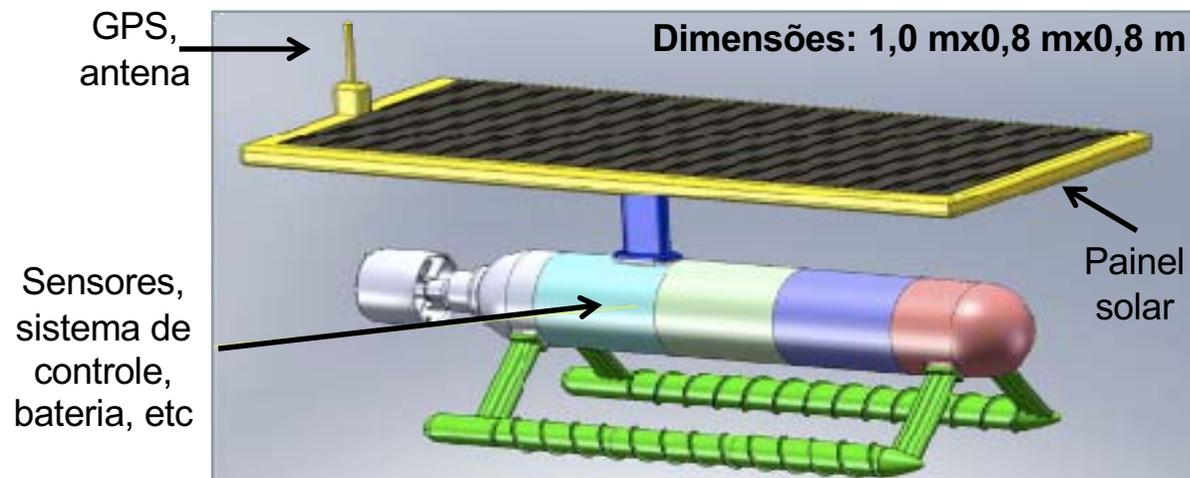
Monitoramento no contexto do Saneamento 4.0

Flutuador e microsensores

Permite a determinação das concentrações de diversas variáveis, através da integração de diferentes sensores

Principais vantagens:

- Autocalibração;
- Análise em tempo real;
- Determinação das concentrações em diferentes pontos de monitoramento;
- Fácil transporte;
- Menor custo em relação aos sistemas convencionais (p. ex. boias);
- Armazenamento de dados na nuvem
- Baixo consumo de energia



Sensores:
temperatura,
salinidade,
turbidez, pH,
metais pesados,
óleos e graxas,
PCR



Monitoramento em áreas remotas

Sensores aeroportados

The image is a composite illustrating remote monitoring technologies. On the left, a diagram shows two satellites in orbit with beams directed at an aircraft flying over a landscape. The aircraft has a sensor beam projecting a blue cone onto the ground, which includes a lake, trees, and a road. An inset shows a satellite image of a similar area. On the right, a photograph shows a white quadcopter drone flying over a grassy field, with two men in light-colored shirts standing below it, one holding a remote control. Below the drone photo, another photograph shows electronic components: an Arduino Uno microcontroller board, an SR04 ultrasonic sensor module, and a custom-built sensor module with three black sensors mounted on a white plastic housing.

Substituição ao laboratório convencional

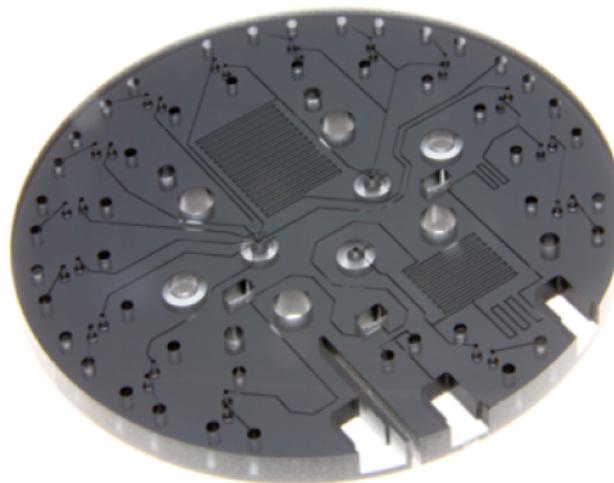
Laboratório em um chip (*Lab on a chip*)

Todas as etapas do procedimento analítico para determinação da concentração de uma variável de qualidade de água são realizadas em um microlaboratório (chip), cujas dimensões são bastante reduzidas

Principais vantagens:

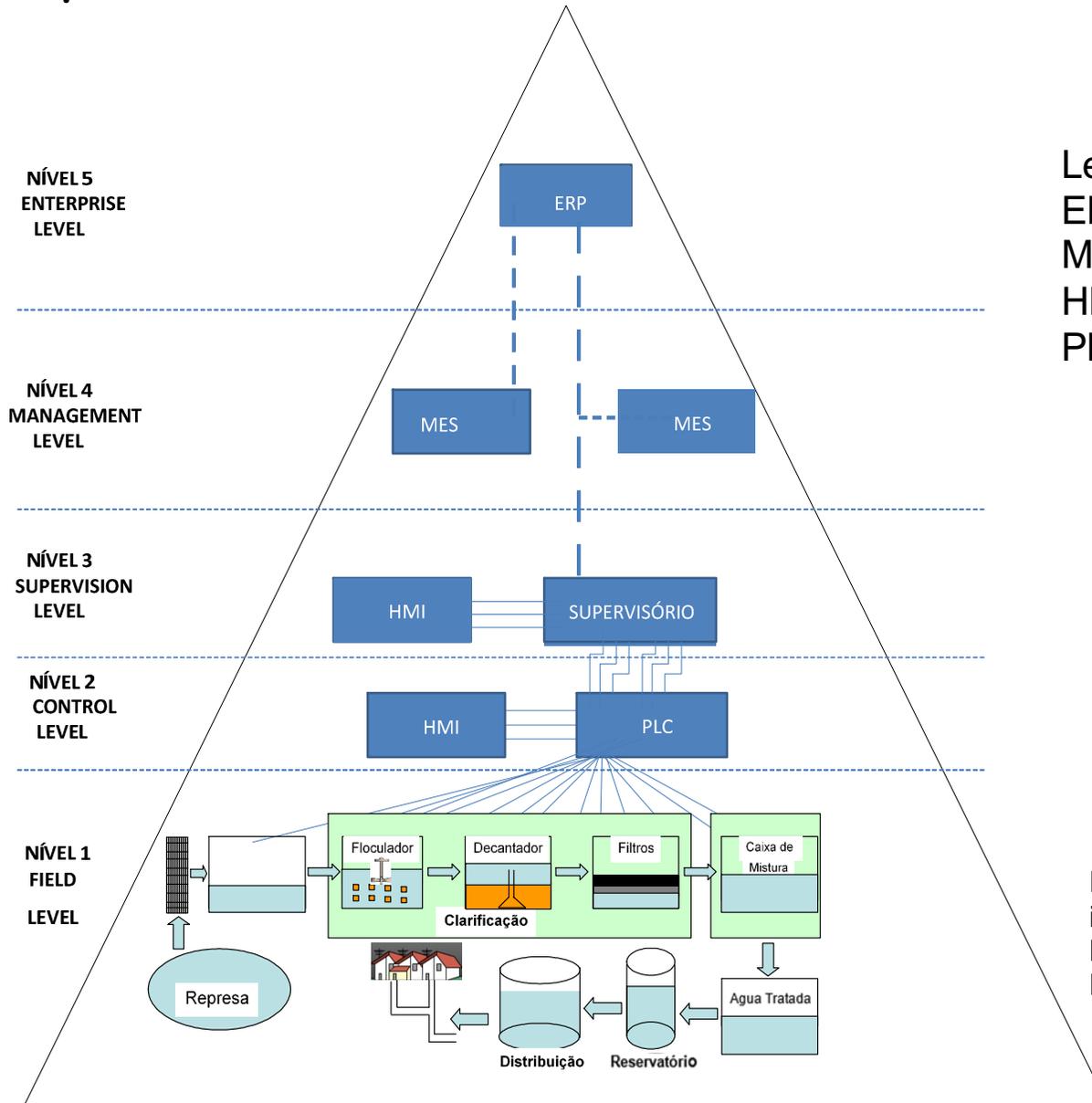
- Análise em tempo real
- Fácil transporte
- Baixo custo
- Baixo consumo de reagentes
- Baixa geração de resíduos

Lab on a chip para determinação das concentrações de nitrato e nitrito em águas



Fonte: Beaton, A. D. et al. Lab-on-chip measurement of nitrate and nitrite for in situ analysis of natural waters. *Environmental Science and Technology*, v. 46, p. 9548-9556, 2012

Arquitetura de controle de uma ETA no contexto atual

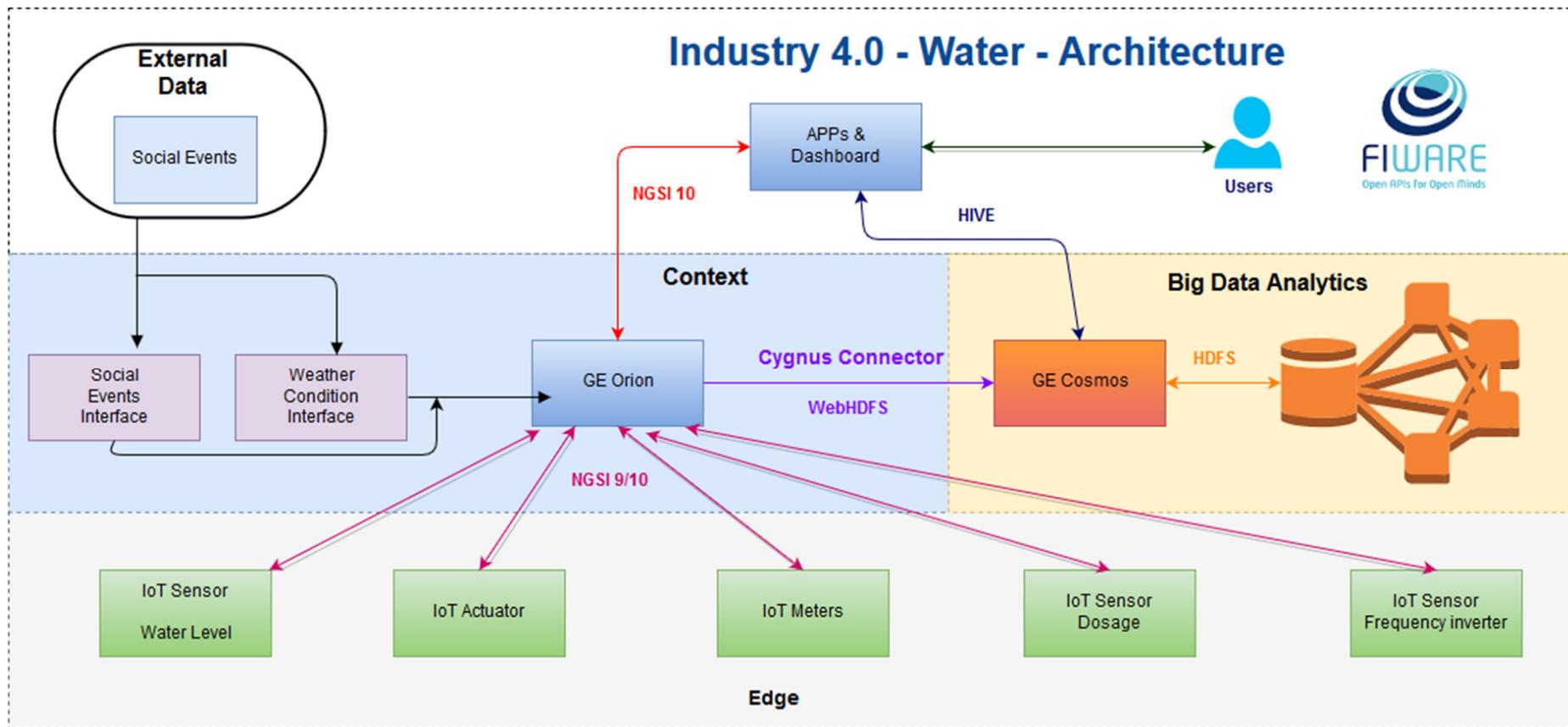


Legenda:

- ERP – Enterprise Resources Planning
- MES – Manufacturing Execution System
- HMI – Human Machine Interface
- PLC – Programmable Logic Controller

Fonte: Azevedo, M. T. Transformação digital na indústria: indústria 4.0 e rede de água inteligente no Brasil. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, Escola Politécnica. São Paulo, 177p. 2017.

Arquitetura de controle de uma ETA no contexto do Saneamento 4.0



Fonte: Azevedo, M. T. Transformação digital na indústria: indústria 4.0 e rede de água inteligente no Brasil. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, Escola Politécnica. São Paulo, 177p. 2017.



Contexto

Abordagem de discussão

Desafios

Conclusões

Conclusões

- O setor de saneamento precisa desenvolver, urgentemente, novas tecnologias para enfrentar os desafios impostos pela quarta revolução industrial;
- A automação já é uma realidade no setor de saneamento nos países desenvolvidos. Ela ainda é incipiente no Brasil, o que dificulta a passagem para o Saneamento 4.0. Mesmo para aquelas empresas que já implantaram a automação, há a necessidade de melhorias na arquitetura de controle;
- A falta de visão integrada horizontalmente e verticalmente no setor é outro desafio a ser vencido;
- Há a necessidade de capacitação dos funcionários do setor de saneamento para as novas tecnologias, que possibilitam a transformação digital;
- Não é possível continuar a obter dados como se fazia no passado. É necessário avançar na direção do monitoramento automático e em tempo real. Diversos microsensores estão disponíveis no mercado;
- Não basta obter dados; é preciso analisá-los mais profundamente. A construção de um *big data* e um *data analytics* é fundamental para um melhor gerenciamento dos sistemas e uma melhoria na tomada de decisão;
- A inteligência artificial pode ser usada nas ETAs e ETEs para aprimorar os processos, tornando-os mais efetivos e, conseqüentemente, reduzindo os custos operacionais;
- Deve-se incentivar os novos engenheiros e os profissionais que já estão no mercado a repensar os conceitos já consagrados na área de saneamento.

Para alcançar os benefícios do Saneamento 4.0, é necessário espírito de inovação, ousadia na administração, utilizando a experiência das empresas de saneamento, as Universidades e a iniciativa privada