

Proposta de
Agenda e Roadmap Digital
2021 - 2040
para o setor de saneamento
nas vertentes dos serviços de Abastecimento de Água
e Esgotamento Sanitário

Julho de 2021

Título: Proposta de Agenda e *Roadmap* Digital para o setor de Saneamento – nas vertentes dos serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário

Autores: Rita Cavaleiro de Ferreira, Fernando Finger, Tania Mara Marques, Carolina Cabral, Bruno Silva.

Contribuições especiais e agradecimentos:

Andréa Arimatéia (Swan Analytische Instrumente); Arnd Helmke (GIZ), Henrique Vasquez Féteira do Vale (FINEP); José Luis Guarch (Akut), Oscar Kimura (Swan Analytische Instrumente AG); Selma Parreira Capanema (COPASA).

Vários profissionais contribuíram para a elaboração do presente documento. As suas contribuições não refletem necessariamente o posicionamento formal de sua organização.

Revisão: Magnus Martins Caldeira, Secretaria Nacional de Saneamento, Ministério do Desenvolvimento Regional.

Para: *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH*

Encargo: Eficiência Energética para o Desenvolvimento Urbano Sustentável – Componente ProEESA 2 - Projeto de Eficiência Energética no Abastecimento de Água – fase 2, GIZ Brasil

No. do Encargo: PN 2015.2128.5

Coordenação: Arnd Helmke - Coordenador do Programa Energias Renováveis e Eficiência Energética, *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ)*;

Paulo Rogério dos Santos e Silva, Coordenador-Geral de Gestão Integrada (substituto) - Secretaria Nacional de Saneamento, Ministério do Desenvolvimento Regional;

Alfredo Assis de Carvalho, Coordenador de Gestão Integrada, Secretaria Nacional de Saneamento, Ministério do Desenvolvimento Regional.

Informações Legais

1. Todas as indicações, dados e resultados deste estudo foram compilados e cuidadosamente revisados pelo(s) autor(es). No entanto, erros com relação ao conteúdo não podem ser evitados. Consequentemente, nem a GIZ ou o(s) autor(es) podem ser responsabilizados por qualquer reivindicação, perda ou prejuízo direto ou indireto resultante do uso ou confiança depositada sobre as informações contidas neste estudo, ou direta ou indiretamente resultante dos erros, imprecisões ou omissões de informações neste estudo.
2. A duplicação ou reprodução de todo ou partes do estudo (incluindo a transferência de dados para sistemas de armazenamento de mídia) e distribuição para fins não comerciais é permitida, desde que a GIZ seja citada como fonte da informação. Para outros usos comerciais, incluindo duplicação, reprodução ou distribuição de todo ou partes deste estudo, é necessário o consentimento escrito da GIZ.

SUMÁRIO

Executive summary

Sumário executivo

Introdução

O enquadramento do presente estudo no Projeto ProEESA

O enquadramento do presente estudo em instrumentos de planeamento

Lei Nacional de Saneamento Básico - Lei nº 11.445/2007 e sua recente modificação pela Lei 14.026/2020

O Programa Estruturante do PLANSAB

Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (E-Digital)

Plano Nacional de Internet das Coisas

Os antecedentes e documentação base para este estudo

A participação colaborativa de entidades e especialistas individuais

Pilares da transformação digital e objetivos da agenda no saneamento

Pilares da transformação digital

Objetivos da agenda digital no saneamento

Programas e módulos

Estruturação dos programas

Estruturação dos módulos

Métricas para monitoramento dos programas e módulos

Horizontes temporais e de planeamento

Programa 1. Promover a aplicação de sistemas digitais nos serviços de saneamento

Módulo 1.1 – Assistência técnica aos prestadores de serviço de saneamento de pequeno porte

Módulo 1.2 – Agrupamentos de sistemas em dimensões que gerem sinergias de escala

Módulo 1.3 – Capacitação empresarial – prestadores de serviço de saneamento de pequeno porte

Programa 2. Expandir e qualificar os sistemas digitais nos serviços de saneamento

Módulo 2.1 - Capacitação empresarial

Módulo 2.2 - Centros de competência – comunidades de IoT e de interoperabilidade

Módulo 2.3 – Regulamentação da disponibilização de dados de faturamento

Módulo 2.4 – Incentivo ao desenvolvimento de software interno (Lei da Informática)

Programa 3. Promover e consolidar a inovação digital nos serviços de saneamento

Módulo 3.1 - *Seed funding* para prestadores de serviço de saneamento / Lei da Informática

Módulo 3.2 - Parcerias nacionais e internacionais de dados

Módulo 3.3 – Incentivo para start-ups

Módulo 3.4 – Pesquisa em previsões e modelos de tomada de decisão em ciência de dados

Programa 4. Aprimorar as condições de suporte para a transformação digital

Módulo 4.1 - Qualificação profissional e especialização

Módulo 4.2 – Pesquisa aplicada nos prestadores de serviço de saneamento

Módulo 4.3 – Pesquisa e ensino acadêmico - Preparar os profissionais de liderança do amanhã – vertente de recursos humanos

Módulo 4.4 – Facilitar o acesso a dados e sua disponibilização – acelerando a era do big data

Módulo 4.5 - Sistema integrado de informações em eficiência energética (SI2E2)

Módulo 4.6 – Redes de comunicação para conectar e automatizar as infraestruturas longes dos centros de controle

Módulo 4.7 – Segurança cibernética de serviços de saneamento

Módulo 4.8 – Comunicação, divulgação e diálogo civil

Módulo 4.9 – Princípios para o desenvolvimento digital sustentável de aplicações

Módulo 4.10 – Modelos de negócio para a gestão de resíduos

Próximos passos e desafios

Bibliografia

Anexo I - Complementações sobre as métricas

Anexo II - Glossário

Índice de tabelas

Tabela 1 – Principais aplicações de IoT em cidades relativo à eficiência energética e saneamento - fonte produto 7A: aprofundamento de Verticais – Cidades 2017 (Quadro 7 - página 24).....	12
Tabela 2 – Objetivos da agenda digital do saneamento.....	1

Índice de figuras

Figura 1 – Temas detalhados no E-Digital, fonte: E-Digital (página 9).....	11
Figura 2 – Eixos habilitadores e eixos de transformação digital, fonte: E-Digital (página 9).....	11
Figura 3 – Print com alguns dos participantes.....	13
Figura 4 – Pilares da transformação digital.....	15
Figura 5 – Programas e módulos da agenda digital.....	1
Figura 6 – Uso qualitativo das ferramentas digitais nos diferentes portes dos prestadores (equivalente à tabela 8 do Diagnóstico Digital).....	35
Figura 7 – Dispersão de notas obtidas em SCADA nos segmentos (equivalente à figura 71 do Diagnóstico Digital).....	35

Siglas e acrônimos utilizados

ANA	Agência Nacional de Água e Saneamento Básico
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ARSESP	Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo
ARES-PCJ	Agência Reguladora dos Serviços de Saneamento das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí
ARIS	Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (Santa Catarina)
ARSAE-MG	Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BIM	" <i>Building Information Modeling</i> " / Modelagem da Informação da Construção
BMZ	"Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung" / Ministério Federal da Cooperação Econômica e do Desenvolvimento
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BR	Brasil
CAESB	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
Cat-M	Rede de internet torre-a-torre
EE	Eficiência energética
ETA	Estação de tratamento de água
ETE	Estação de tratamento de esgoto
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ERP	Enterprise Resource Planning
EU	European Union /União Europeia
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos - empresa é vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
GPR	" <i>Ground Penetrating Radar</i> " / Radar de penetração no solo

GPRS	"General Packet Radio Service" / Serviços Gerais de Pacote por Rádio
GPS	"Global Positioning System" / Sistema de Posicionamento Global
IA	Inteligência Artificial
ICT	Instituições de Ciência e Tecnologia
IoT	"Internet of Things" / Internet das Coisas
LoRA	"Long Range" / Tecnologia de Rede de Área Ampla de Baixa Potência
LTE	"Long Term Evolution" / Evolução de Longo Prazo
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
MES	"Manufacturing Execution System" / Sistemas de gestão de produção
MME	Ministério de Minas e Energia
NB-IoT	"Narrow Band – Internet of things" / Banda Estreita para Internet das Coisas
PEE	Programa de Eficiência Energética
PIMS	Plant Information Management System
PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento Básico
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
ProEESA 2	Projeto de Eficiência Energética em Sistemas de Abastecimento – fase 2
PTI	Parque Tecnológico Itaipu
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PSS	Prestador de serviço de saneamento
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SANEAGO	Companhia de Saneamento de Goiás
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná
SCADA	"Supervisory control and data acquisition" / Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SGE	Sistema de Gestão de Energia
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNS	Secretaria Nacional de Saneamento
TI	Tecnologia da Informação
TO	Tecnologia da Operação
Wi-Sun	"Smart Utility Networks" / Redes utilitárias inteligentes

Executive summary

This "**Digital Agenda and Roadmap for the Sanitation Sector**" was conceived with the purpose of supporting the National Sanitation Secretariat of the Ministry of Regional Development in the **Structuring Program** foreseen in the **National Water and Sanitation Plan – Plansab**.

The **Structuring Program** has an emphasis on improved public investments aiming greater efficiency and effectiveness of physical infrastructures. It is understood that the **Structuring Program** aims the development of a more competitive water and sanitation service, providing better services to the population and through this improve economic and environmental sustainability according to the fundamental principles established in Law 11445/2007.

Digital transformation is considered crucial to increase the competitiveness of water and sanitation services and there are important synergies with the **Brazilian Strategy for Digital Transformation (E-Digital)** and the **National Plan for Internet of Things**.

In this sense, this document proposes 4 programs, of which the first 3 focus on the development of water and sanitation service providers, and the 4th program is more comprehensive, aiming framework conditions, including a larger value chain and other stakeholders.

The 4 programmes with 19 modules can be summarized as follows:

- **Program 1. Promote the deployment of digital systems in water and sanitation**, aiming service providers that still have little experience in the management and digital operation of water and sanitation services (including areas like Geographic Information Systems (GIS), Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA), Customer Management System, remote measurements, among others).
- **Program 2. Expand and qualify the use of digital systems in water and sanitation**, aiming at service providers that have some digital maturity, but could expand and increase interoperability between the digital tools they already have, and take them to the next level of value creation (including areas of system integration: GIS, Maintenance and Infrastructure Management System, Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA), Energy Management, Telemetry, Contact Center, Cybersecurity, among others).
- **Program 3. Promote and strengthen digital innovation in water and sanitation**, aiming at providers with a high level of experimentation and implementation practices, which places them at the forefront in the use of new technologies (including areas like Cloud Technology (Cloud Computing), Internet of Things (IoT), Big Data & Analytics, Information Security, Artificial Intelligence, Social Robotics, Virtual or Augmented Reality, Blockchain applications, among others).
- **Program 4. Improve framework conditions for digital transformation**, aiming at cross-cutting topics that in many cases go beyond the water and sanitation sector, benefiting management, governance and industry (including areas of regulation, standardization, early qualification of human resources, information security, artificial intelligence, civil and social dialogue, among others).

The 4 programs and 19 modules are not necessarily complete – they can be expanded and modified as stakeholders reflections and priorities evolve. The proposals also have different levels of maturity according to top-down or bottom-up approaches. All proposals can be further developed, considering limitations and the context for implementation.

It is worth mentioning that the explained proposals are not yet provisioned with government financial resources, but they can be included in upcoming federal and state level budgets.

Finally, please note that the elaboration of these proposals derives from several specialist consultations and workshops, and some bibliographic sources, such as:

- *Digital Baseline of the Water and Sanitation Sector (Diagnóstico Digital 2020 do Setor de Saneamento no Brasil - Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário)* (available for download at <https://antigo.mdr.gov.br/saneamento/proeesa/biblioteca-virtual/4441-publicacoes-proeesa>);
- *Workshop "Boosting Digital Management in Water and Sanitation", held on 21.10.2020;*
- *Written contributions received from experts, mentioned after the authors;*
- *German Digital Strategy - Artificial Intelligence Strategy 2018, German Government.*

Sumário executivo

O presente documento “**Agenda e Roadmap Digital para o setor de Saneamento**” foi concebido com o propósito de subsidiar a Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional na elaboração do **Programa Estruturante** previsto no Plano Nacional de Saneamento Básico - **Plansab**, tendo em conta que a ênfase desse programa é a qualificação dos investimentos públicos e maior eficiência e efetividade das medidas estruturais. Entende-se que o **Programa Estruturante** visa promover prestadores de serviço de saneamento (PSS) mais competitivos, com a prestação de melhores serviços para a população, e que tenham sustentabilidade econômica e ambiental conforme os princípios fundamentais estabelecidos na Lei nº 11.445/2007.

Considera-se que a transformação digital é determinante na melhoria da competitividade e dos serviços de saneamento e existem importantes sinergias com a **Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (E-Digital)** e o **Plano Nacional de Internet das Coisas**.

Nesse sentido, este documento propõe 4 Programas, dos quais os 3 primeiros focam no desenvolvimento dos prestadores de serviço de saneamento, e o 4º programa é mais abrangente, visando a cadeia de valor e outros stakeholders.

Os 4 Programas com 19 módulos subsidiários podem ser resumidos do seguinte modo:

- **Programa 1. Promover a aplicação de sistemas digitais nos serviços de saneamento**, visando prestadores de serviço de saneamento que ainda têm pouca experiência na gestão e operação digital dos serviços de saneamento (em termos temáticos incide em: Sistemas de Informação Geográfica (SIG); Sistema de Gestão de Manutenção e Infraestruturas; Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Sistema de Gestão de Clientes; Sistema de Telemetria; entre outros).
- **Programa 2. Expandir e qualificar os sistemas digitais nos serviços de saneamento**, visando os prestadores de serviço de saneamento que possuem um nível digital considerável, mas que podem aumentar a interoperabilidade entre as ferramentas digitais que já dispõem, e assim levá-las ao próximo nível de criação de valor (em termos temáticos, isso incide na integração de sistemas: SIG; Sistema de Gestão de Manutenção e Infraestruturas; SCADA: Gestão de Energia; Telemetria; Contact Center; Segurança cibernética entre outros).
- **Programa 3. Promover e consolidar a inovação digital nos serviços de saneamento**, visando os prestadores que se distinguem por um elevado nível de experimentação e implementação, o que os coloca em posições de vanguarda no uso das tecnologias (em termos temáticos isso incide em: Tecnologia de Nuvem (Cloud Computing); Internet of Things (IoT); Big Data & Analytics; Segurança da Informação; Inteligência Artificial; Robótica Social; Realidade Virtual ou Aumentada; Aplicações de Blockchain, entre outras).
- **Programa 4. Aprimorar as condições de suporte para a transformação digital**, visando os temas transversais que vão, em muitos casos, além do setor de saneamento, e os quais beneficiam o tecido industrial e setores de gestão e governança (em termos temáticos incide em: regulamentação, padronização, fomentar a qualificação de recursos humanos, segurança da informação, inteligência artificial, diálogo civil e social, entre outros).

Os 4 Programas e 19 módulos não são exaustivos – podem ser ampliados e modificados à medida que amadureçam as reflexões e as prioridades do governo. As propostas também têm níveis diferentes de desenvolvimento conforme as abordagens *top-down* e *bottom-up*. Por fim, pode-se dizer que todas as propostas podem ser mais desenvolvidas, tendo em vista as condições e contexto para aplicação.

Cabe mencionar que, para as propostas aqui descritas, não existem recursos financeiros governamentais previamente provisionados, porém, podem ser avaliadas no momento da elaboração dos próximos Orçamentos da União e dos Estados.

Por fim, cabe referir que a elaboração dessas propostas deriva da consolidação de várias consultas e workshops com profissionais especialistas, além de pesquisa em fontes bibliográficas, sendo elas:

- “Diagnóstico Digital 2020 do Setor de Saneamento no Brasil - Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário” (disponível para download em <https://antigo.mdr.gov.br/saneamento/proeesa/biblioteca-virtual/4441-publicacoes-proeesa>);
- Workshop “Impulsionar a Gestão Digital no Saneamento Brasileiro”, realizado no dia 21.10.2020;
- Contribuições por escrito recebidas de especialistas, cujos nomes são citados no verso da capa deste documento;
- Bibliografia diversa de Estados brasileiros e outros países (em especial a Estratégia Digital da Alemanha - *Artificial Intelligence Strategy* 2018, Governo Alemão).

Introdução

O enquadramento do presente estudo no Projeto ProEESA

A Secretaria Nacional de Saneamento (SNS) do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) e o Ministério Federal da Cooperação Econômica e do Desenvolvimento da Alemanha (BMZ) cooperam no “Projeto de Eficiência Energética em Sistemas de Abastecimento de Água - Fase 2” (ProEESA 2). A coordenação do lado alemão está a cargo da Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável/Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, sendo a entidade executora a empresa de consultoria AKUT.

O ProEESA 2 visa atuar na melhoria das condições para implantação de medidas de eficiência energética nos prestadores de serviços de saneamento, por meio de ações junto às entidades reguladoras do setor. Neste contexto, o projeto contém uma vertente relativa aos procedimentos digitais (“Output D.2”). No entanto, a eficiência energética, entre outros tipos de eficiência, é um assunto transversal, motivo pelo qual o ProEESA 2 tentou colocar por escrito propostas genéricas que possam conduzir a um saneamento mais competitivo, com base nas possibilidades que a transformação digital oferece.

O enquadramento do presente estudo em instrumentos de planejamento

Além da vontade do governo alemão de trabalhar aspectos digitais com os seus parceiros de cooperação no Brasil, espelhada nos indicadores de trabalho do ProEESA, o aumento da competitividade também está na agenda de instrumentos de planejamento brasileiros, nomeadamente o ‘novo marco legal do saneamento’, a Lei nº 11.445/2007 e sua recente modificação pela Lei 14.026/2020, na Estratégia Digital Brasileira e no Plano de IoT.

Lei Nacional de Saneamento Básico - Lei nº 11.445/2007 e sua recente modificação pela Lei 14.026/2020

O Novo Marco Legal do Saneamento, nomeadamente a Lei 14.026/2020, vem reforçar a vontade de maior eficiência que já estava presente na versão anterior do marco a Lei Nacional de Saneamento Básico - Lei nº 11.445/2007. A nova lei contém aspectos de eficiência e uso de tecnologias modernas e eficientes que se evidenciam em seguida. O Art. 2º da Lei nº 11.445/2007 modificada determina que os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base nos seguintes princípios fundamentais:

“(…)

VIII - estímulo à pesquisa, ao desenvolvimento e à utilização de tecnologias apropriadas, consideradas a capacidade de pagamento dos usuários, a adoção de soluções graduais e progressivas e a melhoria da qualidade com ganhos de eficiência e redução dos custos para os usuários;

(…)

XI - segurança, qualidade, regularidade e continuidade;

XII - integração das infraestruturas e dos serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos;

XIII - redução e controle das perdas de água, inclusive na distribuição de água tratada, estímulo à racionalização de seu consumo pelos usuários e fomento à eficiência energética, ao reuso de efluentes sanitários e ao aproveitamento de águas de chuva

(…)”

Determina também que a instituição das tarifas observará o estímulo ao uso de tecnologias modernas e eficientes, compatíveis com os níveis exigidos de qualidade, continuidade e segurança na prestação dos serviços e incentivo à eficiência dos prestadores dos serviços (Art. 29, §1º VII e VIII).

Em termos da regulamentação a ser elaborada pela Agência Nacional de Água e Saneamento Básico (ANA), previstos no Art. 4º-A. § 3º, as normas de referência deverão:

“I - promover a prestação adequada dos serviços, com atendimento pleno aos usuários, observados os princípios da regularidade, da continuidade, da eficiência, da segurança, da atualidade, da generalidade, da cortesia, da modicidade tarifária, da utilização racional dos recursos hídricos e da universalização dos serviços;

II - estimular a livre concorrência, a competitividade, a eficiência e a sustentabilidade econômica na prestação dos serviços.”

O uso de ferramentas digitais encontra-se incluído nos artigos da Lei modificada.

O Programa Estruturante do PLANSAB

O Plano Nacional de Saneamento Básico - Plansab (versão revisada de 2019, página 222) prevê a elaboração do **Programa 3: Saneamento Estruturante**, cujo foco é o apoio à gestão pública dos serviços, com ênfase na qualificação dos investimentos públicos, e promoção de maiores eficiência e efetividade das medidas estruturais.

O objetivo deste programa é o financiamento de medidas estruturantes para o saneamento básico, visando a melhoria do planejamento, da gestão e da prestação pública de serviços, bem como medidas de assistência técnica, capacitação e ações de desenvolvimento científico e tecnológico em saneamento. O Programa pretende cumprir um papel estratégico na Política Nacional de Saneamento, prevendo um conjunto de medidas, distribuídas em quatro diferentes ações estruturantes:

- Apoio ao planejamento e gestão;
- Apoio à prestação de serviços;
- Capacitação e assistência técnica;
- Desenvolvimento científico e tecnológico.

Uma tarefa inicial na formulação do programa estruturante será tornar mais claro o elenco de medidas a serem incluídas e a forma de apoio financeiro.

O Plansab aponta que no programa serão priorizados pedidos que prevejam a implantação planejada de um conjunto de medidas, preferencialmente mediante um pacote de apoios com duração plurianual, com avaliações anuais intermediárias.

Dentro do programa estruturante considera-se oportuno o incentivo ao uso de ferramentas digitais.

Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (E-Digital)

A Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (E-Digital) está consagrada no Decreto 9.319, de 21 de março de 2018, e prevê ganhos de produtividade, de competitividade e indução de inovação que serão novas oportunidades de ganhos para o país.

Na Estratégia Brasileira para a Transformação Digital o setor de saneamento se encontra dentro do tópico “digitalização da economia” (Figura 1).



Figura 1 – Temas detalhados no E-Digital, fonte: E-Digital (página 9)

A Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (E-Digital) contém os seguintes eixos de transformação e eixos habilitadores (Figura 2).

Eixos de transformação digital	Eixos Habilitadores					Nº de ações previstas:	
Economia baseada em dados	Infraestrutura e acesso às TICs	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação	Confiança no Ambiente Digital	Educação e Capacitação Profissional	Dimensão Internacional	6	
Um mundo de dispositivos conectados						6	
Novos modelos de negócio						24	
Cidadania e Governo						11	
	Nº de ações previstas:	9	10	15	9	10	Total de ações: 100

Figura 2 – Eixos habilitadores e eixos de transformação digital, fonte: E-Digital (página 9)

Considera-se que na Estratégia Brasileira para a Transformação Digital ainda existe espaço para identificar as sinergias e formular medidas concretas para o setor de saneamento.

Plano Nacional de Internet das Coisas

A interface do presente diagnóstico com o Plano Nacional de Internet das Coisas ocorre na análise dos sistemas SCADA nos capítulos subsequentes, onde se infere sobre o uso de sensores, supervisão, controle e automação.

São objetivos do **Plano Nacional de Internet das Coisas** (Art. 3º do Decreto n.º 9.854 de 25 de junho de 2019):

I - melhorar a qualidade de vida das pessoas e promover ganhos de eficiência nos serviços, por meio da implementação de soluções de IoT;

II - promover a capacitação profissional relacionada ao desenvolvimento de aplicações de IoT e a geração de empregos na economia digital;

III - incrementar a produtividade e fomentar a competitividade das empresas brasileiras desenvolvedoras de IoT, por meio da promoção de um ecossistema de inovação neste setor;

IV - buscar parcerias com os setores público e privado para a implementação da IoT; e

V - aumentar a integração do País no cenário internacional, por meio da participação em fóruns de padronização, da cooperação internacional em pesquisa, desenvolvimento e inovação e da internacionalização de soluções de IoT desenvolvidas no País.”

O Plano Nacional de Internet das Coisas foi precedido pelo estudo “Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil” de 2017, liderado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), em parceria com o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC):

“O objetivo do estudo foi propor um plano de ação estratégico para o país em Internet das Coisas (em inglês, Internet of Things – IoT), e esteve dividido em quatro grandes fases:

- *Diagnóstico geral e aspiração para o Brasil: obtenção de uma visão geral do impacto de IoT no Brasil, entendimento das competências de tecnologias de informação e comunicação (TIC) e definição de aspirações iniciais para IoT no país.*
- *Seleção de verticais e horizontais: definição de critérios-chave para seleção e priorização de verticais e horizontais.*
- *Aprofundamento e elaboração de Plano de Ação (2018-2022): aprofundamento nas verticais escolhidas, elaboração de visão para IoT para cada vertical e do Plano de Ação 2018-2022.*
- *Suporte à implementação: apoio à execução do Plano de Ação 2018-2022.”*

A seguinte tabela apresenta um excerto do Produto 7A: Aprofundamento de Verticais – Cidades 2017, que incide em eficiência energética e saneamento.

Tabela 1 – Principais aplicações de IoT em cidades relativo à eficiência energética e saneamento - fonte produto 7A: aprofundamento de Verticais – Cidades 2017 (Quadro 7 - página 24)

Principais aplicações de IoT em cidades (2/2)

■ Selecionados para detalhamento
 ● Muito baixa
 ● Muito alta

Desafio	Aplicação	Descrição	Captura de valor esperada ¹	Alavancas de impacto principais
 Eficiência energética e saneamento	• Identificação de vazamentos de água	• Uso de sensores em canos, bombas e demais partes da infraestrutura hidráulica para monitorar condições e gerenciar perdas por meio de identificação e reparo de vazamentos ou mudança de pressão, conforme a necessidade.	●	• Redução dos vazamentos de água em 40%-50%
	• Medidores inteligentes de energia elétrica	• Redução de custos operacionais de leitura de medidores e prevenção de roubos.	●	• Redução de 50% de perdas não técnicas
	• Iluminação pública inteligente	• Utilização de sensores de monitoramento e de queima de lâmpadas para otimizar o uso e a substituição de ativos de iluminação pública.	●	• Redução de custos operacionais de energia
	• Medidores de água inteligentes e gestão da demanda	• Redução dos custos operacionais e viabilização da coleta de dados sob demanda em tempo real – fornecer aos residentes e gerentes de propriedades dados de consumo de água em tempo real para que eles possam identificar onde o consumo está ocorrendo e também onde há vazamentos.	●	• Redução da demanda de água em 5%
	• Automação de distribuição e subestações de energia	• Uso de automação na subestação para reduzir perdas na linha de distribuição, reparo automático de defeitos na linha, e melhor gerenciamento dos equipamentos da subestação com aparelhos eletrônicos inteligentes.	●	• Redução 4% de perdas nas linhas de transmissão
	• Lixeiras inteligentes	• Otimização das rotas de coleta de resíduos de lixeiras através do uso de sensores de monitoramento de capacidade.	●	• Redução de custos operacionais na coleta de lixo
	• Monitoramento da qualidade da água	• Uso de sensores distribuídos para monitorar a qualidade da água nos canos, rios, lagos etc.	●	• Redução de doenças relacionadas à qualidade da água
	• Monitoramento da qualidade do ar	• Emprego de sensores distribuídos para monitorar partículas suspensas no ar.	●	• Redução de doenças relacionadas à qualidade do ar
• Tarifação inteligente de resíduos sólidos	• Uso de tags de identificação por radiofrequência para cobrança automática de taxa variável de acordo com o consumo.	●	• Melhoria da produtividade em 23%	

Os antecedentes e documentação base para este estudo

Este estudo foi precedido do workshop “Impulsionar a Gestão Digital no Saneamento Brasileiro” realizado no ano passado no dia 21.10.2020, e do “Diagnóstico Digital 2020 do Setor de Saneamento no Brasil - Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário” (publicação elaborada pelo ProEESA e disponível para download em <https://antigo.mdr.gov.br/saneamento/proeesa/biblioteca-virtual/4441-publicacoes-proeesa>).

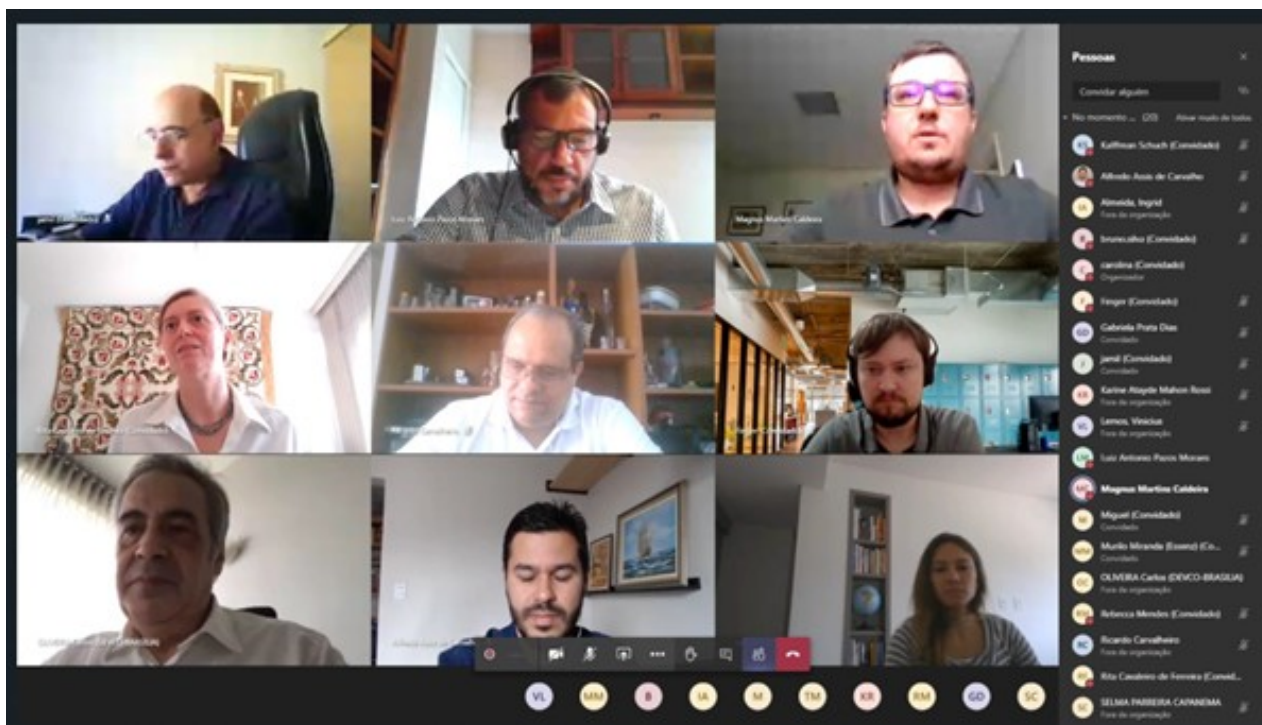


Figura 3 – Print com alguns dos participantes

A participação colaborativa de entidades e especialistas individuais

O presente documento circulou por vários especialistas e câmaras técnicas enunciadas em seguida. Relembramos que a contribuição dos vários especialistas e respectivas instituições não reflete necessariamente o posicionamento oficial dessas organizações.

- Entidades governamentais e subsidiários:
 - o Secretaria Nacional de Saneamento (SNS) do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) (09.03.2021);
 - o Ministério da Infraestrutura (23.03.2021);
 - o Grupo de trabalho do Plano Decenal de Eficiência Energética – vertente saneamento (23.03.2021).
- Associações do setor:
 - o Associação Brasileira das Concessionárias Privadas de Serviços Públicos de Água e Esgoto (ABCON) (23.03.2021);
 - o Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento (AESBE) (23.03.2021);
 - o Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento (ASSEMAE) (19.04.2021);
 - o Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), nomeadamente suas
 - Diretoria Nacional (29.03.2021);
 - Grupo de tecnologias de informação (23.03.2021);
 - Câmaras Técnica de Perdas de Água e Eficiência Energética (23.03.2021).

- Companhias de saneamento:
 - o Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR (23.03.2021);
 - o Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP (23.03.2021);
 - o Aegea Saneamento e Participações S.A (23.03.2021);
 - o Saneamento de Goiás - SANEAGO (23.03.2021);
 - o Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal - CAESB (23.03.2021);
 - o Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA (23.03.2021).

- Agências de regulação:
 - o Agência Reguladora dos Serviços de Saneamento das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí – ARES-PCJ (23.03.2021);
 - o Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais - ARSAE (23.03.2021);
 - o Agência Reguladora de Serviços Públicos do Estado de São Paulo - ARSESP (23.03.2021).

- Organizações internacionais:
 - o Representação da União Europeia no Brasil (23.03.2021).
 - o GIZ - Programa de Energia (23.03.2021).

- Instituições de Ciência, Tecnologia e Pesquisa
 - o Fundação Dom Cabral (06.04.2021);
 - o Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG (23.03.2021);
 - o FGV Analytics (23.03.2021);
 - o Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI (23.03.2021).

- Empresas do setor e provedores de tecnologia:
 - o Bentley Systems - Advancing Infrastructure (23.03.2021);
 - o Cpsengenharia (23.03.2021);
 - o Swan Analytische Instrumente AG (30.03.2021);
 - o The Smart Water Networks Forum: SWAN (27.04.2021).

Pilares da transformação digital e objetivos da agenda no saneamento

Pilares da transformação digital

Considera-se que a transformação digital é embasada em quatro pilares, que afetam a qualidade da governança e da gestão, sendo eles: i) processos, ii) cultura empresarial iii) tecnologia, e iv) equipamentos. Eles são determinantes na melhoria da competitividade e dos serviços de saneamento. É a utilização estratégica de dados, muitas vezes já disponíveis, a otimização de processos corporativos e a adaptação da cultura organizacional, com base na tecnologia e equipamentos disponíveis.

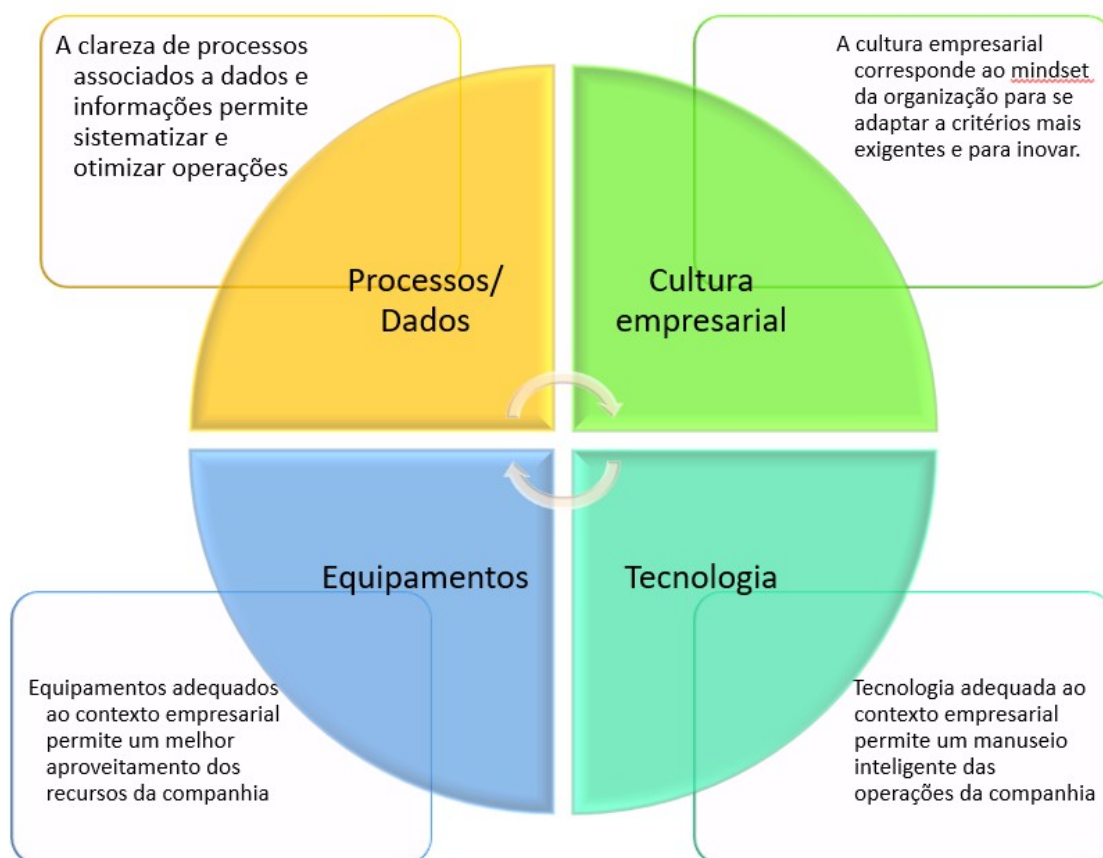


Figura 4 – Pilares da transformação digital

Objetivos da agenda digital no saneamento

Considera-se que os objetivos formulados para esta agenda digital estão alinhados com objetivos estratégicos do país, materializados na seguinte legislação:

- **Lei Nacional de Saneamento Básico** - Lei nº 11.445/2007;
- **Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (E-Digital)** está consagrada no Decreto 9.319, de 21 de março de 2018;
- **Plano Nacional de Internet das Coisas** (Art. 3º do Decreto n.º 9.854 de 25 de junho de 2019).

Ao observar com maior detalhe os módulos e ações que resultam destes objetivos é possível identificar inúmeras sinergias com mais itens de estratégias brasileiras, assim como com importantes convenções internacionais. Algumas dessas agendas internacionais são:

- Agenda 2030 – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) – Nações Unidas;
- Acordo de Paris - Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima [UNFCCC];
- Nova Agenda Urbana – Habitat III.

A seguinte tabela apresenta o objetivo formulado para esta agenda digital e os subsidiários, indicando alguns alinhamentos com a legislação atual.

Tabela 2 – Objetivos da agenda digital do saneamento

Objetivo	Objetivos subsidiários	Justificativa
Saneamento mais competitivo	Melhor serviço ao usuário	Princípio fundamental das diretrizes nacionais para o saneamento básico (Lei nº 11.445, de 05.01.2007 artigo 2º VIII): “VIII - estímulo (...) ao desenvolvimento e à utilização de tecnologias apropriadas, consideradas (...) a melhoria da qualidade com ganhos de eficiência e redução dos custos para os usuários;” Plano Nacional de Internet das Coisas (Art. 3º do Decreto n.º 9.854 de 25 de junho de 2019): I - melhorar a qualidade de vida das pessoas e promover ganhos de eficiência nos serviços, por meio da implementação de soluções de IoT;
	Sustentabilidade infraestrutural	Princípio fundamental das diretrizes nacionais para o saneamento básico (Lei nº 11.445, de 05.01.2007 artigo 2º XI): “segurança, qualidade, regularidade e continuidade” Plano Nacional de Internet das Coisas (Art. 3º do Decreto n.º 9.854 de 25 de junho de 2019): I - melhorar a qualidade de vida das pessoas e promover ganhos de eficiência nos serviços, por meio da implementação de soluções de IoT;
	Sustentabilidade ambiental	Princípio fundamental das diretrizes nacionais para o saneamento básico (Lei nº 11.445, de 05.01.2007 artigo 2º III): “abastecimento de água, esgotamento sanitário, (...) realizados de forma adequada (...) à conservação dos recursos naturais e à proteção do meio ambiente”
	Segurança cibernética	Princípio fundamental das diretrizes nacionais para o saneamento básico (Lei nº 11.445, de 05.01.2007 artigo 2º XI): “segurança, qualidade, regularidade e continuidade” Eixo temático da Estratégia Brasileira para a Transformação Digital - E-Digital, (Decreto nº 9.319, de 21.03.2018, Artigo 1, § 2º) c) confiança no ambiente digital: objetiva assegurar que o ambiente digital seja seguro, confiável, propício aos serviços e ao consumo, com respeito aos direitos dos cidadãos;
	Aumentar as oportunidades e melhorar as possibilidades das gerações futuras	Princípio fundamental das diretrizes nacionais para o saneamento básico (Lei nº 11.445, de 05.01.2007 artigo 2º VI): “articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde, de recursos hídricos e outras de interesse social relevante, destinadas à melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante;” Plano Nacional de Internet das Coisas (Art. 3º do Decreto n.º 9.854 de 25 de junho de 2019): II - promover a capacitação profissional relacionada ao desenvolvimento de aplicações de IoT e a geração de empregos na economia digital; III - incrementar a produtividade e fomentar a competitividade das empresas brasileiras desenvolvedoras de IoT, por meio da promoção de um ecossistema de inovação neste setor; Eixo temático da Estratégia Brasileira para a Transformação Digital - E-Digital, (Decreto nº 9.319, de 21.03.2018, Artigo 1, § 2º) d) educação e capacitação profissional: objetiva promover a formação da sociedade para o mundo digital, com novos conhecimentos e tecnologias avançadas, e prepará-la para o trabalho do futuro;
	Melhor monitoramento e governança	Princípio fundamental das diretrizes nacionais para o saneamento básico (Lei nº 11.445, de 05.01.2007 artigo 2º IX e X): “transparência das ações, baseada em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados;” “controle social”;

Programas e módulos

Tendo em conta os objetivos para a Agenda Digital do Saneamento definidos no capítulo anterior e as lacunas identificadas no Diagnóstico Digital 2020, foram elaboradas propostas para 4 Programas e respectivos módulos subsidiários para abordá-los.

Os 3 primeiros -Programas focam no desenvolvimento dos prestadores de serviço de saneamento e o 4º Programa é mais abrangente, visando a cadeia de valor e mais stakeholders.

- Programa 1. Promover a aplicação de sistemas digitais nos serviços de saneamento.
- Programa 2. Expandir e qualificar os sistemas digitais nos serviços de saneamento.
- Programa 3. Promover e consolidar a inovação digital nos serviços de saneamento
- Programa 4. Aprimorar as condições de suporte para a transformação digital

Os 4 Programas são apresentados em forma de fichas que indicam objetivamente os módulos a serem desenvolvidos para se lograr o êxito com a implantação do *roadmap*. Tanto os programas quanto os módulos podem ter maiores desenvolvimentos com a expertise de especialistas em cada matéria.

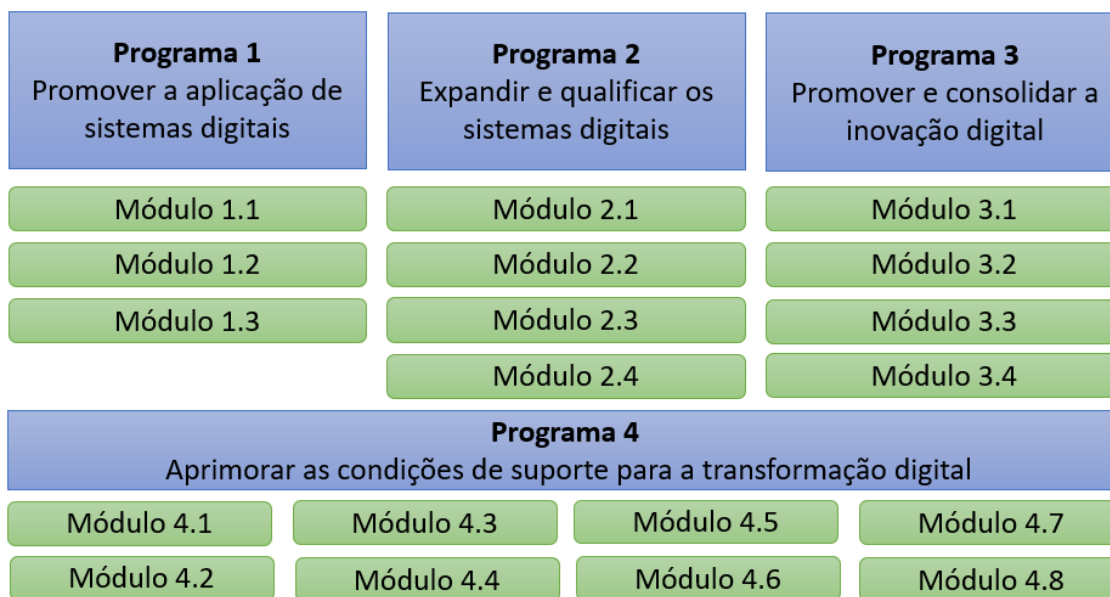


Figura 5 – Programas e módulos da agenda digital

Estruturação dos programas

As fichas de programas contêm as seguintes informações:

- **Título:** campo onde é apresentado a denominação do programa.
- **Objetivo:** campo onde se indica para que objetivos o programa contribui.
- **Justificativa:** campo para descrever o problema atual, que deriva do diagnóstico, ou a visão desejada no futuro. Espaço para argumentar sobre a necessidade e a importância do desenvolvimento do programa.
- **Módulos:** campo onde se listam as possíveis abordagens e ferramentas que integram o programa. Constituem itens que são desenvolvidos com maior detalhamento em fichas consequentes.

- **Sinergias entre instituições de ordem federal - possíveis entidades coordenadoras:** neste campo, são listadas as instituições relevantes para este programa e eventuais entidades coordenadoras.
- **Público-alvo:** campo onde se indica o público-alvo da iniciativa.
- **Vertentes temáticas:** neste campo, sugerem-se os principais temas técnicos que podem ser tratados no programa.
- **Métricas:** campo que indica os principais indicadores com os quais se pretende medir o êxito desse programa, assim como as metas estabelecidas.
- **Observações:** campo destinado a conter advertências e lembretes que sejam fundamentais para a execução do programa.

Estruturação dos módulos

As fichas dos módulos contêm as seguintes informações:

- **Título:** campo onde é apresentado a denominação do módulo.
- **Vinculação ao programa:** campo onde é indicado a vinculação do módulo ao programa.
- **Vinculação ao objetivo:** campo onde é indicado a vinculação do módulo aos objetivos do *roadmap*.
- **Objetivo do módulo:** campo onde se indica o que o módulo ambiciona.
- **Justificativa e resultados esperados:** Neste campo se descreve o problema atual, que deriva do diagnóstico ou a visão desejada no futuro. Espaço para argumentar sobre a necessidade e a importância do desenvolvimento do módulo.
- **Prioridade de execução:** neste indica-se se a atividade deve ser realizada de modo mais imediato, ou no médio ou no longo prazo.
- **Vigência do módulo:** neste campo, se propõe uma duração para este módulo.
- **Vertentes temáticas:** neste campo, sugerem-se os principais temas técnicos que podem ser tratados no módulo.
- **Exemplos e bibliografia:** neste campo, indicam-se algumas iniciativas que podem servir de inspiração para desenhar as atividades.
- **Sinergias com outras entidades:** neste campo listam-se instituições com atividades e experiências relevantes.
- **Mecanismos de financiamento – origem do recurso:** neste campo indicam-se possíveis mecanismos de financiamento das atividades propostas.
- **Métricas:** campo que indica os principais indicadores com os quais se pretende medir o êxito e / ou progresso desse módulo, assim como as metas estabelecidas para o programa.
- **Observações:** campo destinado a conter advertências, lembretes e exemplos adicionais para a execução do módulo.

As fichas dos módulos aqui expostos trazem uma lista de temas e abordagens que não são exaustivos, podendo ao longo de maior amadurecimento do documento serem identificados outros. Naturalmente, diversos módulos podem ser afetos a mais de um programa, tendo impactos positivos em ambos e contribuindo para alcançar as metas em mais de um objetivo.

Métricas para monitoramento dos programas e módulos

Sempre que possível, as métricas propostas para medir o alcance dos objetivos do programa e dos módulos estão embasadas no Diagnóstico Digital 2020, que constitui uma *base-line*, e que são métricas de *outcome* ou de impacto como, por exemplo, notas de interoperabilidade entre ferramentas digitais.

Também existem métricas para medir o progresso de um módulo (métricas *output*, por exemplo: *nº de capacitações dadas; nº de profissionais capacitados*).

Algumas métricas são binárias qualitativas (do tipo “dispõe” ou “não dispõe” de um sistema digital). Outras métricas são quantitativas e auferidas através de questionários e checklist sobre o grau de uso de sistemas digitais (variáveis contínuas com valores entre 0 e 1).

Por fim, os indicadores não pretendem ser exaustivos para não serem excessivos no monitoramento dos programas, mas pretendem monitorar parcialmente os objetivos do programa, no intuito de serem representativos.

Os indicadores utilizados para compor essas métricas podem ser revistos em fases posteriores do detalhamento do *roadmap*.

Além dos indicadores selecionados existem outros disponíveis no diagnóstico digital.

Horizontes temporais e de planejamento

Em termos de horizontes temporais, o presente *roadmap* traz 4 marcos temporais distintos que coincidem com momentos relevantes para ciclos de gestão ou para instrumentos de planejamento chave. São eles:

- **Tempo inicial – anos 2020 e 2021:** Corresponde ao momento da elaboração do presente *roadmap* (ano 2021) no qual ocorrem discussões e reflexões: mas também remete ao ano de 2020 que corresponde à linha de base documentada no Diagnóstico Digital 2020.
- **Horizonte de atuação – ano 2026:** Até o ano de 2026 existe um período de 5 anos que se considera razoável para detalhar o planejamento e suficiente para apresentar o detalhamento das propostas do presente *roadmap*. Este período corresponde a um horizonte temporal de médio prazo, e que inclui o próximo ciclo legislativo federal.
- **Horizonte de planejamento intermédio – ano 2033:** O ano de 2033 corresponde ao horizonte de planejamento do Plansab, que constitui um marco temporal consolidado no setor de saneamento. No entanto, considera-se que é demasiado longo e pouco prático para efeitos de atuação, e demasiado curto para uma visão de longo prazo, tendo em conta o ano de elaboração deste *roadmap* (2021).
- **Horizonte de análise – ano 2040:** O ano de 2040 corresponde à visão futura de longo prazo. Nesse momento espera-se que sejam mensuráveis os impactos dos programas com atuações mais transversais (Programa 4). Naturalmente este planejamento carece de revisão e ajustes no planejamento, principalmente na área da transformação digital onde as mudanças são muito dinâmicas.

Programa 1. Promover a aplicação de sistemas digitais nos serviços de saneamento

Programa 1. Promover a aplicação de sistemas digitais nos serviços de saneamento				
<p>Objetivo: Saneamento mais competitivo; Objetivos subsidiários:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Melhor serviço ao usuário; • Sustentabilidade infraestrutural; • Sustentabilidade ambiental; • Melhor monitoramento e governança. 				
<p>Justificativa Enquanto alguns prestadores de serviços de saneamento estão em um estágio avançado de uso de ferramentas digitais, uma quantidade bastante considerável tem pouca experiência neste campo. Tendo em conta que algumas aplicações digitais têm impactos muito promissores na competitividade, devem ser previstas medidas que permitam a esses prestadores desenvolvê-las e integrá-las em suas práticas operacionais. Este programa destina-se a minimizar o gap existente entre os prestadores muito vanguardistas e os que se encontram com desfasamento temporal tecnológico atendendo, também, à Agenda 2030 da ONU, a qual tem um objetivo recorrente de “não deixar ninguém para trás”.</p>				
<p>Sinergias entre instituições de ordem federal - Possíveis entidades coordenadoras</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ministério do Desenvolvimento Regional; • Ministério da Saúde (FUNASA); • Ministério da Educação (Universidades Federais). 		<p>Público-alvo Prestadores que se encontram abaixo do percentil 25%. Caraterizados por baixo nível de utilização de sistemas informatizados.</p>		
<p>Vertentes temáticas</p> <ul style="list-style-type: none"> • SIG - Sistema de Informações Geográficas; • Sistema de Gestão de Manutenção de Equipamentos e Infraestruturas; • Sistema de Suporte à Operação; • Sistema SCADA (Supervisão, Controle e Aquisição de Dados), incluindo sensoriamento e instrumentação; • Sistema de Gestão Laboratorial; • Sistema de Gestão de Clientes; • Sistema de Telemetria; • Sistema de Gestão Administrativa e Financeira. 				
<p>Módulos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programa de apadrinhamento de prestadores pequenos; • Agregação de sistemas em agrupamentos que gerem sinergias de escala; • Capacitação empresarial de prestadores de pequeno porte. 				
Principais métricas	Tempo inicial 2020	Horizonte de atuação 2026	Horizonte de planejamento intermédio 2033	Horizonte de análise 2040
Implantação de SIG em prestadores de muito pequeno porte (figura 64 do diagnóstico)	11%	50%	70%	90%
Implantação de SIG em prestadores de pequeno porte (figura 64 do diagnóstico)	22%	50%	70%	90%
Implantação de SCADA em prestadores de muito pequeno porte (figura 70 do diagnóstico)	15%	50%	70%	90%
Implantação de SCADA em prestadores de pequeno porte (figura 70 do diagnóstico)	32%	50%	70%	90%
<p>Observações: Os indicadores selecionados acima monitoram parcialmente os objetivos do programa, mas pretendem ser representativos. Outros possíveis indicadores possíveis estão disponíveis no diagnóstico digital, relativos à: sistemas de Gestão de Energia; Gestão Laboratorial; Gestão de Clientes, entre outros. Os indicadores utilizados para compor estas métricas podem ser revistos em fases posteriores do detalhamento do <i>roadmap</i>.</p>				

Módulo 1.1 – Assistência técnica aos prestadores de serviço de saneamento de pequeno porte

Assistência técnica aos prestadores de serviço de saneamento de pequeno porte				
Vinculação ao programa Programa 1. Promover a aplicação de sistemas digitais nos serviços de saneamento		Vinculação ao objetivo Saneamento mais competitivo		
Objetivos do módulo Este módulo visa proporcionar os primeiros contatos com ferramentas digitais em prestadores de serviço usando conhecimentos disponíveis em unidades de ensino. Esse vínculo também proporciona aos estudantes aplicar conhecimentos em situações reais.				
Objetivos da abordagem Esta abordagem visa proporcionar os primeiros contatos com ferramentas digitais em prestadores de serviço, usando conhecimentos disponíveis em unidades de ensino. Esse vínculo também proporciona aos estudantes aplicar conhecimentos em situações reais.				
Prioridade de execução Imediato		Vigência do módulo 20 anos		
Vertentes temáticas <ul style="list-style-type: none"> • Interoperabilidade e integração de sistemas; • SIG - Sistema de Informações Geográficas; • Sistema de Suporte à Operação; • Sistema SCADA (Supervisão, Controle e Aquisição de Dados); -por exemplo: Modelagem de um reservatório – automação de um reservatório; • Sistema de Gestão de Energia; • Sistema de Gestão Laboratorial; • Sistema de Gestão de Clientes; • Sistema de Telemetria. 				
Exemplos e bibliografia <ul style="list-style-type: none"> • Articular programas de cooperação entre universidades e escolas técnicas, com prestadores de serviços de saneamento pequenos. Distribuir problemas reais a alunos. 				
Sinergias com outras entidades <ul style="list-style-type: none"> • Universidades Federais; • Instituições de ensino (SENAI, IFs, entre outras); • ASSEMAE; • FUNASA; • Organizações não governamentais. 				
Mecanismos de financiamento – origem do recurso <ul style="list-style-type: none"> • Níveis de financiamento não significativos, podendo ser integradas em agendas de trabalho; • Financiamento de atividades via Plano de IoT (avaliar possibilidade); • Financiamento de atividades via Plano da FINEP; Existe uma linha de financiamento para empresas de pequeno porte, que o FINEP opera em parceria com bancos estaduais de fomento (linha Inovacred). Nesse âmbito, existe o Inovacred 4.0, voltada para as tecnologias 4.0; • Financiamento de atividades via Governo Digital (avaliar possibilidade); • Financiamento de atividades via PLANSAB – programa estruturante (avaliar possibilidade). 				
Métricas específicas do módulo (relativas ao êxito no objetivo ou no progresso dos trabalhos)	Tempo inicial 2020	Horizonte de atuação 2026	Horizonte de planejamento intermédio 2033	Horizonte de análise 2040
Implantação de SIG em prestadores de muito pequeno porte (figura 64 do diagnóstico)	11%	50%	70%	90%
Implantação de SIG em prestadores de pequeno porte (figura 64 do diagnóstico)	22%	50%	70%	90%
Implantação de SCADA em prestadores de muito pequeno porte (figura 70 do diagnóstico)	15%	50%	70%	90%
Implantação de SCADA em prestadores de pequeno porte (figura 70 do diagnóstico)	32%	50%	70%	90%
Universidades e escolas técnicas colaborando com prestadores de serviço	Sem informação	300/ano	400/ano	500/ano
Outras métricas a definir				
Observações:				

Módulo 1.2 – Agrupamentos de sistemas em dimensões que gerem sinergias de escala

Agrupamentos de sistemas em dimensões que gerem sinergias de escala				
Vinculação ao programa Programa 1. Promover a aplicação de sistemas digitais nos serviços de saneamento		Vinculação ao objetivo Saneamento mais competitivo		
Objetivos do módulo Este módulo visa melhorias qualitativas na prestação dos serviços de saneamento agrupando vários prestadores de serviços de saneamento em torno de um tema específico, que em sendo realizado em escala maior facilita a sua implementação e gera menores custos.				
Justificativa e resultados esperados Alguns serviços não são economicamente rentáveis quando realizados em pequena escala. Além disso, pequenos prestadores de serviço de saneamento não dispõem de mão de obra especializada em seus quadros para que possam atender aos assuntos referidos nas vertentes temáticas abaixo de modo eficiente. Associações temáticas com objetivo específico podem alavancar avanços nessas áreas.				
Prioridade de execução Médio prazo Imediato		Vigência do módulo 5 anos 5-10 anos		
Vertentes temáticas <ul style="list-style-type: none"> • Gestão de faturas de energia e gestão de Energia; • Serviços de faturamento; • Serviços de controle de qualidade laboratorial; • Serviços de engenharia para projetos de engenharia; • Execução de SIG - Sistema de Informações Geográficas; • Sistema SCADA (Supervisão, Controle e Aquisição de Dados), incluindo sensoriamento e instrumentação; • Sistema de Gestão de Clientes; • Sistema de Telemetria. 				
Exemplos e bibliografia <ul style="list-style-type: none"> • Sem exemplos. 				
Sinergias com outras entidades <ul style="list-style-type: none"> • Governos estaduais; • ASSEMAE; • FUNASA; • Organizações não governamentais. 				
Mecanismos de financiamento – origem do recurso <ul style="list-style-type: none"> • Níveis de financiamento não significativos, podendo ser integradas em agendas de trabalho; • Orçamentos de governos estaduais; • Orçamentos de municipais. 				
Métricas específicas do módulo (relativas ao êxito no objetivo ou no progresso dos trabalhos)	Tempo inicial 2020	Horizonte de atuação 2026	Horizonte de planejamento intermédio 2033	Horizonte de análise 2040
Contratos de serviços por municípios agrupados	-	50/ano	150/ano	300/ano
Outras métricas a definir				
Observações:				

Módulo 1.3 – Capacitação empresarial – prestadores de serviço de saneamento de pequeno porte

Capacitação empresarial – prestadores de serviço de saneamento de pequeno porte				
Vinculação ao programa Programa 1. Promover a aplicação de sistemas digitais nos serviços de saneamento		Vinculação ao objetivo Saneamento mais competitivo		
Objetivos do módulo Este módulo visa uma melhoria quantitativa no uso de ferramentas digitais, ajustando capacitação específica para prestadores de serviço de pequeno porte.				
Justificativa e resultados esperados O diagnóstico digital mostra que muitos prestadores de pequeno porte poderiam ampliar quantitativamente o uso de ferramentas digitais. Esta abordagem tem o intuito de capacitar os profissionais dos prestadores de serviços de saneamento (água e esgoto) de menor porte, para a implantação e gestão de sistemas informatizados para melhorar a eficiência da operação.				
Prioridade de execução Médio prazo Imediato		Vigência do módulo 5 anos 5-10 anos		
Vertentes temáticas <ul style="list-style-type: none"> • Especificação, aquisição e instalação de sensores de nível, pressão, vazão e outros; • Especificação, aquisição e instalação de unidades remotas 3G/4G/5G para leitura transmissão de dados de sensores (digitais e analógicos); • Especificação de infraestrutura de TI para implantação de sistemas SCADA; • Sensoriamento e instrumentação básica; • Treinamento para programação de SCADA Open Source; • Acompanhamento e suporte para startup de sistemas SCADA nos prestadores de serviços; • Treinamento em serviços de alinhamento a laser para conjuntos girantes; • Análise de faturas de energia elétrica com o intuito de detectar possíveis oportunidades para economia (Multas, ajustes de demanda, operação em horários econômicos). 				
Exemplos e bibliografia <ul style="list-style-type: none"> • Cursos de treinamento médio de curto prazo; • Educação à distância; • Redes de aprendizagem regionais tipo “leave no-one behind”. 				
Sinergias com outras entidades <ul style="list-style-type: none"> • Rede Lehns; • Empresas de consultoria e de capacitação; • MDR – Portal CAPACIDADES (http://www.capacidades.gov.br/). 				
Mecanismos de financiamento – origem do recurso <ul style="list-style-type: none"> • Níveis de financiamento não significativos, podendo ser integradas em agendas de trabalho; • oFinanciamento de atividades via Plano de IT (avaliar possibilidade); • Financiamento de atividades via Plano da FINEP, desde que for parte de um projeto de inovação; • Financiamento de atividades via Governo Digital (avaliar possibilidade); • Financiamento de atividades via PLANSAB – programa estruturante (avaliar possibilidade); • Mecanismos de Cooperação internacional. 				
Métricas específicas do módulo (relativas ao êxito no objetivo ou no progresso dos trabalhos)	Tempo inicial 2020	Horizonte de atuação 2026	Horizonte de planejamento intermédio 2033	Horizonte de análise 2040
Redes de aprendizagem executadas em temas de transformação digital	-	20 redes/ano	20 redes/ano	A avaliar
Cursos de curta duração (monitoramento específico)	-	500	500	A avaliar
Produtos realizados nas iniciativas de capacitação	-	500		A avaliar
Outras métricas a definir				
Observações:				

Programa 2. Expandir e qualificar os sistemas digitais nos serviços de saneamento

Programa 2. Expandir e qualificar os sistemas digitais nos serviços de saneamento	
<p>Objetivo: Saneamento mais competitivo</p> <p>Objetivos subsidiários:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Melhor serviço ao usuário; • Sustentabilidade infraestrutural; • Sustentabilidade ambiental; • Segurança cibernética; • Melhor monitoramento e governança. 	
<p>Justificativa</p> <p>De acordo com o Diagnóstico Digital 2020 do Setor de Saneamento no Brasil - Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário muitos prestadores de serviço de saneamento (ou prestadores que têm uma elevada cobertura no país) usam ferramentas digitais (uso quantitativo), porém qualitativamente é possível ampliar as aplicações das ferramentas, especialmente na vertente de integração (e interoperabilidade) e das funcionalidades utilizadas (resumido no documento como “nota digital” dos prestadores).</p> <p>Os prestadores de serviço de saneamento podem aumentar a integração (e interoperabilidade) entre as ferramentas digitais que já dispõem e assim levá-las ao próximo nível de criação de valor. Considera-se que o setor de saneamento pode melhorar a sua competitividade ampliando a adesão às tecnologias atualmente acessíveis e inovadoras para a realidade local, isto é, tecnologias que não eram aplicadas anteriormente.</p>	
<p>Sinergias entre instituições de ordem federal - Possíveis entidades coordenadoras</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ministério do Desenvolvimento Regional • Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações • Ministério de Minas e Energia 	<p>Público-alvo</p> <p>Prestadores de serviço que já se encontram com um nível de digitalização próximo do mediano e que podem melhorar qualitativamente o uso de ferramentas digitais.</p> <p>Predominantemente são prestadores de serviço de saneamento de médio e grande porte.</p>
<p>Vertentes temáticas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interoperabilidade (sistemas greenfield) e integração de sistemas (sistemas greenfield e brownfield¹); • SIG - Sistema de Informações Geográficas; • Sistema de Gestão de Manutenção de Equipamentos e Infraestruturas; • Sistema de Suporte à Operação; • Sistema SCADA (Supervisão, Controle e Aquisição de Dados); • Sistema de Gestão de Energia; • Sistema de Gestão Laboratorial; • Sistema de Gestão de Clientes; • Sistema de Telemetria; • Sistema de Contact Center (inclui Call Center); • Sistema de Gestão Administrativa e Financeira; • Sistema de Gestão de Frota; • Segurança Cibernética; • Disponibilização de Dados de Faturamento. 	
<p>Módulos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacitação empresarial; • Centros de competência – comunidades de IoT e de interoperabilidade; • Regulamentação de disponibilização de dados de faturamento; • Incentivo ao desenvolvimento de software interno; 	

1 Sistemas “greenfield” partem do zero. Sistemas brownfield é a atuação em sistemas já existentes.

• Geração de informação na área resíduos.				
Principais métricas	Tempo inicial 2020	Horizonte de atuação 2026	Horizonte de planejamento intermédio 2033	Horizonte de análise 2040
Cadastramento de infraestruturas em SIG (% de ramais de água) – métrica quantitativa (figura 10 do diagnóstico) ²	28%	70%	90%	95%
Grau de implementação de SCADA (% de monitoramento de ETAs e Captações) – métrica quantitativa ³ (figura 24 do diagnóstico)	27%	70%	90%	95%
Uso qualitativo de SCADA – Funcionalidades utilizadas (derivam de cálculos similares à tabela 8 do Diagnóstico – consultar capítulo , pág. 32 com cálculos nacionais;)	38%	45%	55%	70%
<p>Observações:</p> <p>Os indicadores selecionados acima monitoram parcialmente os objetivos do programa, mas pretendem ser representativos. Outros indicadores possíveis estão disponíveis no diagnóstico digital relativos à sistemas de Gestão de Energia; Gestão Laboratorial; Gestão de Clientes, entre outros.</p> <p>Os indicadores utilizados para compor estas métricas podem ser revistos em fases posteriores do detalhamento do <i>roadmap</i>.</p> <p>Com o “Uso qualitativo de SCADA” pretende-se elevar o uso da inteligência artificial dos sistemas SCADA ou relacionados (MES – Manufacturing Execution System, ERP – Enterprise Resource Planning, etc) fazendo com que melhorias de processos e previsão de falhas sejam sugeridas automaticamente aos operadores. (Figura 27 do diagnóstico nacional).</p>				

2 Se optou por usa a métrica de ramais sendo um proxy para o cadastramento da rede.

3 Média dos valores de adequado e superior a 75% das colunas da figura 24 do diagnóstico

Módulo 2.1 - Capacitação empresarial

Capacitação empresarial	
Vinculação ao programa Programa 2. Expandir e qualificar os sistemas digitais nos serviços de saneamento	Vinculação ao objetivo Saneamento mais competitivo
Objetivos do módulo Este módulo visa uma melhoria qualitativa no uso de ferramentas digitais, proporcionando capacitação de elevada permeabilidade nos prestadores de serviço de saneamento, que possa ser facilmente absorvida nas práticas dos prestadores, sem descuidar da segurança cibernética associada.	
Justificativa e resultados esperados O Diagnóstico Digital 2020 mostra que muitos prestadores de serviço de saneamento usam ferramentas digitais, porém é possível ampliar quantitativamente e qualitativamente para um maior aproveitamento dessas ferramentas. Esta abordagem tem o intuito de capacitar os profissionais dos prestadores de serviços de saneamento (água e esgoto) de médio e grande porte em um uso mais aprofundado das ferramentas atualmente utilizadas. Em termos de segurança, os serviços públicos precisam ser robustos contra ações indevidas. As ameaças à segurança podem ser internas a um prestador pelo uso indevido de sistemas de informação por um colaborador, ou ter origem externa. Uma das tarefas dos prestadores é mapear ameaças e vulnerabilidades e, em seguida, desenvolver recursos para proteção de suas redes digitais.	
Prioridade de execução Imediato Médio prazo	Vigência do módulo 5 anos 5-10 anos
Vertentes temáticas <ul style="list-style-type: none"> • Interoperabilidade e integração de sistemas; • BIM – Building Information Modeling; • SIG - Sistema de Informações Geográficas; • Sistema de Gestão de Manutenção de Equipamentos e Infraestruturas; • Sistema de Suporte à Operação; • Sistema SCADA (Supervisão, Controle e Aquisição de Dados), incluindo sensoriamento e instrumentação; • Sistema de Gestão de Energia; • Sistema de Gestão Laboratorial; • Sistema de Gestão de Clientes; • Sistema de Telemetria; • Banco de dados local e em nuvem (incluindo bancos de dados temporais, Plant Information Management System (PIMS); • Segurança cibernética. 	
Exemplos e bibliografia <ul style="list-style-type: none"> • Cursos de treinamento em nível médio de curto prazo; • Educação à distância; • Redes de aprendizagem nacionais (grupos de 10-15 prestadores de serviço de saneamento); • Redes de aprendizagem tipo peer-to-peer utility ligadas a redes globais internacionais; • Abordagens de treinamento para melhoria da segurança cibernética, nomeadamente uso de equipes internas de TI para realizar testes aos funcionários e sistemas; e contratação de empresas terceirizadas certificadas que testem a fragilidade do sistema em intervalos recorrentes (página 46 The Global Water Leaders Group (2019) Accelerating the digital water utility); • Treinamento em sistemas de gestão e segurança de banco de dados com empresas certificadas por fabricantes (por exemplo Oracle, SQL Server, PostgreSQL, entre outros); • Treinamento em sistemas de gestão e segurança de banco de dados e computação em nuvem (por exemplo: AWS – Amazon Web Services, Google Cloud, Microsoft Azure, entre outros). • Incentivar e replicar inventários e bases de dados de ativos nas companhias de saneamento que permitam um melhor gestão posterior dos ativos (https://www.linkedin.com/posts/felipe-bastos-9015a368_ser-um-dos-l%C3%ADderes-deste-projeto-e-participar-ugcPost-6782438075344723968-09Lv) <p>Esse tipo de rede possibilita a troca de conhecimento entre os entes do setor, facilitando a aplicação através de exemplos já consolidados em outros prestadores de serviços. O princípio subjacente às redes de aprendizagem é que a maioria dos problemas podem ser resolvidos com a troca de experiências entre profissionais. Maior compartilhamento entre usuários auxilia na implementação das melhores práticas.</p>	
Sinergias com outras entidades <ul style="list-style-type: none"> • Rede Lehns; • Empresas de consultoria e de capacitação; • Empresas desenvolvedoras de soluções de software; • MDR – Portal CAPACIDADES (http://www.capacidades.gov.br/). 	
Mecanismos de financiamento – origem do recurso <ul style="list-style-type: none"> • Níveis de financiamento não significativos, podendo ser integradas em agendas de trabalho; • Financiamento de atividades via Plano de IoT (avaliar possibilidade); • Financiamento de atividades via Plano da FINEP⁴; • Financiamento de atividades via Governo Digital (avaliar possibilidade); 	

4 Nota: Historicamente a Finep não tem financiado capacitação per si. No escopo do apoio da Finep, financia-se a criação das competências científicas e tecnológicas, seja para empresas ou ICTs, o que pode incluir, dentre as despesas capacitações e treinamentos. Por exemplo, o desenvolvimento e implantação / adaptação de novos sistemas podem ser financiados, mas não somente o treinamento de operadores em um sistema novo.

<ul style="list-style-type: none"> • Financiamento de atividades via PLANSAB – programa estruturante (avaliar possibilidade); • Mecanismos de Cooperação internacional. 				
Métricas específicas do módulo (relativas ao êxito no objetivo ou no progresso dos trabalhos)	Tempo inicial 2020	Horizonte de atuação 2026	Horizonte de planejamento o intermédio 2033	Horizonte de análise 2040
Redes de aprendizagem executadas em temas de transformação digital	-	40 redes/ano	40 redes/ano	A avaliar
Produtos realizados nas iniciativas de capacitação	-	500/ano	500/ano	A avaliar
Cadastramento de infraestruturas em SIG (% de rede de água) – métrica quantitativa (figura 10 do diagnóstico)	67%	80%	90%	95%
Cadastramento de infraestruturas em SIG (% de ramais de água) – métrica quantitativa (figura 10 do diagnóstico)	28%	70%	90%	95%
Cadastramento de infraestruturas em SIG (% de rede de esgoto) – métrica quantitativa (figura 11 do diagnóstico)	62%	80%	90%	95%
Cadastramento de infraestruturas em SIG (% de ramais de esgoto) – métrica quantitativa (figura 11 do diagnóstico)	13%	70%	90%	95%
Cadastramento de outras infraestruturas no subsolo (% de rede de águas pluviais, energia elétrica, gás, telefonia e telecomunicações) – métrica quantitativa ⁵ (figura 12 do diagnóstico)	2,5%	70%	90%	95%
Grau de implementação de SCADA (% de monitoramento das (% de monitoramento de ETAs e Captações) – métrica quantitativa (figura 24 do diagnóstico) ⁶	28%	70%	90%	95%
Uso qualitativo de SCADA em empresas de médio porte (Tabela 8 do diagnóstico)	0,50	0,70	0,90	0,90
Uso qualitativo de SCADA em empresas de grande porte (Tabela 8 do diagnóstico)	0,45	0,70	0,90	0,95
Uso qualitativo de SCADA em empresas de muito grande porte (Tabela 8 do diagnóstico)	0,32	0,70	0,90	0,95
Uso de sistema de gestão de energia (% de ligações) – métrica quantitativa (figura 34 do diagnóstico)	79%	95%	97%	99%
Uso de sistema de telemetria (% de ligações) – métrica quantitativa (figura 49 do diagnóstico)	57%	80%	90%	90%
Uso qualitativo do SIG em empresas de médio porte (Tabela 8 do diagnóstico digital)	0,47	0,70	0,90	0,90
Uso qualitativo do SIG em empresas de grande porte (Tabela 8 do diagnóstico digital)	0,53	0,80	0,90	0,95
Uso qualitativo do SIG em empresas de muito grande porte (Tabela 8 do diagnóstico digital)	0,40	0,80	0,90	0,95
<p>Observações: Os indicadores que se referem à melhoria do cadastro e uso de ferramentas digitais são do tipo “outcome”, ou seja, pretendem medir o impacto resultante dos treinamentos/capacitação deste módulo. Para maior detalhamento técnico e desenho de módulos recomenda-se as referências:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plano de Implantação da Metodologia - BIM PARANACIDADE Building Information Modeling - Modelagem da Informação da Construção (setembro 2020) disponível em http://www.paranacidade.org.br/arquivos/File/BIM/Plano_de_Implantacao_BIM_Paranacidade_-_publicacao.pdf • Na área de automação e integração de sistemas: Ingildsen P; Olsson G; Smart water utilities: complexity made simple, 2016 IWA Publishing • IWA, Oliver Grievson (2020) The role of Instrumentation in Digital Transformation Acesso em janeiro 2020 disponível em https://iwa-network.org/wp-content/uploads/2020/12/IWA_2020_Instrumentation_WEB.pdf 				

5 Média dos valores de adequado e superior a 75% das colunas da figura 12 do diagnóstico

6 Média dos valores de adequado e superior a 75% das colunas da figura 24 do diagnóstico

Módulo 2.2 - Centros de competência – comunidades de IoT e de interoperabilidade

Centros de competência – comunidades de IoT e de interoperabilidade				
Vinculação ao programa Programa 2. Expandir e qualificar os sistemas digitais nos serviços de saneamento		Vinculação ao objetivo Saneamento mais competitivo		
Objetivos do módulo Este módulo visa melhorias qualitativas no uso de aplicações digitais a serem transferidas para uma base ampla de prestadores de serviço de saneamento, facilitando o intercâmbio de conhecimento com e entre prestadores de serviço por meio de centros de competência (oferta ativa) e através de plataformas web onde o intercâmbio e compartilhamento de materiais é facilitado (oferta passiva).				
Justificativa e resultados esperados Através dos centros de competência e plataformas web pretende-se interatuar com uma base ampla de prestadores. A proposta é criar <u>centros de competência</u> com treinadores das diversas temáticas enunciadas abaixo oferecendo conselhos aos grupos-alvo (oferta ativa). Esses treinadores devem acompanhar as últimas tendências e desenvolvimentos nas respectivas áreas. Na oferta ativa haverá pelo menos 20 treinadores de IA baseados nos centros de competência visitando os prestadores de serviços de saneamento para informá-los sobre o uso das várias tecnologias. Propõem-se <u>plataformas web</u> onde o intercâmbio e compartilhamento de materiais é facilitado (oferta passiva), pois para além das soluções digitais propostas por empresas, os prestadores de serviços de saneamento necessitam de uma maior troca de informação sobre experiências realizadas. A plataforma de intercâmbio visa avaliar projetos digitais onde os prestadores compartilham suas experiências, os critérios e o vocabulário usado. Isso permitirá entender melhor os benefícios de um projeto digital e minimizar incertezas. Para além se plataformas web pode ser pertinente alguns dos centros também possuem infraestrutura para demonstração / experimentação das tecnologias.				
Prioridade de execução Imediato Médio prazo		Vigência do módulo 5 anos 5-10 anos		
Vertentes temáticas <ul style="list-style-type: none"> • IoT; • Interoperabilidade de sistemas; • Integração de sistemas de automação em áreas territoriais grandes; • Elaboração de projetos de eficiência energética com financiamento do Programa de Eficiência Energética da ANEEL (PEE) / Elaboração de projetos de estações elevatórias para substituição de moto-bombas e adutoras para operação mais eficiente. 				
Exemplos e bibliografia <ul style="list-style-type: none"> • Centros de competência (Artificial Intelligence Strategy 2018, Governo Alemão página 21); • Comunidades de IOT (Plano Nacional de IoT 'internet das coisas do Brasil, MCTIC 2019); • GSAN: Sistema Integrado de Gestão de Serviços de Saneamento (https://www.gsan.com.br/doku.php) Programa que foi apoiado pelo Ministério das Cidades em 2015; • Produtos de elevado interesse são critérios, manuais e linhas de guia que ajudam na adoção de instrumentação. Exemplos disso são as normas da SABESP: <ul style="list-style-type: none"> o NTS 277 Critérios para implantação da medição individualizada em condomínios horizontais e verticais; o NTS 279 Medição individualizada em condomínios horizontais e verticais – Sistema interno de automação. 				
Sinergias com outras entidades <ul style="list-style-type: none"> • Federações de indústrias estaduais; • SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial; • MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. 				
Mecanismos de financiamento – origem do recurso <ul style="list-style-type: none"> • Níveis de financiamento não significativos, podendo ser integradas em agendas de trabalho; • Financiamento de atividades via Plano de IoT (avaliar possibilidade); • Financiamento de atividades via Plano da FINEP⁷; • Financiamento de atividades via Governo Digital (avaliar possibilidade); • Financiamento de atividades via PLANSAB – programa estruturante (avaliar possibilidade); • Mecanismos de Cooperação internacional. 				
Métricas específicas do módulo (relativas ao êxito no objetivo ou no progresso dos trabalhos)	Tempo inicial 2020	Horizonte de atuação 2026	Horizonte de planejamento intermédio 2033	Horizonte de análise 2040
Usuários beneficiários em comunidades de IOT	Desconhecido	100 /ano	300 /ano	500 /ano
Contatos realizados pelos centros de competência	0 /ano	1000 /ano	5000 /ano	A avaliar
Uso qualitativo de SCADA de empresas de médio	0,50	0,70	0,80	0,90

7 É possível financiar Instituições de Ciência e Tecnologia – ICTs para que estabeleçam novos centros de desenvolvimento de tecnologias aplicadas (vide chamada pública <http://www.finep.gov.br/chamadas-publicas/chamadapublica/6560>.) Este processo pode ser realizado por edital ou por encomenda, sendo no último caso necessário justificar a competência e notoriedade da ICT a ser escolhida.

porte (Tabela 8 do diagnóstico digital)				
Uso qualitativo de SCADA de empresas de grande porte (Tabela 8 do diagnóstico digital)	0,45	0,70	0,80	0,90
Uso qualitativo de SCADA de empresas de muito grande porte (Tabela 8 do diagnóstico digital)	0,32	0,70	0,80	0,90
Observações: Os indicadores que se referem à melhoria do uso qualitativo são a nível de “outcome”, ou seja, pretendem medir o impacto resultante dos treinamentos/capacitação deste módulo.				

Módulo 2.3 – Regulamentação da disponibilização de dados de faturamento

Regulamentação da disponibilização de dados de faturamento	
Vinculação ao programa Programa 2. Expandir e qualificar os sistemas digitais nos serviços de saneamento	Vinculação ao objetivo Saneamento mais competitivo
Objetivos do módulo Este módulo visa uma melhoria quantitativa e qualitativa na exploração de informações constantes em faturas para melhor gestão energética. O objetivo é que seja disponibilizado para o prestador de serviço de saneamento uma fatura de energia elétrica em um formato padrão, facilitando e agilizando a análise periódica de todas as faturas por parte dos consumidores (prestadores) através de planilhas ou softwares próprios.	
Justificativa do módulo e resultados esperados Uma grande parte dos prestadores de serviço de saneamento não utilizam todas as informações existentes na fatura de energia elétrica, principalmente as do grupo consumidor A, pois elas são compostas por uma grande quantidade de dados que são disponibilizados em papel ou pdf nas faturas mensais. Além disso, muitos prestadores fazem a gestão de um número bastante elevado de unidades consumidoras. Em algumas situações os dados são disponibilizados em csv ou xml, porém não é usual. Isso significa que muitos prestadores de serviço de saneamento atuantes no controle da eficiência energética transcrevem manualmente ou usam um software de OCR (Reconhecimento Ótico de Caracteres), que faz a conversão de uma imagem em texto. Ambas as opções, devido ao grande número de informações presentes em uma fatura de energia elétrica e a heterogeneidade das faturas, são atividades consumidoras de tempo e suscetíveis a erros de digitação ou de reconhecimento. Alguns prestadores de serviço de saneamento tiveram êxito em articular-se com as concessionárias de energia elétrica e recebem a informação diretamente em seu banco de dados do software de gestão. Porém, inúmeros prestadores não recebem ainda esses dados através de um arquivo alfanumérico, pois não existe nenhuma base legal para disponibilizar a informação neste modo. O prestador está sujeito à discricionariedade e boa vontade das concessionárias/permissionárias de energia elétrica. Com a informação em .CSV (arquivos Comma Separated Values) ou em formato tabular cada usuário poderá desenvolver sua própria planilha ou software de análise das faturas, até mesmo clientes que são atendidos por mais de uma distribuidora de energia elétrica em sua área de atuação. A disponibilização do arquivo poderia ser inicialmente via e-mail, ou de forma automática via consulta à base de dados em uma segunda fase.	
Prioridade de execução Imediato	Vigência do módulo 2-3 anos
Vertentes temáticas <ul style="list-style-type: none"> • Faturas de energia; • Faturas de água; • Faturas de outros insumos. 	
Exemplos e bibliografia <ul style="list-style-type: none"> • O manual de Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST) define em seu módulo 11 a fatura eletrônica, que é uma forma digital do consumidor receber as contas de energia elétrica sem a utilização de papel. A opção da fatura eletrônica, é sem dúvida, uma forma para os clientes arquivarem as suas contas de energia, no entanto, ela geralmente é um arquivo de imagem (.pdf), o qual não possibilita, de uma forma direta, a aquisição dos valores para a análise dos dados por planilhas ou softwares. Porém com a informação em .CSV (arquivos Comma Separated Values) ou em formato tabular cada usuário poderá desenvolver sua própria planilha ou software de análise das faturas, até mesmo clientes que são atendidos por mais de uma distribuidora de energia elétrica em sua área de atuação. A disponibilização do arquivo, poderia ser inicialmente via e-mail, ou de forma automática via consulta à base de dados em uma segunda fase. • No setor de saneamento, o Ministério de Desenvolvimento Regional (MDR) está empenhado em melhorar a confiança da informação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário que é usada para efeitos de regulação dos serviços, para monitoramento do setor e para planejamento local, regional e nacional. Com a Portaria nº 719, de 12 de dezembro de 2018 foi instituída a metodologia ACERTAR para auditar e certificar informações do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) onde se determina o nível de qualidade e confiança da informação (http://www.snis.gov.br/component/content/article?id=160). Para obter nível máximo de confiança nos dados de energia, a metodologia exige que as faturas de energia elétrica sejam recebidas por meio de arquivo eletrônico, possibilitando o registro automático das informações no sistema. O fato de que os prestadores de serviço de saneamento não recebem os dados das distribuidoras de energia em modo digital alfanumérico penaliza-os na avaliação da qualidade de informação fornecida ao SNIS. 	
Sinergias com outras entidades <ul style="list-style-type: none"> • ANEEL; 	

<ul style="list-style-type: none"> MDR, ACERTAR. 				
Mecanismos de financiamento – origem do recurso <ul style="list-style-type: none"> Níveis de financiamento não significativos, podendo ser integradas em agendas de trabalho. 				
Métricas específicas do módulo (relativas ao êxito no objetivo ou no progresso dos trabalhos)	Tempo inicial 2020	Horizonte de atuação 2026	Horizonte de planejamento intermédio 2033	Horizonte de análise 2040
Forma automática de inserção dos dados no sistema de gestão de energia elétrica (% de prestadores) métrica quantitativa (figura 38 do diagnóstico).	9%	50%	80%	95%
Observações:				

Módulo 2.4 – Incentivo ao desenvolvimento de software interno (Lei da Informática)

Incentivo ao desenvolvimento de software interno (Lei da Informática)				
Vinculação ao programa Programa 2. Expandir e qualificar os sistemas digitais nos serviços de saneamento		Vinculação ao objetivo Saneamento mais competitivo		
Objetivos do módulo Este módulo visa aumentar a modernização e aquisição de ferramentas digitais (hardware e software) ajustada às necessidades dos prestadores de serviço de saneamento.				
Justificativa e resultados esperados A Lei de Informática (conforme as Leis nº 8.248/91 e nº 8.387/91, e suas alterações posteriores, dadas pelo Decreto 5.906/06, Lei nº 10.176/01, Lei nº 13.674/18 e Lei nº 13.969/19) concede incentivos fiscais para empresas do setor de tecnologia (áreas de hardware e automação), que tenham por prática investir em Pesquisa e Desenvolvimento. Esse mecanismo poderia ser aplicado a prestadores de serviço de saneamento que tenham intenções de se modernizar. Os resultados esperados seriam uma maior aceleração na adesão às tecnologias mais atuais e modernas.				
Prioridade de execução Imediato Médio prazo		Vigência do módulo 5 anos 5-10 anos		
Vertentes temáticas <ul style="list-style-type: none"> Interoperabilidade e integração de sistemas; SIG - Sistema de Informações Geográficas; Sistema de Gestão de Manutenção de Equipamentos e Infraestruturas; Sistema de Suporte à Operação; Sistema SCADA (Supervisão, Controle e Aquisição de Dados), incluindo sensoriamento e instrumentação; Sistema de Gestão de Energia; Sistema de Gestão Laboratorial; Sistema de Gestão de Clientes; Sistema de Telemetria. 				
Exemplos e bibliografia <ul style="list-style-type: none"> Lei de Informática (conforme as Leis nº 8.248/91 e nº 8.387/91, e suas alterações posteriores, dadas pelo Decreto 5.906/06, Lei nº 10.176/01, Lei nº 13.674/18 e Lei nº 13.969/19). 				
Sinergias com outras entidades <ul style="list-style-type: none"> Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. 				
Mecanismos de financiamento – origem do recurso <ul style="list-style-type: none"> Níveis de financiamento não significativos, podendo ser integradas em agendas de trabalho; Financiamento de atividades via Plano de IoT (avaliar possibilidade); Financiamento de atividades via Plano da FINEP⁸; Financiamento de atividades via Governo Digital (avaliar possibilidade); Financiamento de atividades via PLANSAB – programa estruturante (avaliar possibilidade); Mecanismos de Cooperação internacional. 				
Métricas específicas do módulo (relativas ao êxito no objetivo ou no progresso dos trabalhos)	Tempo inicial 2020	Horizonte e de atuação 2026	Horizonte de planejamento intermédio 2033	Horizonte de análise 2040
Projetos submetidos para financiamento	Sem informação	90/ano	90/ano	A reavaliar
Realização de modernizações (prestadores de serviço de saneamento financiados)	Sem informação	30/ano	30/ano	A reavaliar
Outra métricas a definir	A definir	A definir	A definir	A definir
Observações:				

8 É uma iniciativa plenamente financiável pela Finep. Atualmente as linhas de crédito podem financiar o desenvolvimento deste tipo de solução. Há uma linha na Finep especificamente volta da para IoT. Em 2020, houve um edital de tecnologias 4.0, para recursos a fundo perdido (subvenção / grants) que pode financiar este tipo de iniciativa.

Programa 3. Promover e consolidar a inovação digital nos serviços de saneamento

Programa 3. Promover e consolidar a inovação digital nos serviços de saneamento				
<p>Objetivo: Saneamento mais competitivo</p> <p>Objetivos subsidiários:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Melhor serviço ao usuário; • Sustentabilidade infraestrutural; • Sustentabilidade ambiental; • Segurança cibernética; • Aumentar as oportunidades e melhorar as possibilidades das gerações futuras. 				
<p>Justificativa</p> <p>A transformação digital é caracterizada por abrir novos horizontes e possibilidades tecnológicas, devido ao aumento das capacidades de transmissão, armazenamento, computação e análises de dados. Nesse sentido, a experimentação e pesquisa é um laboratório vivo em constante evolução.</p> <p>Vários prestadores de serviço de saneamento se distinguem por serem ativos e terem um elevado nível de experimentação, o que os coloca em posições de vanguarda da tecnologia. Os prestadores menos proativos neste sentido, beneficiam-se das conquistas e descobertas feitas pelos front-runners tecnológicos, pois seus passos podem ser seguidos com menos risco de insucesso.</p> <p>A inovação tecnológica é mais um passo na criação de valor com os recursos disponíveis.</p>				
<p>Sinergias entre instituições de ordem federal - Possíveis entidades coordenadoras</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ministério do Desenvolvimento Regional; • Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação; • Ministério de Minas e Energia. 			<p>Público-alvo</p> <p>Prestadores de serviço e entidades de pesquisa que exploram tecnologias de ponta nas vertentes temáticas referidas abaixo.</p>	
<p>Vertentes temáticas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Computação em Nuvem; • IoT (sensores e transmissores inteligentes); • Big Data & Analytics; • Segurança da informação; • Inteligência artificial; • Robótica; • Social; • Realidade virtual ou aumentada; • Impressão 3D; • Aplicações de blockchain. 				
<p>Módulos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Seedfunding para os prestadores de serviço de saneamento; • Parcerias nacionais e internacionais de dados; • Parcerias nacionais e internacionais para novas tecnologias e inovação; • Incentivo para start-ups; • Pesquisas em previsões e modelos de tomada de decisão em ciência de dados. 				
<p>Métricas específicas do módulo (relativas ao êxito no objetivo ou no progresso dos trabalhos)</p>	<p>Diagnóstico 2020</p>	<p>Horizonte de atuação 2026</p>	<p>Horizonte de planejamento intermédio 2033</p>	<p>Horizonte de análise 2040</p>
Realização de pilotos (Prestadores de serviço de saneamento financiados com seedfunding)	Sem informação	30/ano	30/ano	A avaliar
Parecerias de dados estabelecidas (nacionais e internacionais)	Sem informação	100/ano	300/ano	500/ano
Realização de pilotos (start-ups financiadas)	Sem informação	30/ano	30/ano	A avaliar

Pesquisas e modelos de ciência de dados e com fundamento legal para aplicação	Sem informação	Por exemplo 20 pesquisas / ano	Por exemplo 100 pesquisas / ano	A avaliar
Observações: Os indicadores selecionados acima monitoram parcialmente os objetivos do programa, mas pretendem ser representativos. Os indicadores utilizados para compor estas métricas podem ser revistos em fases posteriores do detalhamento do <i>roadmap</i> .				

Módulo 3.1 - *Seed funding* para prestadores de serviço de saneamento / Lei da Informática

Seed funding para prestadores de serviço de saneamento / Lei da Informática				
Vinculação ao programa Programa 3. Promover e consolidar a inovação digital nos serviços de saneamento		Vinculação ao objetivo Saneamento mais competitivo		
Objetivos do módulo Este módulo visa financiar projetos pilotos em prestadores de serviço de saneamento, com ideias que tenham algum grau de consolidação. Pretende melhorar condições para o desenvolvimento de um núcleo digital de pessoas, processos e tecnologias dentro de um prestador de serviço de saneamento.				
Justificativa e resultados esperados Esse investimento se pagaria em muitas vezes no futuro, e o êxito de projetos piloto de alguns prestadores beneficiaria os demais, que poderim replicar as boas práticas elaboradas nesses projetos. O financiamento “semente” para determinadas ideias reforça a experimentação e a aplicação de ideias.				
Prioridade de execução Imediato Médio prazo		Vigência do módulo 5 anos 5-10 anos		
Vertentes temáticas <ul style="list-style-type: none"> • Computação em Nuvem; • IoT; • Big Data & Analytics; • Segurança da informação; • Inteligência artificial; • Robótica; • Social; • Realidade virtual ou aumentada; • Impressão 3D; • Aplicações de blockchain. 				
Exemplos e bibliografia <ul style="list-style-type: none"> • DECRETO Nº 10.356, DE 20 DE MAIO DE 2020, que dispõe sobre a política industrial para o setor de tecnologias da informação e comunicação; • Abordagem mencionada em The Global Water Leaders Group (2019) Accelerating the digital water utility (página 56). 				
Sinergias com outras entidades (Entidades adequadas para gerir este módulo) <ul style="list-style-type: none"> • Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) 				
Mecanismos de financiamento – origem do recurso <ul style="list-style-type: none"> • Procel; • Lei da Informática (conforme as Leis nº 8.248/91 e nº 8.387/91, e suas alterações posteriores, dadas pelo Decreto 5.906/06, Lei nº 10.176/01, Lei nº 13.674/18 e Lei nº 13.969/19). 				
Métricas específicas do módulo (relativas ao êxito no objetivo ou no progresso dos trabalhos)	Tempo inicial 2020	Horizonte de atuação 2026	Horizonte de planeamento intermédio 2033	Horizonte de análise 2040
Ideias submetidas e cadastradas em concursos e editais para seed funding	Sem informação	90/ano	90/ano	A avaliar
Realização de pilotos (prestadores de serviço de saneamento financiados com seed funding)	Sem informação	30/ano	30/ano	A avaliar
Outros a definir	A definir	A definir	A definir	A definir
Observações:				

Módulo 3.2 - Parcerias nacionais e internacionais de dados

Parcerias nacionais e internacionais de dados				
Vinculação ao programa Programa 3. Promover e consolidar a inovação digital nos serviços de saneamento		Vinculação ao objetivo Saneamento mais competitivo		
Objetivos do módulo Este módulo visa sinergias que derivam, em particular, de analisar dados, tanto entre entidades nacionais como internacionais.				
Justificativa e resultados esperados A troca, a junção e a combinação de dados em processos industriais de saneamento, onde grandes quantidades de dados estão sendo gerados e analisados, tem um potencial econômico. Propõe-se estudar a possibilidade de incentivar o estabelecimento de parcerias de dados entre empresas, prestadores, companhias e centros de pesquisa, aumentando também a visibilidade em plataformas de dados públicos existentes. Eventualmente esta proposta de parceria de dados em alguns casos pode ser incompatível com a lei de concorrência, ou a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD ou LGPDP), Lei nº 13.709/2018. No entanto, em geral os projetos de cooperação que melhoram a eficiência e ajudam a criar processos de produção melhores e mais seguros são bem vindos.				
Prioridade de execução Imediato Médio prazo		Vigência do módulo 5-10 anos		
Vertentes temáticas <ul style="list-style-type: none"> • Computação em Nuvem; • IoT; • Big Data & Analytics; • Segurança da informação; • Inteligência artificial; • Robótica; • Social; • Realidade virtual ou aumentada; • Impressão 3D; • Aplicações de blockchain; • Teorias de controle e programação avançada de drivers controladores de motores (Inversores de frequência e soft starters); • Programação de controladores lógicos programáveis (CLPs) e SCADA avançado para melhoria contínua. 				
Exemplos e bibliografia <ul style="list-style-type: none"> • Artificial Intelligence Strategy, Governo Alemão (página 33 - Data partnerships between companies and research institutes). 				
Sinergias com outras entidades (Entidades adequadas para gerir este módulo) <ul style="list-style-type: none"> • Universidades federais; • Centros de pesquisa (FGV) (por exemplo FGV Analytics - Centro de Estudos em Analytics e Políticas de Segurança recém criado em 2021); • Universidades internacionais. 				
Mecanismos de financiamento – origem do recurso <ul style="list-style-type: none"> • Procel; • Cooperação internacional. 				
Métricas específicas do módulo (relativas ao êxito no objetivo ou no progresso dos trabalhos)	Tempo inicial 2020	Horizonte de atuação 2026	Horizonte de planejamento intermédio 2033	Horizonte de análise 2040
Parecerias (pilotos – pesquisas) de dados estabelecidas (nacionais e internacionais)	Sem informação	100/ano	300/ano	500/ano
Outras – a definir				
Observações: Existem 'Princípios para Desenvolvimento Digital' (Principles for Digital Development) subscritos por muitas organizações relevantes. Podem ser úteis no momento de especificar conceitos de open Standards open source , open innovation .				

Módulo 3.3 – Incentivo para start-ups

Incentivo para start -ups				
Vinculação ao programa Programa 3. Promover e consolidar a inovação digital nos serviços de saneamento		Vinculação ao objetivo Saneamento mais competitivo		
Objetivos do módulo Este módulo visa intensificar a experimentação, realização de pilotos e a aplicação de ideias visando soluções inovadoras.				
Justificativa e resultados esperados De acordo com o estudo de The Global Water Leaders Group (2019) Accelerating the digital water utility 71% dos prestadores de serviço de saneamento pesquisados entram em parcerias tecnológicas formais, enquanto as 29% restantes preferem ou são obrigadas a buscar um desenvolvimento digital independente. Startups são instâncias com elevado grau de experimentação que podem trazer soluções inovadoras e escaláveis. Nesse sentido, justifica-se proporcionar melhores condições para que essas microempresas surjam. Modelos de negócios emergentes, como o X-as-a-Service ⁹ dão maior ênfase às relações integradas de serviços de longo prazo, exigindo parcerias estendidas entre prestadores de serviço de saneamento e fornecedores. Parcerias formais de fornecedores-prestadores de serviço de saneamento, embora não estejam onipresentes em todo o setor, estão se tornando uma parte cada vez mais comum nas estruturas de desenvolvimento e implantação. O relacionamento de trabalho ampliado entre os parceiros fornece motivos para uma comunicação eficaz e a adaptação de soluções. Maior compartilhamento de desafios enfrentados por parte dos prestadores de serviço de saneamento junto de fornecedores e pesquisadores ajudará ao desenvolvimento de soluções e ofertas por parte do mercado.				
Prioridade de execução Imediato Médio prazo		Vigência do módulo 5 anos 5-10 anos		
Vertentes temáticas <ul style="list-style-type: none"> • Computação em Nuvem; • IoT (drones e sensoriamento remoto); • Instrumentação e sensoriamento (imagens de satélite – monitoramento, captura 3D das plantas das instalações e informações críticas, monitoramento de desastres naturais, sensores GPS, monitoramento em tempo real – aplicativos, telemetria avançada, integração de bancos de dados, gestão e tomadas de decisão aprimoradas, simulações planejamento de gestão e sensores tubos subterrâneos); • Big Data & Analytics; • Segurança da informação; • Inteligência artificial; • Robótica; • Social; • Realidade virtual ou aumentada; • Impressão 3D; • Aplicações de blockchain (contratos inteligentes, confiabilidade de dados – qualidade da água, segurança e armazenamento de dados, criptografia, rastreabilidade, transparência e resistência a fraudes de dados e outras). 				
Exemplos e bibliografia <ul style="list-style-type: none"> • Concursos de ideias (exemplo: ABES - Espaço Startup premiará inovações) • Financiamento de ideias selecionadas (exemplo: Lab procel - FIRJAN) 				
Sinergias com outras entidades (Entidades adequadas para gerir este módulo) <ul style="list-style-type: none"> • Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel); • Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro/Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Firjan Senai); • ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 				
Mecanismos de financiamento – origem do recurso <ul style="list-style-type: none"> • Procel; • FINEP¹⁰; • Algumas abordagens não necessitam de níveis de financiamento significativos, podendo ser integradas em agendas de trabalho. 				
Métricas específicas do módulo (relativas ao êxito no objetivo ou no progresso dos trabalhos)	Tempo inicial 2020	Horizonte de atuação 2026	Horizonte de planejamento o intermédio 2033	Horizonte de análise 2040
Realização de pilotos (start-ups financiadas)	Sem informação	15/ ano	15/ ano	A avaliar
Outras – a definir				

9 Alguns exemplos são: armazenamento-de-dados-como-serviço, transferência-de-dados-como-serviço; processamento-de-computação-como-serviço leituras-de-hidrômetros-como-serviço; interpretação de dados-como serviço (para efeitos de aprendizado de máquina).

10 FINEP trabalha com o investimento em startups, em um programa que inclui o tema de saneamento e tecnologias 4.0. Aportamos até R\$ 1,2mm na startup selecionada (Finep startup - <http://www.finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/programas-e-linhas/finep-startup>).

Módulo 3.4 – Pesquisa em previsões e modelos de tomada de decisão em ciência de dados

Pesquisa em previsões e modelos de tomada de decisão em ciência de dados				
Vinculação ao programa Programa 3. Promover e consolidar a inovação digital nos serviços de saneamento		Vinculação ao objetivo Saneamento mais competitivo		
Objetivos do módulo Este módulo visa promover a pesquisa em relação a algoritmos de previsão e de decisão baseados em inteligência artificial.				
Justificativa e resultados esperados Tornar a Inteligência artificial explicável, rastreável, responsável e transparente é essencial para conseguir a confiança do público na inteligência artificial. No entanto, há um grande número aplicações onde a tecnologia aplicada ainda é uma caixa preta (orientações emitidas, detecção de fraudes, conceder créditos, etc.) Muitas vezes, é impossível para os usuários afetados por um sistema de IA entender como o sistema chegou a uma determinada decisão ou resultado e isso constitui uma falta de transparência. Essas situações ocorrem quando são usados algoritmos projetados para auxiliar a tomada de decisões, ou quando os próprios algoritmos executam as decisões de forma autônoma. Para que um sistema de IA seja reconhecido como "IA confiável" e atenda aos requisitos legais, deve ser claro os critérios de tomada de decisão. Nesse sentido, justifica-se maior pesquisa e melhor comunicação dos modelos para os usuários e tomadores de decisão.				
Prioridade de execução Médio prazo Imediato		Vigência do módulo 5 anos 5-10 anos		
Vertentes temáticas <ul style="list-style-type: none"> Modelos e algoritmos de inteligência artificial 				
Exemplos e bibliografia <ul style="list-style-type: none"> Artificial Intelligence Strategy, Governo Alemão (página 16 - pesquisa sobre explicabilidade e responsabilização de sistemas de previsão e tomada de decisão baseados em algoritmos) O Portal ABRACD iniciou suas atividades em outubro de 2018 como uma reunião de profissionais e empreendedores do mercado de análise de dados. O portal é administrado pela empresa CAPPEI Desenvolvimento Profissional. 				
Sinergias com outras entidades <ul style="list-style-type: none"> Centros de pesquisa (FGV) (por exemplo FGV Analytics - Centro de Estudos em Analytics e Políticas de Segurança recém criado em 2021); Agências reguladoras; Ministérios de Ciência e Tecnologia; Associação Brasileira de Ciência de dados (empresa CAPPEI Desenvolvimento Profissional) (https://abracd.org/). 				
Mecanismos de financiamento – origem do recurso <ul style="list-style-type: none"> Níveis de financiamento não significativos, podendo ser integradas em agendas de trabalho; Financiamento de atividades via Plano da FINEP; Financiamento de atividades via Governo Digital (avaliar possibilidade). 				
Métricas específicas do módulo (relativas ao êxito no objetivo ou no progresso dos trabalhos)	Tempo inicial 2020	Horizonte de atuação 2026	Horizonte de planejamento intermédio 2033	Horizonte de análise 2040
Pesquisas e modelos de ciência de dados e com fundamento legal para aplicação	Sem informação	Por exemplo 20 pesquisas / ano	Por exemplo 100 pesquisas / ano	A avaliar
Observações: Deve ser buscado uma medida adequada de códigos open source em modelos preditivos visando maior transparência. (Princípios para Desenvolvimento Digital (Principles for Digital Development) - conceitos de open Standards open source, open innovation).				

Programa 4. Aprimorar as condições de suporte para a transformação digital

Programa 4. Aprimorar as condições de suporte para a transformação digital				
<p>Objetivo: Saneamento mais competitivo</p> <p>Objetivos subsidiários:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Melhor serviço ao usuário; • Sustentabilidade infraestrutural; • Sustentabilidade ambiental; • Segurança cibernética; • Aumentar as oportunidades e melhorar as possibilidades das gerações futuras; • Melhor monitoramento e governança. 				
<p>Justificativa</p> <p>Este programa visa abordar temas transversais que vão, em muitos casos, além do setor de saneamento, mas que beneficiam a transformação digital no tecido industrial e setores de gestão e governança.</p> <p>Atuações nestas áreas melhoram sua competitividade dos países e facilitam a adesão a tecnologias digitais no médio e longo prazo.</p>				
<p>Sinergias entre instituições de ordem federal - Possíveis entidades coordenadoras</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ministério do Desenvolvimento Regional • Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação • Ministério da Educação (Universidades Federais) 		<p>Público-alvo</p> <p>Legisladores, entidades federais, Universidades, responsáveis por adequar condições marco ao desenvolvimento tecnológico do tecido industrial e da qualificação de recursos humanos.</p>		
<p>Vertentes temáticas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Computação em Nuvem; • IoT; • Big Data & Analytics; • Segurança da informação; • Inteligência artificial; • Robótica; • Social; • Realidade virtual ou aumentada; • Impressão 3D; • Aplicações de blockchain. 				
<p>Módulos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Qualificação profissional e especialização; • Pesquisa aplicada nos prestadores de serviço de saneamento; • Pesquisa e ensino acadêmico - Preparar os profissionais de liderança do amanhã – vertente de recursos humanos; • Facilitar o acesso a dados e sua disponibilização – acelerando a era do big data; • Sistema integrado de Informações em eficiência energética (SI2E2); • Redes de banda larga para conectar e automatizar infraestruturas longes dos centros de controle; • Segurança cibernética de serviços de saneamento; • Comunicação, divulgação e diálogo civil. 				
Principais métricas)	Diagnóstico 2020	Horizonte de atuação 2026	Horizonte de planejamento intermédio 2033	Horizonte de análise 2040
Profissionais especializados em ciências digitais	-	300 profissionais / ano	1000 profissionais / ano	A avaliar
Recurso dispensado em projeto de pesquisa	Sem informação	0,1% da receita da tarifa	0,5% da receita da tarifa	0,5% da receita da tarifa
Bases de dados (coleções de dados estatísticos) públicas disponíveis na área de	1 (SNIS) A definir	30	50	A definir

saneamento, nos temas de qualidade da água, temas operacionais etc. ¹ .				
Produtos de TI avaliados quanto à sua segurança	Sem informação	3 (em 4 anos) A avaliar	1/ano A avaliar	A avaliar
<p>Observações: Os indicadores selecionados acima monitoram parcialmente os objetivos do programa, mas pretendem ser representativos. Os indicadores utilizados para compor estas métricas podem ser revistos em fases posteriores do detalhamento do <i>roadmap</i>. ¹ Vide exemplos de outras áreas como: base de dados da agricultura, EMBRAPA, SERPRO.</p>				

Módulo 4.1 - Qualificação profissional e especialização

Qualificação profissional e especialização				
Vinculação ao programa Programa 4. Aprimorar as condições de suporte para a transformação digital		Vinculação ao objetivo Aumentar as oportunidades e melhorar as possibilidades das gerações futuras Saneamento mais competitivo		
Objetivos do módulo Este módulo visa uma melhoria qualitativa no uso de ferramentas digitais, liberando profissionais mais especializados que se encontram no mercado de trabalho.				
Justificativa e resultados esperados O diagnóstico digital mostra que muitos prestadores de serviço de saneamento usam ferramentas digitais, porém é possível ampliar quantitativamente e qualitativamente para tirar maior partido dessas ferramentas. Esta abordagem tem o intuito de qualificar os profissionais polivalentes, isto é, atuantes em diversos setores, incluindo serviços de saneamento (água e esgoto).				
Prioridade de execução Médio prazo Longo prazo		Vigência do módulo 10-15 anos		
Vertentes temáticas <ul style="list-style-type: none"> • Interoperabilidade e integração de sistemas; • Redes de comunicação das infraestruturas adequadas aos propósitos (desde rádio, celulares, 4G e até 5G); • Sistema SCADA (Supervisão, Controle e Aquisição de Dados), incluindo sensoriamento e instrumentação; • Gestão de Energia; • Gestão Laboratorial; • Cursos de Big Data e Analytics específicos para aplicações no saneamento. 				
Exemplos e bibliografia <ul style="list-style-type: none"> • Cursos de treinamento médio de curto prazo; • Educação à distância ; • Cursos de especialização em automação – Exemplo Universidade do Paraná e SANEPAR; • Capacitação em ferramentas para regular e fiscalizar os serviços de saneamento, gás e energia no Estado de São Paulo, nomeadamente "ANÁLISE DE DADOS", incluindo conceitos de ciência de dados, business intelligence; análise estatística e geoestatística, realizados pela ARSESP em parceria com a FUNDAÇÃO SEADE (outubro 2020). 				
Sinergias com outras entidades <ul style="list-style-type: none"> • Seade - Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (do estado de São Paulo); • Universidades Federais; • Fundação Getúlio Vargas (FGV); • Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBARE); • Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI); • Associação Brasileira de Ciência de Dados (empresa CAPPEI Desenvolvimento Profissional) (https://abracd.org/). 				
Mecanismos de financiamento – origem do recurso <ul style="list-style-type: none"> • Níveis de financiamento não significativos, podendo ser integradas em agendas de trabalho; • Financiamento de atividades via Plano de IoT (avaliar possibilidade); • Financiamento de atividades via Ministério da Educação (avaliar possibilidade); • Financiamento de atividades via Governo Digital (avaliar possibilidade). 				
Métricas específicas do módulo (relativas ao êxito no objetivo ou no progresso dos trabalhos)	Tempo inicial 2020	Horizonte de atuação 2026	Horizonte de planejamento intermédio 2033	Horizonte de análise 2040
Curriculum de cursos desenvolvidos / atualizados	-	10 cursos / ano	50 cursos / ano	A avaliar
Profissionais especializados em ciências digitais	-	300 profissionais / ano	1000 profissionais / ano	A avaliar

Módulo 4.2 – Pesquisa aplicada nos prestadores de serviço de saneamento

Pesquisa aplicada nos prestadores de serviço de saneamento				
Vinculação ao programa Programa 4. Aprimorar as condições de suporte para a transformação digital		Vinculação ao objetivo Saneamento mais competitivo Aumentar as oportunidades e melhorar as possibilidades das gerações futuras		
Objetivos do módulo Este módulo visa aumentar a inovação por via da pesquisa aplicada nos prestadores de serviço de saneamento.				
Justificativa e resultados esperados Para um saneamento mais competitivo é necessário prestar os serviços de água e esgotamento sanitário em conjunto com aplicações digitais e de IA, possibilitando serviços inovadores. Além de P&D realizadas em instituições de pesquisa, a pesquisa industrial aplicada no saneamento também tem um papel importante quando se trata de transferir com sucesso os resultados de pesquisa em uma base ampla de empresas. Ao mesmo tempo, é importante que os prestadores de serviço de saneamento (principalmente de porte médio), tenham acesso mais fácil às tecnologias de IA, capacidade de computação e plataformas em nuvem. Padrões abertos podem servir como um meio eficaz para ajudar a garantir que tecnologias desse tipo sejam usadas por todas as empresas.				
Prioridade de execução Imediato Médio prazo		Vigência do módulo 5 anos 5-10 anos		
Vertentes temáticas <ul style="list-style-type: none"> • Computação em Nuvem; • IoT; • Big Data & Analytics; • Segurança da informação; • Inteligência artificial; • Robótica; • Social; • Realidade virtual ou aumentada; • Impressão 3D; • Aplicações de blockchain. 				
Exemplos e bibliografia <ul style="list-style-type: none"> • Artificial Intelligence in the industrial sector (Artificial Intelligence Strategy 2018, Governo Alemão página 21); • Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica da ANEEL ; • Incentivo a P&D pela ARSESP. 				
Sinergias com outras entidades (Entidades adequadas para gerir este módulo) <ul style="list-style-type: none"> • Universidades Federais; • SENAI; • Instituições de pesquisa. 				
Mecanismos de financiamento – origem do recurso <ul style="list-style-type: none"> • Mecanismo de financiamento de P&D da ANEEL - Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica; • Mecanismo de P&D na tarifa da ARSESP; • FINEP - O Financiamento a P&D na empresa é de interesse para o FINEP. Há uma linha de crédito voltada especificamente para IoT e outras tecnologias 4.0. 				
Métricas específicas do módulo (relativas ao êxito no objetivo ou no progresso dos trabalhos)	Tempo inicial 2020	Horizonte de atuação 2026	Horizonte de planejamento intermédio 2033	Horizonte de análise 2040
Recurso dispensado em projeto de pesquisa	Sem informação	0,1% da receita da tarifa	0,5% da receita da tarifa	0,5% da receita da tarifa
Observações:				

Módulo 4.3 – Pesquisa e ensino acadêmico - Preparar os profissionais de liderança do amanhã – vertente de recursos humanos

Pesquisa e ensino acadêmico - Preparar os profissionais de liderança do amanhã				
Vinculação ao programa Programa 4. Aprimorar as condições de suporte para a transformação digital		Vinculação ao objetivo Aumentar as oportunidades e melhorar as possibilidades das gerações futuras Saneamento mais competitivo		
Objetivos do módulo Este módulo visa formar profissionais qualificados para os desafios do amanhã e que vão entrar no mercado de trabalho.				
Justificativa e resultados esperados Jovens cientistas com excelente formação acadêmica devem estar preparados para assumir papéis de liderança em negócios ou ciência. Eles podem ser fortalecidos por meio de um "programa de professor de IA". Para tal, pode-se lançar uma plataforma de "ensinar e aprender IA" e apoiar suas operações, contribuindo para garantir e desenvolver a base de habilidades em IA. Isso constitui um campo importante para a proeza tecnológica global do país. A plataforma irá hospedar conteúdo direcionado a grupos específicos de usuários e fornecer suporte adicional de ensino/tutoria, fornecendo aos alunos acesso a aulas online de alta qualidade. Outra medida pode ser o fomento do regresso de especialistas brasileiros em inteligência artificial que atuam no exterior, oferecendo condições de trabalho atraentes para estudantes de doutorado internacionais e pesquisadores de pós-doutorado. (ideia adaptada de Artificial Intelligence Strategy, Governo Alemão, página 15)				
Prioridade de execução Imediato Médio prazo		Vigência do módulo 10 -20 anos		
Vertentes temáticas <ul style="list-style-type: none"> • Nuvem; • IoT; • Big Data & Analytics; • Segurança da informação; • Inteligência artificial; • Robótica; • Social; • Realidade virtual ou aumentada; • Impressão 3D; • Aplicações de blockchain. 				
Exemplos e bibliografia <ul style="list-style-type: none"> • Apoiar pesquisadores juniores e reforçar o ensino acadêmico) (ideia adaptada de Artificial Intelligence Strategy, Governo Alemão, página 15) 				
Sinergias com outras entidades (Entidades adequadas para gerir este módulo) <ul style="list-style-type: none"> • Universidades Federais; • SENAI; • Instituições de pesquisa. 				
Mecanismos de financiamento – origem do recurso <ul style="list-style-type: none"> • Níveis de financiamento não significativos, podendo ser integradas em agendas de trabalho; • Financiamento de atividades via Plano de IoT (avaliar possibilidade); • Financiamento de atividades via Plano da FINEP; • Financiamento de atividades via Governo Digital (avaliar possibilidade). 				
Métricas específicas do módulo (relativas ao êxito no objetivo ou no progresso dos trabalhos)	Tempo inicial 2020	Horizonte de atuação 2026	Horizonte de planejamento o intermédio 2033	Horizonte de análise 2040
Programas de mentorias em inteligência artificial	Sem informação	Por exemplo 500 profissionais mentoreados / ano	Por exemplo 1500 profissionais mentoreados / ano	A avaliar
Outras – a definir				
Observações:				

Módulo 4.4 – Facilitar o acesso a dados e sua disponibilização – acelerando a era do *big data*

Facilitar o acesso a dados e sua disponibilização – acelerando a era do big data				
Vinculação ao programa Programa 4. Aprimorar as condições de suporte para a transformação digital		Vinculação ao objetivo Aumentar as oportunidades e melhorar as possibilidades das gerações futuras Saneamento mais competitivo		
Objetivos do módulo Este módulo visa aumentar a quantidade e qualidade de bases de dados úteis, para efeitos de análises por entes da sociedade civil e centros de pesquisa e empresas.				
Justificativa e resultados esperados A disponibilidade e a qualidade dos dados são pré-condições centrais e fatores determinantes para a qualidade das análises com os métodos de IA e machine learning. Os dados gerados por máquinas em contexto industrial, em B2B (business-to-business) e dados de domínios específicos são particularmente relevantes de estudar e explorar, uma vez que o escopo de futuras aplicações de IA será bastante amplo. (No caso do saneamento, são relevantes dados de bacias hidrográficas, dados da qualidade da água bruta, dados de saúde pública, dados dos consumidores, entre outros). O acesso aos dados é, em muitos casos, restrito, em parte por razões legais, e em parte porque o controle dos dados é detido por órgãos do setor público e privado. O uso de bancos de dados que envolvem informações pessoais ou informações críticas devem ser sujeitas as regras de proteção de dados que precisam ser respeitadas. Propõe-se que a Autoridade da Concorrência avalie parcerias de dados e a disponibilização de pool de dados para efeitos de cooperação. A autoridade da concorrência poderia desenvolver critérios para a construção de " parcerias de dados " de forma que esteja em consonância com a lei da concorrência, olhando para projetos específicos. O Governo Federal fará uso de diálogos setoriais específicos para avaliar que tipo de apoio específico é exigido pelos setores que possuem maior demanda por troca de dados. Deverá ser avaliado se é possível disponibilizar conjuntos de dados que foram gerados por projetos de pesquisa financiados pelo governo a terceiros, garantindo interesses de proteção de dados. Isso inclui avaliar os requisitos existentes para disponibilizar dados para fins de pesquisa em um banco de dados disponível publicamente após a conclusão do projeto de pesquisa. (justificativa e propostas adaptadas de Artificial Intelligence Strategy, Governo Alemão páginas 32 e 34)				
Prioridade de execução Médio prazo Imediato		Vigência do módulo 5-10 anos		
Vertentes temáticas <ul style="list-style-type: none"> • Estratégia de dados; • Disponibilização de dados em nuvem; • Critérios de partilha de dados definidos pela autoridade da concorrência; • Disponibilização de dados de projetos financiados com recursos públicos. 				
Exemplos e bibliografia <ul style="list-style-type: none"> • Facilitar o acesso a dados e sua disponibilização (proposta adaptada de Artificial Intelligence Strategy, Governo Alemão página 32); • European Data Strategy; • European Open Science Cloud (EOSC). 				
Sinergias com outras entidades <ul style="list-style-type: none"> • FGV; • Universidades; • Indústria em geral, incluindo prestadores de serviço de saneamento. 				
Mecanismos de financiamento – origem do recurso <ul style="list-style-type: none"> • Níveis de financiamento não significativos, podendo ser integradas em agendas de trabalho; • Financiamento de atividades via Plano de IT (avaliar possibilidade); • Financiamento de atividades via Plano da FINEP (avaliar possibilidade); • Financiamento de atividades via Governo Digital (avaliar possibilidade); • Mecanismos de Cooperação internacional. 				
Métricas específicas do módulo (relativas ao êxito no objetivo ou no progresso dos trabalhos)	Tempo inicial 2020	Horizonte de atuação 2026	Horizonte de planejamento intermédio 2033	Horizonte de análise 2040
Bases de dados (coleções de dados estatísticos) públicas disponíveis na área de saneamento temas de qualidade da água, temas operacionais etc. ¹ .	1 (SNIS) A definir	30	50	A definir
Estudos e publicações de ciência de dados que usam dados públicos.	Necessário fazer mineração de texto em papers de congressos	30/ano	50/ano	A definir

Módulo 4.5 - Sistema integrado de informações em eficiência energética (SI2E2)

Sistema integrado de informações em eficiência energética (SI2E2)				
Vinculação ao programa Programa 4. Aprimorar as condições de suporte para a transformação digital		Vinculação ao objetivo Aumentar as oportunidades e melhorar as possibilidades das gerações futuras Melhor monitoramento e governança		
Objetivos do módulo Este módulo visa integrar os sistemas informações da União relativos às áreas consideradas prioritárias, tais como a eficiência energética, com efeitos e preocupações de reduzir redundâncias de preenchimento dos provedores de dados.				
Justificativa e resultados esperados De acordo com o Lei nº 11.445 de 05 de Janeiro de 2007 e a nova redação pela Lei nº 14.026, de 2020 a União deve (artigo 48, alínea XV) estimular a integração das bases de dados. Algumas bases de dados e respectivas informações podem ser consideradas prioritárias para monitoramento e definição de políticas públicas. No entanto, é necessário avaliar sinergias entre as bases de dados e evitar redundâncias no preenchimento por parte dos prestadores de serviço de saneamento. Em particular salientam-se três bases de dados cujas sinergias devem ser avaliadas: 1) O Plano Decenal de Eficiência Energética, que em sua etapa de estudo prevê um “Sistema Integrado de Informações em Eficiência Energética (SI2E2)” que é transversal entre os setores. 2) Por sua vez a ANEEL detém um banco de dados de projetos de eficiência energética. 3) O Ministério do Desenvolvimento Regional é responsável pelo Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA - 11.445 - Art.53 § 1º), sendo essas informações públicas, gratuitas, acessíveis a todos, publicadas na internet, em formato de dados abertos.				
Prioridade de execução Médio prazo Imediato		Vigência do módulo 5-10 anos		
Vertentes temáticas <ul style="list-style-type: none"> • Bases de dados relativas a ações climáticas; • Bases de dados relativas a eficiência energética; • Outras a definir . 				
Exemplos e bibliografia <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Inteligência analítica do setor elétrico – SIASE - (https://www.siase.org.br/web/Opee/ProjectRepository) ; • Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (http://www.snis.gov.br/). 				
Sinergias com outras entidades <ul style="list-style-type: none"> • MME; • ANEEL; • MDR. 				
Mecanismos de financiamento – origem do recurso <ul style="list-style-type: none"> • Níveis de financiamento não significativos, podendo ser integradas em agendas de trabalho; • Financiamento de atividades via Governo Digital (avaliar possibilidade); • Financiamento de atividades via PLANSAB – programa estruturante (avaliar possibilidade). 				
Métricas específicas do módulo (relativas ao êxito no objetivo ou no progresso dos trabalhos)	Tempo inicial 2020	Horizonte de atuação 2026	Horizonte de planejamento intermédio 2033	Horizonte de análise 2040
Bases de dados melhoradas com sinergias interministeriais	Sem informação	1	A definir	A definir
Observações:				

Módulo 4.6 – Redes de comunicação para conectar e automatizar as infraestruturas longes dos centros de controle

Redes de banda larga para conectar e automatizar as infraestruturas longes dos centros de controle				
Vinculação ao programa Programa 4. Aprimorar as condições de suporte para a transformação digital		Vinculação ao objetivo Aumentar as oportunidades e melhorar as possibilidades das gerações futuras Saneamento mais competitivo		
Objetivos do módulo Este módulo visa estimular o uso adequado de redes de comunicação, aos propósitos e mecanismos de segurança (desde rádio, SMS, LoRa (Low Range communication), protocolo internet, Sigfox, 4G e até 5G), para alcançar melhorias operacionais na qualidade de serviço de saneamento, com especial ênfase nas zonas remotas e rurais.				
Justificativa e resultados esperados Zonas remotas e rurais, onde se encontram captações de água e reservatórios que requerem operação à distância, podendo ser facultada por redes de banda larga.				
Prioridade de execução Médio prazo Imediato		Vigência do módulo 5 anos 5-10 anos		
Vertentes temáticas <ul style="list-style-type: none"> • Interoperabilidade e integração de sistemas; • SCADA (Supervisão, Controle e Aquisição de Dados); • IoT. 				
Exemplos e bibliografia <ul style="list-style-type: none"> • "Estimular o investimento em redes de banda larga de última geração para alcançar melhorias substanciais na capacidade e qualidade do serviço, com ênfase especial em áreas rurais, extremas e vulneráveis" (Objetivo 4 da publicação: Monitoreo de la Agenda Digital para América Latina y el Caribe e LAC 2018 (página 22) CEPAL. 				
Sinergias com outras entidades <ul style="list-style-type: none"> • MCTI; • FUNASA; • ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. 				
Mecanismos de financiamento – origem do recurso <ul style="list-style-type: none"> • Níveis de financiamento não significativos, podendo ser integradas em agendas de trabalho; • Financiamento de atividades via Plano de IoT (avaliar possibilidade); • Financiamento de atividades via Plano da FINEP relativamente ao desafio tecnológico e não a infraestrutura; • Financiamento de atividades via Governo Digital (avaliar possibilidade); • Mecanismos de Cooperação internacional. 				
Métricas específicas do módulo (relativas ao êxito no objetivo ou no progresso dos trabalhos)	Tempo inicial 2020	Horizonte de atuação 2026	Horizonte de planejamento intermédio 2033	Horizonte de análise 2040
Sistemas de saneamento modernizados – Uso de SCADA remoto	Sem informação	100/ ano	100/ ano	A avaliar
Observações: Um mecanismo de segurança na comunicação é o VPN (Virtual Private Network)				

Módulo 4.7 – Segurança cibernética de serviços de saneamento

Segurança cibernética de serviços de saneamento				
Vinculação ao programa Programa 4. Aprimorar as condições de suporte para a transformação digital		Vinculação ao objetivo Saneamento mais competitivo Segurança cibernética		
Objetivos do módulo Este módulo visa promover a segurança dos serviços de saneamento, no sentido de restringir acessos e intromissões indevidas.				
Justificativa e resultados esperados Um aumento de níveis digitais na operação de sistemas de abastecimento de água torna, por um lado, os serviços mais flexíveis e ajustados às necessidades momentâneas, mas por outro lado mais vulneráveis a ataques e atos de terrorismo.				
Prioridade de execução Médio prazo		Vigência do módulo 5-10 anos		
Vertentes temáticas <ul style="list-style-type: none"> • Avaliação de segurança de produtos de TI e monitoramento de redes, interfaces e dados de protocolo (com base na Artificial Intelligence Strategy, Governo Alemão página 18); 				

<ul style="list-style-type: none"> • Critérios mínimos de redundância nos sistemas de TI e o uso de software de emergência programado (com base na Artificial Intelligence Strategy, Governo Alemão página 18); Com especial impacto em: <ul style="list-style-type: none"> • Interoperabilidade e integração de sistemas; • SCADA (Supervisão, Controle e Aquisição de Dados); • Gestão de Energia; • Gestão Laboratorial. 				
Exemplos e bibliografia <ul style="list-style-type: none"> • Resiliência de sistemas de Inteligência artificial; melhoria da capacidade de segurança e desempenho dos sistemas de comunicação e informação (Artificial Intelligence Strategy, Governo Alemão página 18). 				
Sinergias com outras entidades <ul style="list-style-type: none"> • MCTI; • Universidades; • ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. 				
Mecanismos de financiamento – origem do recurso <ul style="list-style-type: none"> • Níveis de financiamento não significativos, podendo ser integradas em agendas de trabalho; • Financiamento de atividades via Plano de IoT (avaliar possibilidade); • Financiamento de atividades via Plano da FINEP (avaliar possibilidade); • Financiamento de atividades via Governo Digital (avaliar possibilidade); • Mecanismos de Cooperação internacional. 				
Métricas específicas do módulo (relativas ao êxito no objetivo ou no progresso dos trabalhos)	Tempo inicial 2020	Horizonte de atuação 2026	Horizonte de planejamento intermédio 2033	Horizonte de análise 2040
Produtos de TI avaliados quanto à sua segurança	Sem informação	3 (em 4 anos) A avaliar	1/ano A avaliar	A avaliar
Normativos relativos a critérios mínimos de redundância em TI e software de emergência	Sem informação	3 (em 4 anos) A avaliar	1/ano A avaliar	A avaliar
Observações: Um ataque recente está documentado nos serviços de abastecimento de água na Florida, EUA. (Attacker Gains Remote Access To a Florida City's Water Supply, Attempts To Poison It: Is This an Emerging Widespread Threat? (15 fevereiro 2021))				

Módulo 4.8 – Comunicação, divulgação e diálogo civil

Comunicação, divulgação e diálogo civil	
Vinculação ao programa Programa 4. Aprimorar as condições de suporte para a transformação digital	Vinculação ao objetivo Aumentar as oportunidades e melhorar as possibilidades das gerações futuras; Este módulo também atende, particularmente, ao princípio fundamental das diretrizes nacionais para o saneamento básico (Lei nº 11.445, de 05.01.2007 artigo 2º X e indiretamente IX), nomeadamente: "X - controle social;" "IX - transparência das ações, baseada em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados;"
Objetivos do módulo Este módulo visa amadurecer reflexões na sociedade sobre a transformação digital, através do diálogo e discussão entre os principais especialistas de ciência, comércio, política e organizações da sociedade, através de uma plataforma de comunicação e de participação social.	
Justificativa e resultados esperados Plataforma "Lernende Systeme" reúne os principais especialistas de ciência, comércio, política e organizações da sociedade civil no campo dos sistemas de aprendizagem, inteligência artificial e transformação digital. Inúmeras opiniões de comunidades científicas e empresariais têm visões que orientam desenvolvimentos mais promissores da transformação digital e devem ser desenvolvidas com um caráter representativo e com medidas participativas. A Plataforma prevê criar grupos de trabalho temáticos para discutir oportunidades, desafios e o arcabouço legal para o desenvolvimento e uso responsável dos sistemas de aprendizagem. As propostas e as descobertas alimentarão cenários, recomendações, opções políticas e roteiros. A intenção é que a Plataforma desenvolva cenários de aplicações que também possam ajudar a esclarecer questões éticas e legais. (proposta adaptada de Artificial Intelligence Strategy, Governo Alemão página 45)	
Prioridade de execução Médio prazo Imediato	Vigência do módulo 5 anos
Vertentes temáticas <ul style="list-style-type: none"> • Partilha e proteção de dados; • Interoperabilidade e integração de sistemas; 	

<ul style="list-style-type: none"> Inteligência artificial. 				
Exemplos e bibliografia <ul style="list-style-type: none"> Plataformas “Lernende Systeme” (Artificial Intelligence Strategy, Governo Alemão página 45) 				
Sinergias com outras entidades <ul style="list-style-type: none"> Procel Info (http://www.procelinfo.com.br/main.asp); ABES; ASSEMAE. 				
Mecanismos de financiamento – origem do recurso <ul style="list-style-type: none"> Níveis de financiamento não significativos, podendo ser integradas em agendas de trabalho; Financiamento de atividades via Plano de IoT (avaliar possibilidade); Financiamento de atividades via Plano da FINEP; Financiamento de atividades via Governo Digital (avaliar possibilidade); Mecanismos de Cooperação internacional. 				
Métricas específicas do módulo <small>(relativas ao êxito no objetivo ou no progresso dos trabalhos)</small>	Tempo inicial 2020	Horizonte de atuação 2026	Horizonte de planejamento o intermédio 2033	Horizonte de análise 2040
Grupos e temas de trabalho	Sem informação	5/ano	15/ano	A avaliar
Notícias informativas relacionadas à transformação digital na plataforma	Sem informação	150/ano	300/ano	A avaliar
Observações:				

Módulo 4.9 – Princípios para o desenvolvimento digital sustentável de aplicações

Princípios para o desenvolvimento digital sustentável de aplicações	
Vinculação ao programa Programa 4. Aprimorar as condições de suporte para a transformação digital	Vinculação ao objetivo Aumentar as oportunidades e melhorar as possibilidades das gerações futuras; Sustentabilidade infraestrutural.
Objetivos do módulo Este módulo visa incentivar o desenvolvimento de aplicações de um modo sustentável, por meio de princípios que permitam um maior grau de autonomia e de desenvolvimento posterior pelos gestores das aplicações (up-scaling). Um modo de incentivar a produção de aplicações com estas características é a adoção de um conjunto de princípios, que deverão ser observados quando o desenvolvimento das aplicações são financiadas por entidades públicas.	
Justificativa e resultados esperados Frequentemente as aplicações são desenvolvidas, mas dificilmente são continuadas ou evoluem, devido a impedimentos funcionais ou especificações técnicas que apenas os próprios desenvolvedores sabem manusear. Isso tem impedido a consolidação das aplicações. Para minimizar estas situações espera-se que ao adotar os seguintes princípios (descritos em https://digitalprinciples.org/) <ol style="list-style-type: none"> 1) Desenhar com o usuário; 2) Entender o ecossistema existente; 3) Desenho para permitir o aumento de escala; 4) Construção para a sustentabilidade; 5) Uso de dados (data driven); 6) Uso de padrões abertos, código aberto fonte aberta e inovação aberta; 7) Possibilidade de reutilização e de melhoria; 8) Abordagem de segurança e de privacidade; 9) Colaborativo. 	
Prioridade de execução Longo prazo Imediato	Vigência do módulo 20 anos
Vertentes temáticas <ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento de software; Partilha e proteção de dados; Interoperabilidade e integração de sistemas; Inteligência artificial. 	
Exemplos e bibliografia <ul style="list-style-type: none"> https://digitalprinciples.org/ 	
Sinergias com outras entidades <ul style="list-style-type: none"> FINEP; Entidades governamentais que apoiem o desenvolvimento de software. 	
Mecanismos de financiamento – origem do recurso <ul style="list-style-type: none"> Sem necessidade de financiamento. 	

Métricas específicas do módulo (relativas ao êxito no objetivo ou no progresso dos trabalhos)	Tempo inicial 2020	Horizonte de atuação 2026	Horizonte de planejamento o intermédio 2033	Horizonte de análise 2040
Aplicações com adesão aos princípios	Sem informação	5/ano	15/ano	A avaliar
Outros				
Observações:				

Módulo 4.10 – Modelos de negócio para a gestão de resíduos

Modelos de negócio para a gestão de resíduos				
Vinculação ao programa Programa 4. Aprimorar as condições de suporte para a transformação digital		Vinculação ao objetivo Aumentar as oportunidades e melhorar as possibilidades das gerações futuras. Sustentabilidade infraestrutural.		
Objetivos do módulo Este módulo visa incentivar modelos de negócio na cadeia de valor e de gestão dos resíduos.				
Justificativa e resultados esperados A digitalização poderá contribuir com a quebra de muitos paradigmas atuais do setor de resíduos sólidos urbanos no país. Ela poderá gerar impactos positivos em toda a cadeia de gerenciamento de resíduos sólidos no Brasil definida pelo artigo 9º da Lei 12.305-2010, que estabelece: na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Ou seja, a digitalização pode contribuir com novos modelos de negócio e interação social que contribuam com a não geração, a redução e a reutilização de resíduos, que atualmente são incipientes nas políticas de gestão e gerenciamento.				
Prioridade de execução Longo prazo Imediato		Vigência do módulo 20 anos		
Vertentes temáticas <ul style="list-style-type: none"> • não geração de resíduos, • redução da produção de resíduos, • reutilização, • reciclagem, • tratamento dos resíduos sólidos e , • disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. 				
Exemplos e bibliografia <ul style="list-style-type: none"> • Aplicação “Uber de coleta de resíduos específicos” (GIZ – Uganda) 				
Sinergias com outras entidades <ul style="list-style-type: none"> • Financiamento de atividades via Plano de IoT (avaliar possibilidade); • Financiamento de atividades via Plano da FINEP (avaliar possibilidade); • Financiamento de atividades via Governo Digital (avaliar possibilidade); • Financiamento de atividades via PLANSAB – programa estruturante (avaliar possibilidade); • Mecanismos de Cooperação internacional. 				
Mecanismos de financiamento – origem do recurso <ul style="list-style-type: none"> • Sem necessidade de financiamento. 				
Métricas específicas do módulo (relativas ao êxito no objetivo ou no progresso dos trabalhos)	Tempo inicial 2020	Horizonte de atuação 2026	Horizonte de planejamento o intermédio 2033	Horizonte de análise 2040
Modelos de negócio – pilotos desenvolvidos	Sem informação	5/ano	15/ano	A avaliar
Outros	Sem informação	150/ano	300/ano	A avaliar
Observações:				

Próximos passos e desafios

Diante do presente *roadmap*, os próximos passos são identificar e confirmar sinergias e interesses de outros Ministérios e stakeholders em colaborar nos vários programas e módulos propostos.

Em termos de prazo para descrever os programas e módulos mais detalhados, recomenda-se ter em conta o momento da elaboração do próximo Orçamento Geral da União. Fontes internacionais também podem ser consideradas.

Para ter o planejamento em maior detalhe (em um nível considerado adequado) pode ser necessário recorrer a consultores com diferentes especialidades, assim como estabelecer grupos de trabalho interministeriais.

Note-se que alguns módulos podem ser detalhados por profissionais internos do Ministério do Desenvolvimento Regional, Ministério de Minas e Energia, Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação, enquanto para outros módulos pode ser necessário recorrer a consultorias externas.

E devido ao intenso desenvolvimento tecnológico das áreas aqui tratadas, recomenda-se revisões periódicas deste documento.

Bibliografia

Bevanda, Matthias Brechenmacher, Damaris Cerkasin, Igor Emmer, Moritz Gnam, Robin Grüning, (et all) (2019). **Wasser 4.0 Bestandsaufnahme von implementierten Technologien in der Wasserwirtschaft und der deutschen Entwicklungszusammenarbeit.** (https://www.researchgate.net/publication/333998496_Wasser_40_Bestandsaufnahme_von_imp_lementierten_Technologien_in_der_Wasserwirtschaft_und_der_deutschen_Entwicklungszusammenarbeit) (acesso outubro 2019)

CEPAL, **Monitoreo de la Agenda Digital para América Latina y el Caribe eLAC2018**, abril de 2018, S.18-00256, disponível em https://www.nic.br/media/docs/publicacoes/1/S1800256_es.pdf (acesso janeiro 2020)

Comissão Europeia; Communication: **A European strategy for data**, 19 February 2020, (disponível em todas as línguas da União europeia) Consulta em janeiro de 2021 disponível em <https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-data-strategy> (acesso janeiro 2021)

German Water Partnership. **Wasser 4.0** disponível em https://germanwaterpartnership.de/wp-content/uploads/2019/05/gwp_wasser_40.pdf (acesso 06.02.2020)

German Water Partnership. **Water 4.0** disponível em https://germanwaterpartnership.de/wp-content/uploads/2019/05/GWP_Brochure_Water_4.0.pdf - corresponde a uma versão mais curta (acesso 06.02.2020)

Governo Federal da Alemanha – Die Bundesregierung – Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2018). **Artificial Intelligence Strategy**. Stand: November 2018 disponível em www.ki.strategie-deutschland.de (acesso 06.06.2020)

Governo Federal da Alemanha – Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (2019), **Digital Technologies for development** https://www.bmz.de/en/publications/type_of_publication/strategies/Strategiepapier459_01_2019.pdf (Acesso 10.10.2019)

The Global Water Leaders Group (2019) **Accelerating the digital water utility** disponível em <https://globalwaterintel-info.com/p/36G3-5ZV/accelerating-the-digital-water-utility-wl> (Acesso em julho 2020)

McKinsey Brasil, **Transformações digitais no Brasil: Insights sobre o nível de maturidade digital das empresas no país** <https://www.mckinsey.com/br/-/media/McKinsey/Locations/South%20America/Brazil/Our%20Insights/Transformacoes%20digitais%20no%20Brasil/Transformacao-digital-no-brasil.pdf> (acesso abril 2021)

Ministério da Ciência, **Tecnologia e Inovações (MCTI) e a Financiadora de Estudos e Projetos – Finep, Seleção visando o fomento e a seleção de projetos de inovação nas temáticas Agro 4.0, Cidades Inteligentes, Indústria 4.0 e Saúde 4.0. - Subvenção Econômica à Inovação – 04/2020** disponível em <http://www.finep.gov.br/chamadas-publicas/chamadapublica/643> (Acesso em agosto 2020)

Ministério do Desenvolvimento Regional e Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (2019), **Glossário – Carta Brasileira para Cidades Inteligentes** (documento

ainda não público em agosto de 2020) mas associado ao projeto

<https://www.mdr.gov.br/desenvolvimento-regional-e-urbano/eventos?layout=edit&id=12868>

IWA, xylem **Digital Water – Industry Leaders chart chat the transformation journey** Acesso em outubro 2019 disponível em https://iwa-network.org/wp-content/uploads/2019/06/IWA_2019_Digital_Water_Report.pdf (acesso em 2019)

IWA, Oliver Grievson (2020) **The role of Instrumentation in Digital Transformation** disponível em https://iwa-network.org/wp-content/uploads/2020/12/IWA_2020_Instrumentation_WEB.pdf (Acesso em janeiro 2020)

Red Hat, Forrester (2017) **Migração para cloud é unanimidade, mas não para todos os casos – Uma análise das motivações e práticas dos migradores para cloud publicos**. (acesso em 2019)

República Portuguesa – **Apresentação - Portugal Digital – Plano de Ação para a transição digital (ppt)** (5 de março 2020)

Inter-American Development Bank, **Use of 4IR Technologies in Water and Sanitation in Latin America and the Caribbean**, TECHNICAL NOTE N° IDB-TN-1910, April 2020 disponível em <https://publications.iadb.org/publications/english/document/Use-of-4IR-Technologies-in-Water-and-Sanitation-in-Latin-America-and-the-Caribbean.pdf> (acesso em setembro 2020)

Ingildsen P; Olsson G; **Smart water utilities: complexity made simple**, 2016 IWA Publishing <https://iwaponline.com/ebooks/book/11/Smart-Water-Utilities-Complexity-Made-Simple> (acesso em janeiro 2021)

Vestner R. J., Kuwajima J.I. Gêmeos Digitais H2O e ÁGUA 4.0, 2021 (<https://www.linkedin.com/pulse/g%25C3%25AAmeos-digitais-h2o-e-%25C3%25A1gua-40-julio-issao-kuwajima/?trackingId=K3UVju0RTuyrK7YiXIC6cQ%3D%3D>) (acesso em 04.2021)

Anexo I - Complementações sobre as métricas

Neste capítulo são apresentadas algumas informações complementares sobre as métricas utilizadas.

Ao elaborar este documento, notou-se que algumas informações importantes para o Programa 2. Expandir e qualificar os sistemas digitais nos serviços de saneamento (página 8), não foram explicitamente publicadas no Diagnóstico Digital do Setor de Saneamento (primeira versão), por isso complementou-se aqui uma tabela e um gráfico com as medianas de todos os prestadores, não apenas valores parciais dos segmentos.

Sistema	Muito pequeno	Pequeno	Médio	Grande	Muito grande	Todos
Sistema de Informações Geográficas	0,57	0,39	0,47	0,53	0,40	0,48
Sistema de Gestão de Manutenção	0,40	0,60	0,45	0,60	0,72	0,45
Sistema de Suporte à Operação	0,42	0,50	0,60	0,60	0,75	0,60
SCADA	0,19	0,37	0,50	0,45	0,32	0,38
Sistema de Gestão de Energia	0,30	0,30	0,45	0,60	0,60	0,45
Sistema de Gestão Laboratorial	0,37	0,45	0,75	0,75	0,75	0,56
Sistema de Gestão de Clientes	0,36	0,50	0,60	0,70	0,80	0,54
Sistema de Telemetria	0,21	0,17	0,19	0,21	0,29	0,21
Contact Center	0,33	0,47	0,71	0,87	0,87	0,75
Sistema de Gestão Administrativo e Fin	0,75	0,75	0,90	1,00	1,00	0,75
Sistema de Gestão de Frota	0,45	0,60	0,72	0,66	0,72	0,60

Figura 6 – Uso qualitativo das ferramentas digitais nos diferentes portes dos prestadores (equivalente à tabela 8 do Diagnóstico Digital)

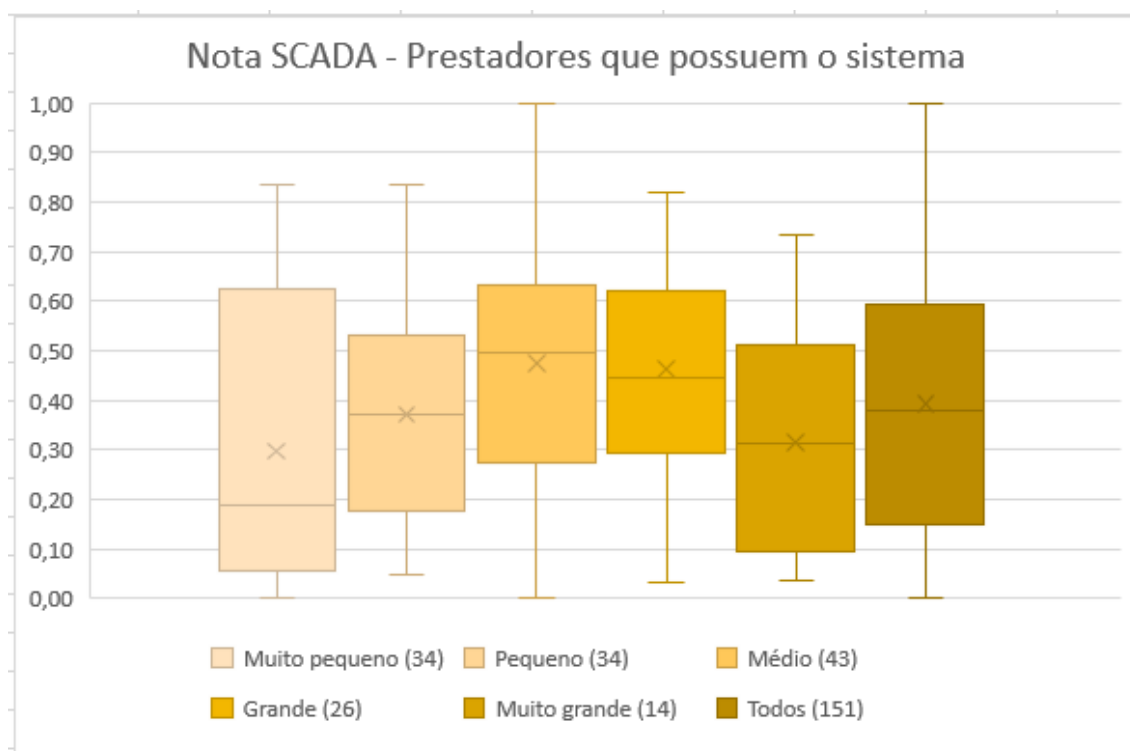


Figura 7 – Dispersão de notas obtidas em SCADA nos segmentos (equivalente à figura 71 do Diagnóstico Digital)

Anexo II - Glossário

Termo	Interpretação	Referência
Big Data	Big data são grandes conjuntos de dados complexos, obtidos especialmente de novas fontes de dados. São ativos de informações associados geralmente a três conceitos principais: grande volume, alta velocidade e / ou alta variedade, e exigem formas inovadoras e econômicas de processamento de informações que permitem uma visão aprimorada, tomada de decisões e automação de processos.	https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary?glossarykeyword=integration&glossarycontext=ac
Blockchain	Protocolo de criptografia de blocos de informações altamente resistente a adulterações. Essa nova tecnologia, inicialmente ligada às criptomoedas, tem sido adotada no sistema financeiro para mitigar riscos de fraude e redução de custos cartoriais.	https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/desenvolvimento-regional/projeto-andus/carta-brasileira-cidades-inteligentes.pdf
Digitalização	<p>Um primeiro uso corrente do termo concerne ao processo técnico de conversão - por meio de técnicas de escaneamento - de um determinado documento, seja ele papel, fotografia, filme, em um arquivo digital. As características principais dos arquivos digitais são suas propriedades de rastreabilidade, acessibilidade remota, reprodutibilidade, por meio de metadados e “endereços” dos arquivos, seja armazenados na memória de um computador, seja em discos externos, seja nos servidores remotos (também conhecidos como “nuvens”).</p> <p>Uma outra maneira de utilizar o termo é menos precisa, onde é feita uma associação direta entre “transformação digital” e “digitalização”. Por exemplo, “digitalização de serviços” concerne não apenas à adoção de documentos digitais, mas a um amplo “redesign” das estruturas de governança de uma determinada instituição pública, que a partir desse momento passarão, por meio de interfaces eletrônicas, a responder a interações com o público em tempo real. Nesse sentido, “digitalização” implica em transformações culturais e institucionais em uma determinada organização.</p>	https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/desenvolvimento-regional/projeto-andus/carta-brasileira-cidades-inteligentes.pdf

Frontrunners	Companhias de saneamento que estão na vanguarda, ou no pelotão da frente de uma corrida, no sentido figurativo.	própria
Gêmeo Digital	<p>É uma cópia computadorizada que espelha e simula um objeto do mundo real (incluindo seu ambiente e interações) na realidade virtual.</p> <p>Um "Gêmeo Digital" pode ser usado para simular, prever, otimizar e controlar o objeto ou sistema antes mesmo de investir em protótipos e recursos reais.</p> <p>Assim é possível disponibilizar uma imagem precisa de como este objeto se comportam em tempo real. Podem ser recriados no meio virtual, objetos materiais ou imateriais, como produtos individuais, complexos de produção, serviços, processos ou mesmo empresas. Além disso, o modelo, que deve ser constantemente atualizado, está conectado ao objeto real para coletar continuamente informações por meio sensores. Deste modo, ele cria uma réplica digital dos ativos físicos reais com a capacidade de simular, influenciar e controlar os ativos reais ao longo de seu ciclo de vida.</p>	<p>Richard J. Vestner, Julio Issao Kuwajima</p> <p>https://www.linkedin.com/pulse/g%25C3%25AAmeos-digitais-h2o-e-%25C3%25A1gua-40-julio-issao-kuwajima/?trackingId=kXgcfRB5SiSX9Jy2iiJDRA%3D%3D</p>
Internet das Coisas (IoT)	O termo Internet das Coisas, em inglês, Internet of Things (IoT) é a infraestrutura que conecta objetos físicos que contêm tecnologia à rede digital para prestar serviços na vida cotidiana, na indústria, nos setores urbanos, etc. Dessa forma, através de sensores e softwares eletrônicos, é possível coletar e transmitir dados pela internet, permitindo que esses objetos coletem e troquem dados e interajam entre si, com outras máquinas e com indivíduos.	https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/desenvolvimento-regional/projeto-andus/carta-brasileira-cidades-inteligentes.pdf
Indústria 4.0	É uma aliança industrial para transformação das formas de produção, baseada em uso intensivo de tecnologias da informação e comunicação. O conceito pode ser entendido como uma orquestração de diversas tecnologias, orientada por quatro fundamentos: interconexão, transparência na informação, assistência técnica e decisões descentralizadas. Todo o processo é informado por abundância de dados e análise de dados. Os propulsores da indústria 4.0 São: digitalização e integração vertical e horizontal de cadeias de valor; digitalização da oferta de produtos e serviços; modelos de negócio digitais; e acesso do cliente.	https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/desenvolvimento-regional/projeto-andus/carta-brasileira-cidades-inteligentes.pdf

Inteligência Artificial	<p>Área da computação dedicada a buscar métodos ou dispositivos computacionais que possuam ou multipliquem as capacidades humanas de resolver problemas. A Inteligência Artificial (Ia) é uma tecnologia de “aprendizagem de máquina”, cujas aplicações são de amplo espectro em ambientes urbanos. Uma definição deste conceito é a habilidade de um sistema de interpretar dados externos, aprender com esses dados e usar esse aprendizado para alcançar objetivos e tarefas específicas em cenários reais dinâmicos e caóticos. Em outras palavras, ia são softwares capazes de analisar grandes quantidades de dados, capazes de aprender com os resultados dessas avaliações e decidir como usar esse conhecimento para refinar continuamente e interferir em tempo real em sistemas e processos futuros em cenários reais.</p>	<p>https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/desenvolvimento-regional/projeto-andus/carta-brasileira-cidades-inteligentes.pdf</p>
Peer-to-Peer (P2P)	<p>Modelo de rede em que os computadores se comunicam diretamente entre si, em vez de rotear o tráfego por meio de servidores e redes centrais gerenciadas.</p>	<p>https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary?glossarykeyword=integration&glossarycontext=ac</p>
SIG	<p>Os sistemas de informação geográfica (SIG) são coleções de hardware de computador, software e dados geográficos para capturar, gerenciar, analisar e exibir todas as formas de informações geograficamente referenciadas, frequentemente chamadas de dados espaciais.</p>	<p>https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary?glossarykeyword=integration&glossarycontext=ac</p>