

Transformação Digital no Monitoramento Ambiental: Lições do SIMPA/ES para o Gerenciamento de Áreas Contaminadas

Ana Carolina Santoro¹ (ana.santoro@waterservicestech.com), Cezar Parladore¹, Luciana Miranda¹, Raiane Martins¹

¹ Water Services and Technology (WST), São Paulo/ Belo Horizonte, Brasil.

Resumo

O gerenciamento de áreas contaminadas é uma das frentes mais sensíveis e reguladas da política ambiental brasileira, exigindo grande volume de dados técnicos, rastreabilidade documental e controle rigoroso das etapas. De modo análogo, o monitoramento de condicionantes ambientais requer padronização, confiabilidade analítica e agilidade nos pareceres técnicos. Diante dessas similaridades estruturais, este trabalho tem como objetivo apresentar um paralelo entre os requisitos da gestão de áreas contaminadas e a experiência de digitalização conduzida pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo (IEMA) com o Sistema de Monitoramento de Parâmetros Ambientais (SIMPA/ES). A experiência do SIMPA/ES evidencia que a transformação digital, quando bem estruturada, catalisa a eficiência, a transparência e a capacidade de fiscalização preventiva, oferecendo um caminho concreto para a modernização da gestão ambiental pública no Brasil em diferentes níveis da federação.

Palavras-chave

Gestão Ambiental Pública, Órgãos Reguladores Ambientais, GAC, Sistema de Monitoramento de Parâmetros Ambientais, IEMA.

1. Introdução

A gestão ambiental pública no Brasil enfrenta desafios operacionais paralelos e de alta complexidade em duas frentes cruciais: o monitoramento de condicionantes de licenças ambientais e o Gerenciamento de Áreas Contaminadas (GAC). Historicamente, órgãos reguladores como o Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo (IEMA) lidam com entraves técnicos significativos que comprometem sua eficácia no monitoramento do cumprimento de condicionantes de licenças ambientais. A recepção de dados em formatos físicos ou mídias digitais desconectadas, a

fragmentação de informações em silos departamentais e a ausência de um banco de dados unificado resultam em processos manuais morosos, dificultando a consulta a dados históricos e o cruzamento de informações para análises integradas. Isso limita a capacidade de ação preventiva e de tomada de decisão para agir em casos de descumprimento de condicionantes e possível impacto ao meio ambiente

Diante desse cenário, o presente artigo tem como objetivo analisar o Sistema de Monitoramento de Parâmetros Ambientais do Espírito Santo (SIMPA/ES) como um estudo de caso de sucesso na concepção e implementação de um sistema para o monitoramento de condicionantes ambientais, servindo como uma ponte entre órgão ambiental e empreendedor. A proposta é demonstrar que a arquitetura digital, a robusta governança de dados e a interoperabilidade implementadas no sistema oferecem um modelo técnico-operacional replicável, com potencial para modernizar e fortalecer o gerenciamento de áreas contaminadas por outros órgãos reguladores, aumentando a eficiência, a transparência e a capacidade de ação preventiva.

A análise a seguir detalha a estrutura, as funcionalidades e os resultados do SIMPA/ES, estabelecendo uma ponte direta entre suas soluções e as necessidades críticas do GAC.

2. O Desafio da Modernização: O Estudo de Caso SIMPA/ES

A transição para um modelo de governança digital na gestão pública exige mais do que a simples adoção de novas tecnologias; requer uma reestruturação de processos e uma visão estratégica (BARBOSA, 2021). O caso do SIMPA/ES ilustra como essa transformação pode ser concretizada com sucesso.

O SIMPA/ES nasceu de um acordo de cooperação técnica entre o Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo (IEMA), a mineradora Vale e a consultoria Water Services and Technologies (WST), no contexto do atendimento a uma condicionante de licença ambiental. Essa parceria entre os setores público e privado viabilizou o desenvolvimento de uma plataforma robusta, cuja implantação contou com a participação voluntária de empreendimentos, permitindo a validação da solução em um

ambiente real e a construção de uma base de dados qualificada e representativa.

O sistema começou a ser desenvolvido em 2022 e a primeira versão foi colocada em produção no segundo semestre de 2023. No segundo semestre de 2024 deu-se início à construção de uma segunda versão que foi lançada em setembro de 2025.

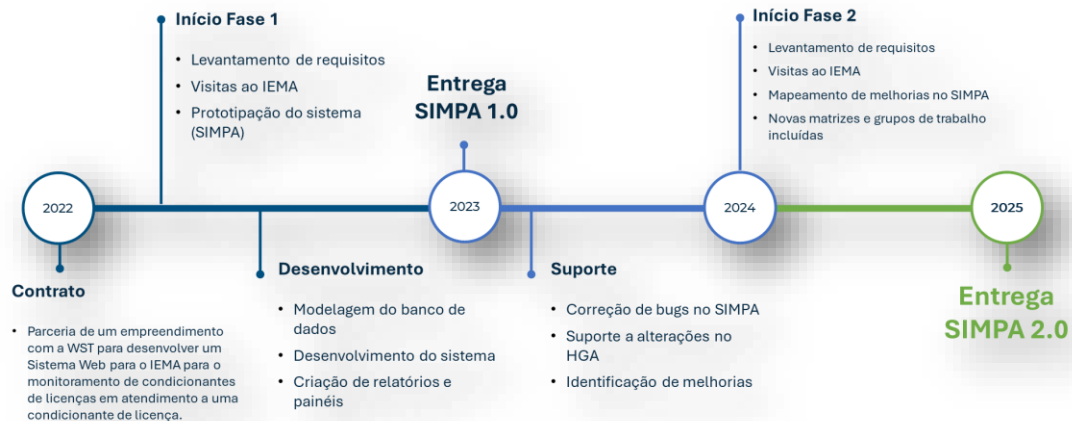


Figura 1 – Linha do tempo do desenvolvimento e implantação do SIMPA/ES. Fonte: WST.

A arquitetura tecnológica e as funcionalidades do SIMPA/ES foram projetadas para garantir integridade, rastreabilidade, integração entre múltiplas fontes e agilidade no fluxo de informações, alinhando-se às diretrizes de governança orientada por dados (Biagi & Russo, 2022). Seus pilares fundamentais incluem:

- **Plataforma Centralizada:** O sistema combina um portal web intuitivo, que serve como interface para os usuários, com um robusto banco de dados relacional gerenciado pelo software Hydro GeoAnalyst (HGA), que garante a integridade e a estruturação das informações. Essa arquitetura unifica o recebimento, o armazenamento e a análise de dados, eliminando a fragmentação e criando uma fonte única e confiável para consulta.

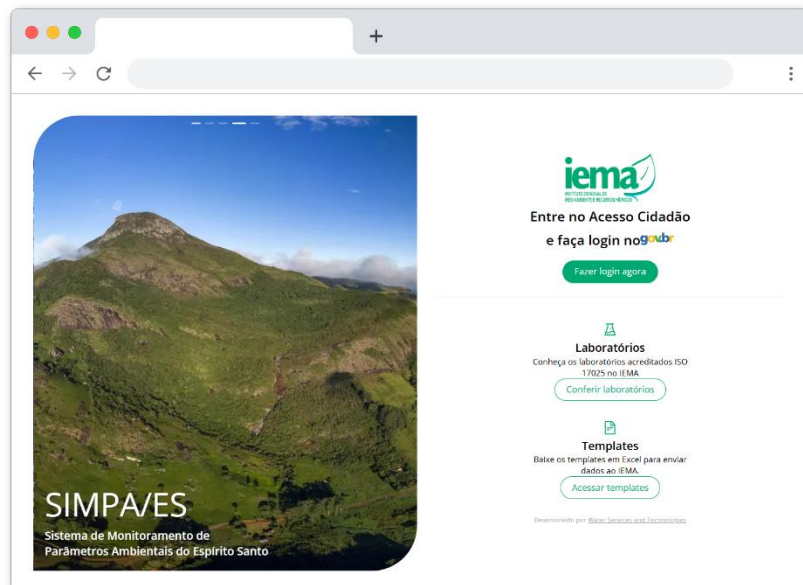


Figura 2 – Interface do SIMPA/ES. Fonte: SIMPA/ES.

- **Padronização de Dados:** Para garantir consistência e comparabilidade, o envio de dados é realizado por meio de templates (planilhas modelo) padronizados. Essa medida assegura que todas as informações submetidas sigam a mesma estrutura, impondo a padronização da nomenclatura de parâmetros, métodos analíticos e atributos dos pontos de monitoramento.

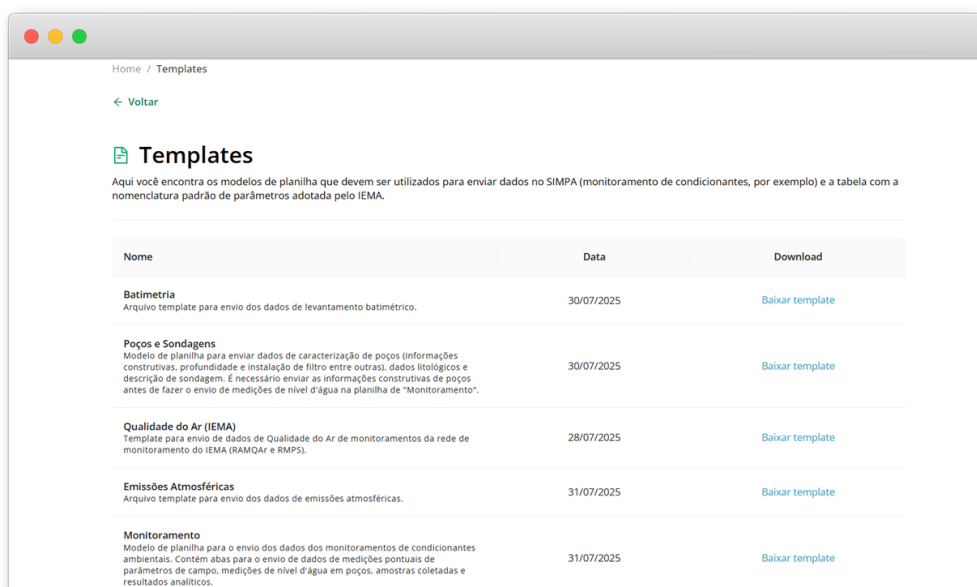


Figura 3 – página de acesso público para download de templates de envio de dados no SIMPA. Fonte: SIMPA/ES.

- **Controle de Qualidade e Validações Automatizadas:** A plataforma realiza uma série de validações automáticas no momento do envio dos dados.

Essas regras incluem a verificação de campos obrigatórios, o uso de listas de valores controlados (lista suspensa), a conformidade com a tipologia de cada campo e o respeito aos limites de caracteres, o que reduz significativamente erros humanos e acelera o processo de correção de erros encontrados.

Erros de Validação

Referências incorretas **Integridade dos dados** Validações adicionais

Validador	Tabela	Coluna	Valor	Linha	Mensagem
Tipo de dado incompatível	parameter_sample	Codigo Amostra		2	Esta coluna não pode ficar em branco.
Tipo de dado incompatível	parameter_sample	Hora Coleta		3	Esta coluna não pode ficar em branco.
Tipo de dado incompatível	parameter_sample	De (m)		5	Esta coluna não pode ficar em branco.
Tipo de dado incompatível	parameter_result	Data Analise		14	Esta coluna não pode ficar em branco.
Tipo de dado incompatível	parameter_result	Data Analise		15	Esta coluna não pode ficar em branco.
Tipo de dado incompatível	parameter_result	Data Analise		16	Esta coluna não pode ficar em branco.
Código de amostra não informado	sample_code_result		SED_13-Ciclo3		O código da amostra não foi informado em Parameter Sample

Escopo de monitoramento
Confira as informações do escopo de monitoramento, incluindo a legislação de referência, os pontos de monitoramento e os parâmetros vinculados à frequência definida.

Conferir escopo

Figura 4 – Exemplo da validação aplicada em um envio de dados de monitoramento para atendimento a condicionante ambiental no SIMPA/ES, mostrando os erros encontrados nas linhas e colunas das tabelas do arquivo. Fonte: SIMPA/ES.

- **Gestão de Laboratórios Acreditados:** O SIMPA/ES possui um módulo específico para o cadastro de laboratórios com acreditação ISO/IEC 17025. O sistema cruza as informações das análises enviadas pelos empreendimentos com o escopo de acreditação registrado, garantindo que os dados analíticos sejam provenientes de fontes qualificadas e conformes.

Razão social	CNPJ/CPF	Cidade/UF	Acreditação	Download
BRAGA LABORATORIOS LTDA	62.473.004/0013-88	Serra / -	Abrir acreditação	Baixar arquivo
LABORATORIO ANALITICA LTDA	04.485.521/0003-07	Serra / -	Abrir acreditação	Baixar arquivo
COMPANHIA SANEAMENTO SANEAMENTO DE VITORIA	28.151.363/0001-47	Vitória / ES	Abrir acreditação	Baixar arquivo
BRAGA LABORATORIOS LTDA	62.473.004/0008-10	Piracicaba / -	Abrir acreditação	Baixar arquivo
CENTRO DE PESQUISA AMBIENTAL ESCOLA DE QUÍMICA	28.383.198/0001-59	Rio de Janeiro / -	Abrir acreditação	Baixar arquivo
LABORATORIO ANALITICA LTDA	03.334.491/0001-03	Belo Horizonte / MG	Abrir acreditação	Baixar arquivo
LABORATORIO ANALITICA LTDA	04.927.092/0002-91	Vila Velha / -	Abrir acreditação	Baixar arquivo

Figura 5 – Lista de laboratórios com escopo de acreditação cadastrados no SIMPA/ES (descaracterizado). Fonte: SIMPA/ES.

- **Perfis de Acesso Diferenciados:** A plataforma opera com módulos distintos para cada tipo de usuário: colaboradores do IEMA, que definem os escopos de monitoramento; laboratórios, que gerenciam seus escopos de acreditação; e empreendimentos, que submetem os dados. Essa segmentação organiza o fluxo de trabalho, aumenta a segurança da informação e delimita as responsabilidades de cada ator no processo.

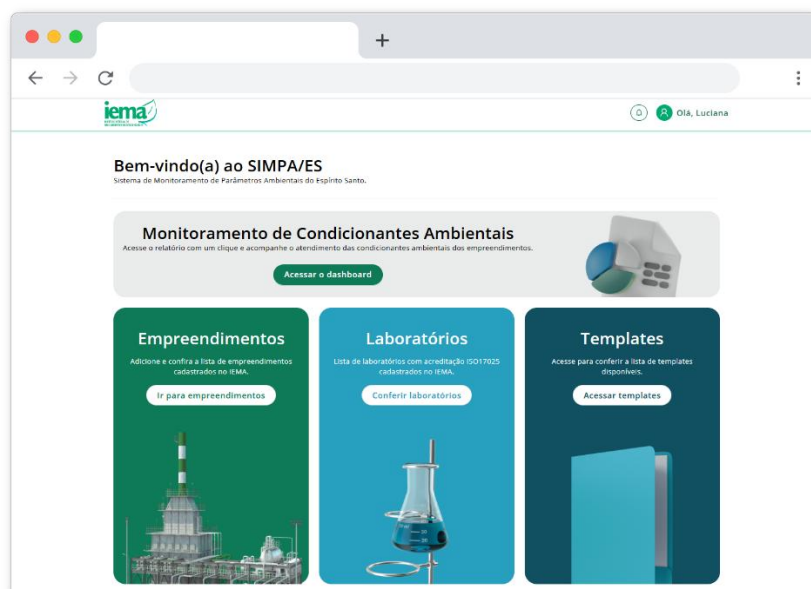


Figura 6 – Tela de acesso aos “módulos” de acordo com os diferentes perfis de usuário. Fonte: SIMPA/ES.

A robustez do sistema é evidenciada por sua capacidade de gerenciar dados de múltiplas matrizes ambientais, incluindo não somente água, efluentes, solo e sedimento, mas também ruído, qualidade do ar, dragagem, emissões atmosféricas e resíduos, demonstrando sua flexibilidade e ampla aderência a normas e resoluções vigentes no âmbito federal, estadual e municipal.

A implementação do SIMPA/ES gerou resultados tangíveis e de alto impacto para o IEMA, consolidando um novo patamar de eficiência na gestão ambiental:

1. **Agilidade e Confiabilidade:** Houve uma aceleração notável na análise de condicionantes por parte dos analistas e gestores do IEMA. A padronização e as validações automáticas garantem uma maior confiabilidade e rastreabilidade dos dados submetidos.
2. **Otimização e Eficiência:** A automação de tarefas manuais e repetitivas otimizou o trabalho técnico, liberando os analistas para se concentrarem em atividades de maior valor agregado, como a interpretação crítica dos dados e a tomada de decisões estratégicas.
3. **Transparência e Conformidade:** O sistema tornou o fluxo de informações mais transparente, desde a definição da condicionante até o recebimento dos dados, fortalecendo a conformidade regulatória e a auditabilidade dos processos.
4. **Capacidade de Fiscalização Preventiva:** Com dados estruturados e acessíveis, a capacidade de fiscalização do órgão foi aprimorada, permitindo a identificação proativa de tendências e anomalias e viabilizando a tomada de ações preventivas antes da ocorrência de danos ambientais.

O sucesso do SIMPA/ES se deve a fatores que devem também ser seguidos na implementação de um sistema similar para o gerenciamento de áreas contaminadas. São eles:

- i. Investigação e entendimento das necessidades práticas dos analistas ambientais ao criarem e gerenciarem as condicionantes ambientais;

- ii. Engajamento dos analistas em participar e testar o sistema durante e após seu desenvolvimento, sugerindo melhorias e identificando bugs para correção;
- iii. Participação e diálogo com os empreendimentos licenciados pelo IEMA para entender as necessidades de quem precisa enviar dados de monitoramento ambiental ao órgão;
- iv. Adoção de técnicas de desenvolvimento ágil de software, como a validação constante com usuários e desenvolvimento iterativo, onde funcionalidades pequenas são lançadas frequentemente para que mudanças de rotas sejam identificadas e aplicadas o quanto antes para evitar retrabalho futuro e consequente incremento de prazos.

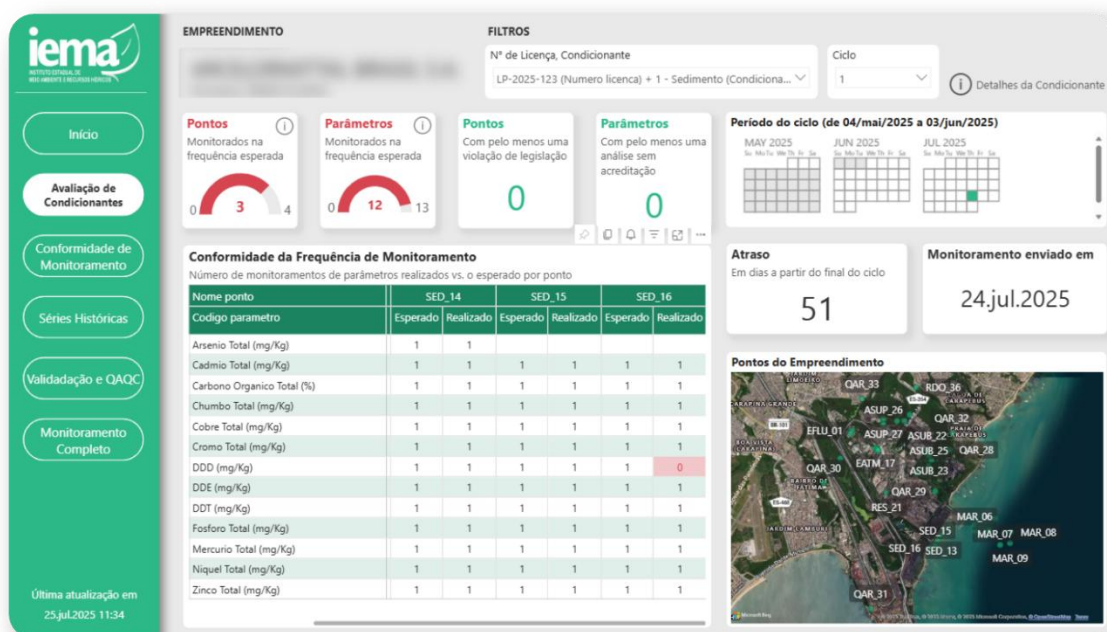


Figura 6 – Painel de acompanhamento dos envios de monitoramentos de condicionantes feitos no SIMPA/ES.
Fonte: SIMPA/ES.

3. A Ponte para o Gerenciamento de Áreas Contaminadas (GAC)

A transposição do modelo SIMPA/ES para o universo do GAC é uma evolução lógica, dada a profunda similaridade estrutural dos desafios enfrentados em ambas as frentes. Questões como a gestão de grandes volumes de dados, a necessidade de rastreabilidade entre diferentes fases processuais e a garantia de integridade metodológica são comuns a ambos os

contextos. O SIMPA/ES oferece soluções diretas para as deficiências historicamente observadas no GAC.

A tabela abaixo compara os desafios comuns no GAC com as soluções que o modelo SIMPA/ES pode oferecer:

Tabela 1 - paralelo entre desafios no gerenciamento de áreas contaminadas e de condicionantes de licenças ambientais.

Desafio no Gerenciamento de Áreas Contaminadas (GAC)	Solução Aplicada pelo Modelo SIMPA/ES
Fragmentação de informações entre as fases (Investigação Preliminar, Confirmatória, etc.).	Banco de dados centralizado no HGA e templates padronizados que unificam o formato e a nomenclatura dos dados em todo o ciclo de vida da área.
Falta de integração e rastreabilidade entre áreas técnicas e etapas do processo.	Plataforma web única com histórico de envios, garantindo auditabilidade e acesso controlado por diferentes setores.
Subjetividade e inconsistência na análise de dados devido a formatos variados.	Validações técnicas automatizadas com base em regras predefinidas, que reduzem erros humanos e garantem a integridade metodológica.
Longo tempo de análise para compilação de dados e emissão de pareceres.	Automação de verificações e dashboards interativos que permitem a análise rápida e a tomada de decisão baseada em dados consolidados.

A estrutura modular e escalável do SIMPA/ES permite sua adaptação para atender às especificidades do GAC. O sistema pode ser configurado para apoiar desde o recebimento recorrente de dados de monitoramento até a validação automatizada de relatórios conforme protocolos regulatórios específicos. É importante ressaltar que sua implementação pode ser complementar a ferramentas já existentes, como o Cadastro de Áreas Contaminadas, enriquecendo o ecossistema de gestão ambiental em vez de simplesmente substituí-lo (CETESB, 2020).

Dessa forma, o SIMPA/ES se apresenta não apenas como uma ferramenta tecnológica, mas como a base para um novo modelo de governança digital, capaz de conferir maior rigor, agilidade e inteligência ao setor ambiental.

4. Conclusão

O Sistema de Monitoramento de Parâmetros Ambientais do Espírito Santo (SIMPA/ES) transcende sua função de ferramenta tecnológica para se consolidar como uma infraestrutura institucional estratégica. Sua concepção e implementação estão em perfeito alinhamento com os princípios da Estratégia de Governo Digital do Governo Federal, que posiciona a transformação digital como um vetor essencial para o fortalecimento da administração pública (Brasil, 2020).

Os resultados alcançados pelo IEMA demonstram o impacto profundo do sistema: o fortalecimento da governança de dados, o aumento da eficiência operacional e a promoção da sustentabilidade por meio do aprimoramento da capacidade de fiscalização e da tomada de ações preventivas (IBRAM, 2025). A automação de processos e a centralização de informações não apenas otimizam o uso de recursos públicos, mas também elevam a qualidade e a celeridade das decisões técnicas.

Conclui-se, portanto, que a replicabilidade do modelo SIMPA/ES possui o potencial de catalisar uma nova abordagem na governança do gerenciamento de áreas contaminadas em todo o Brasil. Sua adoção por outros órgãos reguladores pode elevar o padrão de articulação federativa, superar restrições orçamentárias por meio de parcerias estratégicas e contribuir para uma gestão ambiental mais moderna, transparente e eficaz, respondendo com agilidade e inteligência aos complexos desafios do século XXI.

5. Referências Bibliográficas

BARBOSA, R. A. Governança digital na administração pública: perspectivas e desafios no contexto brasileiro. 2. ed. Belo Horizonte: Editora Fórum, 2021.

BIAGI, V.; RUSSO, A. Data model design to support data-driven IT governance implementation. *Technologies*, v. 10, n. 5, p. 106, 2022. Acedido em: 29 maio 2025, em: <https://doi.org/10.3390/technologies10050106>

BRASIL. Secretaria de Governo Digital. Estratégia de Governo Digital 2020–2022. Brasília, 2020. Acedido em: 27 maio 2025, em:

<https://www.gov.br/governodigital/pt-br/estrategias-e-governanca-digital/estrategianacional>

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas. 5. ed. São Paulo: CETESB, 2020.

IBRAM – INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. Livro Azul: boas práticas em gestão e manejo dos recursos hídricos pela mineração. 1. ed. Brasília: IBRAM, 2025.

MAHMOUD, M. Editorial for the Special Issue “Data Science and Big Data in Biology, Physical Science and Engineering”. Technologies, v. 12, n. 1, p. 8, 2024.