26º ENANCIB
Encontro Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Ciência da Informação
A Amazônia na sociedade global em rede: assimetrias e potencialidades informacionais, tecnológicas e ambientais
Belém, Pará, 09 a 13 de novembro de 2026
Universidade Federal do Pará

XXVI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO - XXVI ENANCIB

ISSN 2177-3688

GT 4 – Gestão da Informação e do Conhecimento

INFRAESTRUTURAS INFORMACIONAIS PARA GOVERNANÇA AMBIENTAL EM CONTEXTOS MINERÁRIOS CRÍTICOS

INFORMATION INFRASTRUCTURES FOR ENVIRONMENTAL GOVERNANCE IN CRITICAL MINING CONTEXTS

Willey Roney Oliveira Motta da Cunha – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Fabricio Ziviani – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Frederico Cesar Mafra Pereira – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Leila Aparecida dos Santos Motta Cunha – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Márcia Aparecida Bolina – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Modalidade: Trabalho Completo

Resumo: O artigo analisa como dados de controle tecnológico, registros operacionais e procedimentos documentados podem constituir infraestrutura informacional de governança ambiental em barragens de rejeito. A pesquisa adota estudo de caso documental, quantitativo descritivo e longitudinal em empreendimento minerário anonimizado como Mineração Paracatu. A Barragem Principal compõe o caso central, complementado por registros da Barragem A. O corpus inclui ensaios de compactação, reprovações de camadas, tempos de execução, acompanhamento operacional e histórico de procedimentos. A análise articula qualidade dos dados, governança de dados e infraestrutura informacional como três eixos teóricos complementares. Os resultados indicam qualidade informacional adequada para análise longitudinal, redução das reprovações da Barragem Principal de 4,32% em 2016 para 0,68% em 2022, expansão da base procedimental para 65 procedimentos e maior rastreabilidade operacional por meio dos tempos de execução. Conclui-se que registros técnicos de engenharia, quando padronizados, recuperáveis e incorporados a decisões, operam como infraestrutura informacional para aprendizagem organizacional, auditoria e governança ambiental.

Palavras-chave: Qualidade de dados; rastreabilidade informacional; controle tecnológico; aprendizagem organizacional; organização da informação.

Abstract: This paper analyzes how technological control data, operational records, and documented procedures can constitute an information infrastructure for environmental governance in tailings dams. The research adopts a documentary, quantitative descriptive, and longitudinal case study in a mining enterprise anonymized as Mineração Paracatu. The

Main Dam is the central case, complemented by records from Dam A. The corpus includes compaction tests, layer rejections, execution times, operational monitoring, and procedure revision histories. The analysis mobilizes data quality, data governance, and information infrastructure as an interpretive matrix. The results indicate adequate information quality for longitudinal analysis, a reduction in Main Dam rejections from 4.32% in 2016 to 0.68% in 2022, expansion of the procedural base to 65 procedures, and greater operational traceability through execution time records. The study concludes that engineering technical records, when standardized, retrievable, and incorporated into decisions, operate as an information infrastructure for organizational learning, auditing, and environmental governance.

Keywords: Data quality; information traceability; technological control; organizational learning; information organization.

1 INTRODUÇÃO

A intensificação das redes técnicas, econômicas e informacionais ampliou a centralidade dos dados na governança de riscos ambientais. Em atividades minerárias, essa centralidade é crítica, pois a segurança operacional de barragens de rejeito depende da articulação entre execução de campo, controle tecnológico, registros laboratoriais, fiscalização, análise gerencial, procedimentos operacionais e memória técnica. Nesses contextos, a qualidade se materializa na capacidade de converter registros técnicos dispersos em informação confiável, evidência auditável, decisão defensável e aprendizagem organizacional.

Barragens de rejeito constituem infraestruturas ambientais sensíveis, nas quais decisões sobre alteamento, compactação, liberação de camadas, retrabalho e acompanhamento de não conformidades exigem dados consistentes, rastreáveis e interpretáveis. O problema informacional não reside apenas na ausência de dados, mas também na possibilidade de sua abundância desorganizada. Ensaios, planilhas, históricos, tempos de execução e procedimentos podem permanecer como evidências isoladas quando não há padronização, recuperabilidade, integração semântica e vínculo explícito com rotinas decisórias. Em termos simples, dado acumulado não é, por decreto, conhecimento operacional; a planilha, por mais disciplinada que pareça, ainda não pensa sozinha.

Em contextos minerários, a qualidade dos registros técnicos e sua conversão em evidência auditável tornam-se condições para transparência, aprendizagem institucional e responsabilização entre atores que executam, registram, interpretam, auditam, regulam e são afetados por riscos ambientais.

Nesse contexto, o artigo articula três eixos conceituais centrais: qualidade dos dados, governança de dados e infraestrutura informacional. Wang e Strong (1996) permitem avaliar dados segundo sua adequação ao uso; Khatri e Brown (2010) situam a governança de dados no campo das decisões, responsabilidades e direitos decisórios; e Star e Ruhleder (1996) compreendem infraestrutura informacional como relação sociotécnica incorporada às práticas. Complementarmente, Almeida (2013), Almeida e Farinelli (2017), Baracho, Baracho e Mattos (2021), Souza, Almeida e Baracho (2013) e Melo e Bax (2025) sustentam a discussão sobre representação de domínio, fluxos informacionais e integração semântica.

O estudo analisa dados de controle tecnológico e acompanhamento operacional de aterro compactado em barragens de rejeito da Mineração Paracatu. A Barragem Principal constitui o caso central por concentrar a série documental mais completa e longitudinal. A Barragem A é usada como contraste interno complementar, com dados de ensaios de 2018 a 2022 e dados de tempos de execução de 2020 e 2021. A Barragem B e o Tanque Específico aparecem apenas como contexto do empreendimento.

Diante desse contexto, formula-se a seguinte questão de pesquisa: como dados de controle tecnológico, registros de execução, não conformidades e procedimentos operacionais foram estruturados como infraestrutura informacional capaz de ampliar a rastreabilidade operacional e apoiar a governança ambiental? O objetivo é analisar como os dados produzidos no acompanhamento do aterro compactado da Barragem Principal, complementados por registros da Barragem A, foram organizados como infraestrutura informacional de qualidade dos dados, aprendizagem organizacional e governança ambiental.

A contribuição do artigo está em demonstrar empiricamente que registros técnicos de engenharia podem operar como infraestrutura informacional quando avaliados por sua qualidade, integrados por procedimentos, recuperáveis ao longo do tempo e mobilizados em decisões. O avanço proposto para a Ciência da Informação é deslocar o controle tecnológico de barragens de uma leitura estritamente operacional para uma leitura informacional.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A análise de registros técnicos em barragens de rejeito exige uma abordagem capaz de articular qualidade dos dados, governança de dados e infraestrutura informacional. Esses três elementos são tratados neste estudo como eixos teóricos complementares, e não como

categorias equivalentes. A partir deles são derivadas dimensões analíticas aplicadas aos registros empíricos. Em atividades submetidas a elevado risco ambiental, a informação opera como condição de rastreabilidade, decisão, aprendizagem e responsabilização, de modo que ensaios, registros de não conformidade, tempos de execução e procedimentos não podem ser compreendidos apenas como artefatos administrativos. Seu valor depende da qualidade do conteúdo registrado, das condições de organização e acesso e de sua incorporação a práticas recorrentes de controle e decisão.

O primeiro eixo teórico corresponde à qualidade dos dados. Wang e Strong (1996) deslocaram sua avaliação para a noção de adequação ao uso e organizaram a qualidade em quatro dimensões: intrínseca, contextual, representacional e de acessibilidade. Essas dimensões foram adotadas por abrangerem propriedades internas dos registros e condições relacionadas ao uso, permitindo examinar confiabilidade, pertinência, consistência de representação e possibilidade de recuperação dos dados técnicos.

A dimensão intrínseca refere-se às propriedades do dado e compreende acurácia, credibilidade, objetividade e reputação da informação (Wang; Strong, 1996). Em registros de controle tecnológico, exige que a informação represente de forma confiável o resultado observado e permita identificar aprovação, reprovação ou não conformidade, condição para funcionar como evidência auditável.

A dimensão contextual considera a pertinência do dado à tarefa. Aplicada ao controle tecnológico de barragens, avalia se os registros permitem calcular taxas de reprovação, realizar comparações temporais, acompanhar ciclos executivos e reconstruir decisões. O valor informacional depende, assim, também da capacidade de responder a necessidades concretas de controle e governança (Wang; Strong, 1996).

A qualidade representacional exige registros compreensíveis, consistentes e comparáveis. Almeida (2013), Almeida e Farinelli (2017) e Melo e Bax (2025) evidenciam a relevância de entidades, atributos e relações estáveis para reduzir ambiguidades e integrar dados heterogêneos. No estudo, isso envolve categorias como estrutura, camada, ensaio, resultado, não conformidade, atividade, tempo de execução e procedimento.

A acessibilidade diz respeito às condições de obtenção, recuperação e utilização dos dados. Registros dispersos entre planilhas, documentos e controles operacionais podem existir formalmente e, ainda assim, apresentar baixa capacidade de recuperação e relacionamento.

Considera-se, portanto, a possibilidade de localizar informações por período, estrutura, atividade, resultado ou procedimento e relacioná-las a outros registros relevantes.

As quatro dimensões não operam isoladamente: um dado pode ser confiável, mas pouco útil se descontextualizado; adequado à tarefa, mas difícil de recuperar; ou acessível, porém representado por categorias inconsistentes. A qualidade informacional resulta da articulação entre propriedades do dado, contexto de uso, representação e acesso.

O segundo eixo teórico corresponde à infraestrutura informacional. Star e Ruhleder (1996) a compreendem como relação sociotécnica incorporada às práticas, e não apenas como suporte tecnológico. Ensaios, planilhas, tempos de execução e procedimentos somente constituem infraestrutura quando sustentam práticas recorrentes de controle, auditoria, decisão e aprendizagem.

Essa concepção explica por que infraestrutura não se confunde com repositório documental. Quando resultados alimentam indicadores, indicadores orientam acompanhamento, não conformidades provocam revisão de práticas e procedimentos estabilizam conhecimento disperso, estabelece-se relação entre informação e ação organizacional. Souza, Almeida e Baracho (2013) reforçam que a utilidade informacional depende da capacidade de organizar e relacionar registros em ambientes complexos.

O terceiro eixo teórico é a governança de dados. Khatri e Brown (2010) a situam no domínio dos direitos decisórios e das responsabilidades: quem estabelece princípios, define padrões, controla acesso e orienta o ciclo de vida dos dados. Essa perspectiva complementa Wang e Strong (1996): a qualidade identifica condições para uso adequado, enquanto a governança estabelece mecanismos para sustentá-las ao longo do tempo.

No contexto da engenharia, dados técnicos circulam entre diferentes atores e funções. Baracho, Baracho e Mattos (2021) demonstram que fluxos informacionais entre sistemas e participantes de projetos são necessários para manter informações atualizadas, corretas e sincronizadas, vinculando governança a padrões, responsabilidades e fluxos.

Os três eixos formam uma cadeia analítica complementar: Wang e Strong (1996) permitem avaliar a qualidade para uso; Star e Ruhleder (1996), compreender a incorporação dos registros às práticas; e Khatri e Brown (2010), analisar responsabilidades, direitos decisórios, padrões e fluxos. Os demais autores aprofundam representação, integração semântica e circulação da informação.

Essa articulação também esclarece o fluxo dado–informação–conhecimento. O dado corresponde ao registro técnico elementar; torna-se informação quando identificado, contextualizado e relacionado a uma necessidade de controle; e integra o conhecimento organizacional quando interpretado, comparado e incorporado a procedimentos, rotinas e decisões. O processo depende da qualidade, representação, recuperabilidade e uso organizacional dos registros.

Com base nesse referencial, o estudo utiliza os três eixos teóricos e mobiliza as dimensões intrínseca, contextual, representacional e de acessibilidade como dimensões analíticas da qualidade. A premissa é que a redução de assimetrias informacionais depende menos da existência isolada de registros do que de sua transformação em evidências confiáveis, recuperáveis e incorporadas à decisão e à aprendizagem.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa caracteriza-se como estudo de caso documental, quantitativo descritivo e longitudinal, baseado em registros técnicos produzidos no acompanhamento de obras de alteamento em aterro compactado. Analisa frequências, taxas, variações temporais, tempos de execução e revisões de procedimentos ao longo de diferentes anos.

A unidade principal de análise é o controle tecnológico das camadas compactadas da Barragem Principal da Mineração Paracatu, escolhida por concentrar a série documental mais completa. A Barragem A foi utilizada como contraste interno, com ensaios de 2018 a 2022 e tempos de execução de 2020 e 2021; os tempos de 2022 foram excluídos por alteração relevante do ciclo executivo, que reduziu sua comparabilidade.

O corpus reuniu seis grupos: ensaios de compactação, registros de não conformidade, acompanhamento operacional, tempos de execução, acompanhamento de camadas e procedimentos operacionais. Os resumos de ensaios foram tratados como bases censitárias anuais; os registros operacionais e de tempos apoiaram a análise de rastreabilidade; e os procedimentos permitiram avaliar a expansão da base documentada de conhecimento técnico.

A estratégia de análise ocorreu em cinco etapas: leitura documental das bases; consolidação dos registros em base analítica; padronização terminológica dos motivos de reprovação e campos operacionais; produção de estatísticas descritivas sobre ensaios, reprovações, taxas, tempos e procedimentos; e interpretação dos resultados à luz da qualidade

dos dados, governança de dados e infraestrutura informacional. A avaliação da qualidade adotou Wang e Strong (1996) como matriz analítica, sem replicar os procedimentos de pesquisa dos autores.

As quatro dimensões foram operacionalizadas conforme as características dos registros: intrínseca, presença de dados técnicos essenciais e resultados; contextual, adequação ao cálculo de indicadores e à comparação temporal; representacional, clareza e consistência das categorias; e acessibilidade, possibilidade de localizar, recuperar e relacionar registros. A classificação foi: adequado (A), suficiente para a finalidade analítica; adequado parcialmente (AP), utilizável com tratamento complementar; e limitado (L), quando lacunas restringiam o uso sistemático.

As variáveis foram agrupadas em cinco blocos: identificação, como ano, estrutura, trecho e camada; controle tecnológico, como total de ensaios, aprovação, reprovação e motivo; operação, como atividade, material, status, duração e observação; procedimentos, como código, nome, revisão, data e histórico; e variáveis informacionais, como completude, consistência terminológica, recuperabilidade e possibilidade de integração.

A taxa de reprovação foi calculada por:

Taxa de reprovação = (número de camadas reprovadas / número total de camadas ensaiadas) × 100.

A redução relativa foi calculada por:

Redução relativa = [(valor inicial − valor final) / valor inicial] × 100.

O tempo médio foi calculado por:

Tempo médio = soma das horas registradas / número de eventos.

Para a análise trimestral dos tempos de execução foi utilizada também a mediana em horas, por reduzir a influência de valores extremos e de oscilações pontuais de campo. A evolução da base procedimental foi analisada por contagem anual e acumulada de emissões e revisões. As medidas tiveram finalidade descritiva. O estudo não realiza inferência causal nem modelagem preditiva.

Foram adotadas medidas de anonimização. A denominação da empresa assim como as das estruturas de barragens foram alteradas. Nomes de fornecedores, responsáveis, contratos e identificadores internos foram omitidos quando não necessários à análise.

Utilizou-se inteligência artificial generativa na leitura, triagem, organização preliminar e análise exploratória das bases. Seu uso não substituiu validação humana, interpretação técnico-científica nem responsabilidade autoral.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seção apresenta os resultados em cinco movimentos. Primeiro, avalia-se a qualidade informacional das bases. Em seguida, analisam-se a evolução das reprovações, a base procedimental, os tempos de execução e a integração desses elementos como infraestrutura informacional de governança ambiental.

4.1 QUALIDADE INFORMACIONAL DAS BASES ANALISADAS

A análise das bases evidenciou que a existência dos registros técnicos não assegurava, isoladamente, sua utilização sistemática para acompanhamento longitudinal. O documento interno de melhoria indica que, no estágio inicial, os ensaios eram realizados, mas faltava medição associada capaz de dimensionar o número de reprovações. A resposta gerencial envolveu a incorporação de indicadores aos controles de ensaio, a formalização de procedimentos operacionais, a medição inicial e a comparação sistemática dos resultados.

Quadro 1 – Matriz sintética de avaliação da qualidade informacional dos dados

Dimensão	Critério	Evidência nas bases	Avaliação
Qualidade intrínseca	Dados técnicos essenciais e resultado do ensaio	Resultados, aprovações, reprovações, parâmetros técnicos e não conformidades	A
Qualidade contextual	Adequação às tarefas analíticas	Cálculo de ensaios, reprovações, taxas, série temporal, tempos e contraste interno	A
Qualidade representacional	Clareza e consistência das categorias	Estrutura, ano, ensaio, resultado, motivo, atividade e procedimento	AP
Qualidade de acessibilidade	Recuperação e relação dos registros	Filtros por ano, estrutura, resultado, atividade, procedimento e período	A

Legenda: A = adequado; AP = adequado parcialmente; L = limitado.

Fonte: elaboração própria (2026), com base em Wang e Strong (1996).

O Quadro 1 indica qualidade informacional adequada para os objetivos do estudo, embora as quatro dimensões apresentem implicações distintas. Na dimensão intrínseca, a presença de resultados técnicos, parâmetros de controle e identificação de aprovação ou

reprovação permite reconhecer o fenômeno registrado e distinguir situações conformes e não conformes. O valor dessa dimensão não reside apenas na existência dos registros, mas em sua capacidade de funcionar como evidência técnica recuperável sobre o resultado observado. Na dimensão contextual, os mesmos dados mostram-se adequados às tarefas para as quais foram mobilizados, permitindo calcular taxas de reprovação, comparar períodos, reconstruir séries e relacionar execução e controle. O achado reforça a concepção de Wang e Strong (1996) de que a qualidade não constitui atributo absoluto do dado, mas depende também de sua adequação ao uso.

A dimensão representacional foi classificada como adequada parcialmente porque, embora as bases permitam distinguir estrutura, ano, ensaio, resultado, motivo, atividade e procedimento, parte dos registros exigiu padronização terminológica para assegurar comparabilidade. Esse resultado evidencia que a consistência semântica interfere diretamente na integração de dados heterogêneos, aproximando a qualidade representacional das questões de representação de domínio discutidas por Almeida (2013), Almeida e Farinelli (2017) e Melo e Bax (2025). A dimensão de acessibilidade, por sua vez, mostrou-se adequada no corpus consolidado, pois os registros puderam ser recuperados e relacionados por período, estrutura, resultado, atividade e procedimento. Entretanto, essa condição não deve ser confundida com disponibilidade originalmente integrada: a necessidade de consolidar registros dispersos evidencia que a acessibilidade também depende de organização, tratamento e mecanismos de recuperação. Assim, a análise das quatro dimensões mostra que produzir registros técnicos é condição necessária, mas insuficiente; sua capacidade de sustentar governança depende igualmente de confiabilidade, contextualização, representação consistente e recuperabilidade.

4.2 EVOLUÇÃO DOS ENSAIOS HILF E DAS REPROVAÇÕES

Após a avaliação da qualidade informacional, os dados de ensaio foram utilizados para reconstruir a evolução anual das reprovações de camadas compactadas. A Barragem Principal constitui o eixo central, com série de 2016 a 2022. A Barragem A funciona como contraste interno, com recorte de 2018 a 2022. A análise não busca comparação causal entre estruturas, mas verificação da consistência informacional dos registros.

Tabela 1 – Síntese anual dos ensaios e reprovações

Ano	Estrutura	Total de ensaios	Reprovações	Taxa de reprovação (%)
2016	Barragem Principal	2.061	89	4,32
2017	Barragem Principal	2.264	74	3,27
2018	Barragem Principal	2.132	89	4,17
2019	Barragem Principal	1.100	20	1,82
2020	Barragem Principal	1.276	7	0,55
2021	Barragem Principal	736	5	0,68
2022	Barragem Principal	438	3	0,68
2018	Barragem A	371	14	3,77
2019	Barragem A	412	2	0,49
2020	Barragem A	352	5	1,42
2021	Barragem A	433	3	0,69
2022	Barragem A	113	4	3,54

Fonte: elaboração própria com base nos dados da pesquisa (2026).

Na Barragem Principal, a taxa de reprovação permaneceu entre 3,27% e 4,32% de 2016 a 2018 (Tabela 1). A partir de 2019, há mudança de patamar: a taxa cai para 1,82% e permanece abaixo de 1% entre 2020 e 2022. Em números absolutos, as reprovações diminuíram de 89, em 2016, para 3, em 2022, com redução relativa de 96,63%. O resultado indica estabilização do controle tecnológico em nível reduzido de não conformidades.

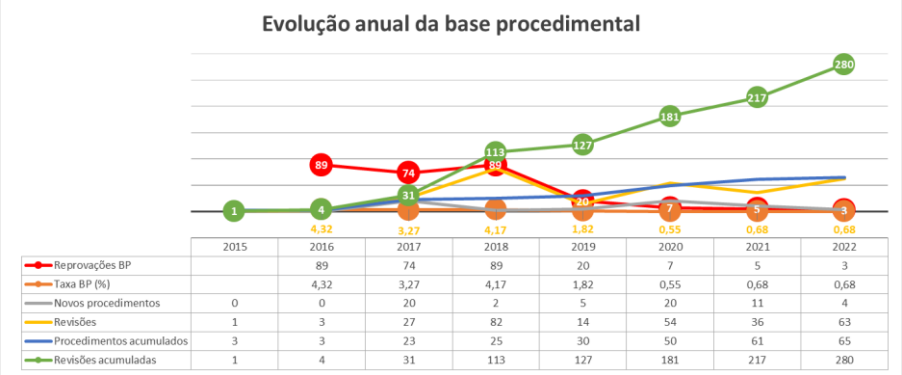
Barragem A confirma a utilidade dos registros como contraste informacional. Suas taxas variaram de 3,77% em 2018 para 0,69% em 2021, com elevação para 3,54% em 2022. Esse último resultado exige cautela, pois coincide com menor número de ensaios e mudanças relevantes na frente executiva. A leitura conjunta evidencia que o valor informacional dos ensaios ultrapassa o registro isolado de aprovação ou reprovação: sua organização temporal permite transformar ocorrências individuais em séries capazes de revelar mudanças de patamar, recorrências e períodos que exigem análise específica. Nesse sentido, a dimensão contextual de Wang e Strong (1996) manifesta-se na capacidade dos dados de responder a uma tarefa concreta de acompanhamento longitudinal. Quando esses indicadores passam a integrar rotinas de acompanhamento e decisão, aproximam-se também da governança de dados

proposta por Khatri e Brown (2010), na qual padrões de produção e uso da informação sustentam responsabilidades e decisões. Os resultados, contudo, não permitem atribuir causalmente a redução das reprovações a uma intervenção isolada, devendo ser interpretados como evidência descritiva da evolução do processo e de sua capacidade de produzir informação comparável ao longo do tempo.

4.3 BASE PROCEDIMENTAL, PADRONIZAÇÃO E APRENDIZAGEM ORGANIZACIONAL

A análise da base procedimental indica que a melhoria do controle tecnológico envolveu formalização, revisão e atualização de procedimentos operacionais. Foram identificados 65 procedimentos distintos e 232 eventos documentais únicos. Entre 2016 e 2022, o número acumulado de procedimentos ativos passou de 3 para 65, com maior concentração de emissões e revisões em 2017, 2018, 2020, 2021 e 2022.

Gráfico 1 – Evolução da base procedimental e das reprovações da Barragem Principal



	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Reprovações BP		89	74	89	20	7	5	3
Taxa BP (%)		4,32	3,27	4,17	1,82	0,55	0,68	0,68
Novos procedimentos	0	0	20	2	5	20	11	4
Revisões	1	3	27	82	14	54	36	63
Procedimentos acumulados	3	3	23	25	30	50	61	65
Revisões acumuladas	1	4	31	113	127	181	217	280

Fonte: elaboração própria com base nos dados da pesquisa, 2026.

O Gráfico 1 mostra a expansão da base procedimental em paralelo à redução das reprovações. Em 2017, foram emitidos 20 procedimentos. Em 2018, ocorreram 47 eventos documentais, indicando ciclo de revisão e estabilização. Em 2020, houve novo salto, com 20 procedimentos emitidos e 49 eventos documentais. A partir de 2021, a base passa a operar em regime de manutenção, revisão e atualização.

A relação entre base procedimental e reprovações deve ser interpretada como associação temporal. Entre 2016 e 2018, a Barragem Principal manteve taxas superiores a 3%. A partir de 2019, as reprovações caem e permanecem abaixo de 1% entre 2020 e 2022. Esse período coincide com maior maturidade documental, treinamento e consolidação de práticas de acompanhamento. À luz de Khatri e Brown (2010), os procedimentos funcionam como

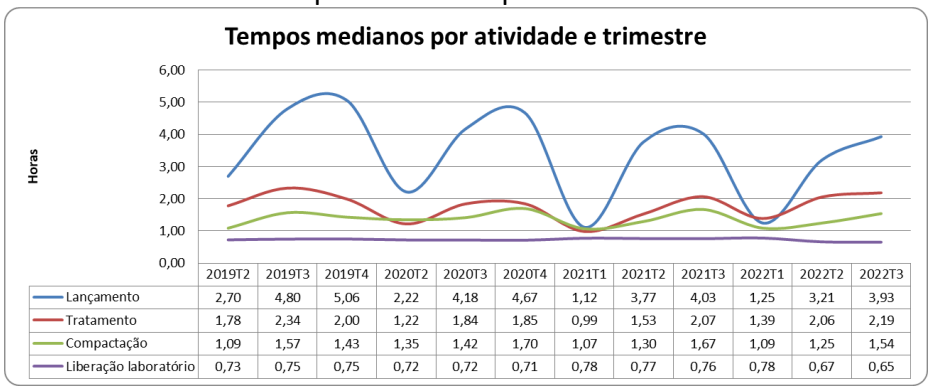
dispositivos de governança porque definem padrões, responsabilidades e condições de uso dos dados. Em diálogo com Baracho, Baracho e Mattos (2021), também organizam fluxos informacionais entre execução, fiscalização, laboratório e gestão.

A base procedimental evidencia um processo de formalização da aprendizagem organizacional. Os registros produzidos durante a execução fornecem dados sobre resultados, ocorrências e condições operacionais; sua organização e interpretação permitem identificar recorrências e necessidades de ajuste; e a incorporação dessas interpretações a procedimentos revisáveis transforma parte desse aprendizado em conhecimento organizacional formalizado. O movimento dado–informação–conhecimento torna-se, portanto, observável na passagem do registro técnico para sua interpretação e posterior estabilização em orientações recuperáveis e reutilizáveis. Essa formalização reduz dependência da memória individual, diminui assimetrias interpretativas, favorece treinamento e amplia rastreabilidade. Na perspectiva de Star e Ruhleder (1996), os procedimentos integram a infraestrutura informacional não simplesmente por existirem como documentos, mas porque são incorporados às práticas de execução e controle; em diálogo com Khatri e Brown (2010), sua revisão e utilização também contribuem para estabilizar padrões e responsabilidades associados ao uso da informação.

4.4 TEMPOS DE EXECUÇÃO E RASTREABILIDADE OPERACIONAL

Os tempos de execução permitiram representar o ciclo executivo do aterro compactado na Barragem Principal, considerando lançamento, tratamento, compactação e liberação laboratorial, com organização trimestral dos registros entre 2019 e 2022.

Gráfico 2 – Tempos medianos por atividade e trimestre



	2019T2	2019T3	2019T4	2020T2	2020T3	2020T4	2021T1	2021T2	2021T3	2022T1	2022T2	2022T3
Lançamento	2,70	4,80	5,06	2,22	4,18	4,67	1,12	3,77	4,03	1,25	3,21	3,93
Tratamento	1,78	2,34	2,00	1,22	1,84	1,85	0,99	1,53	2,07	1,39	2,06	2,19
Compactação	1,09	1,57	1,43	1,35	1,42	1,70	1,07	1,30	1,67	1,09	1,25	1,54
Liberação laboratório	0,73	0,75	0,75	0,72	0,72	0,71	0,78	0,77	0,76	0,78	0,67	0,65

Fonte: elaboração própria com base nos dados da pesquisa, 2026.

O Gráfico 2 mostra que o lançamento é a atividade mais variável, com medianas entre 1,12 h e 5,06 h. O tratamento apresenta variação intermediária, entre 0,99 h e 2,34 h. A compactação mantém comportamento mais estável, entre 1,07 h e 1,70 h. A liberação laboratorial é a etapa mais regular, com medianas entre 0,65 h e 0,78 h.

A maior variação do lançamento é tecnicamente coerente com sua dependência da praça de trabalho, fluxo de material, tráfego interno, disponibilidade de equipamentos e condição da frente de serviço. A liberação laboratorial tende a seguir rotina mais padronizada de validação. A leitura trimestral evita a simplificação de médias anuais e permite localizar períodos de maior sensibilidade operacional.

A relevância informacional dos tempos está em complementar uma dimensão que os ensaios, isoladamente, não representam. Enquanto o ensaio registra o resultado técnico da camada, os tempos tornam visível o comportamento do ciclo operacional que antecede sua liberação. A combinação desses registros amplia a capacidade de contextualizar o resultado técnico e de reconstruir, ainda que em nível agregado, a sequência de lançamento, tratamento, compactação, liberação e controle. A ausência de chave única plenamente estruturada entre cada evento e cada ensaio constitui uma limitação representacional e de integração, mas não inviabiliza a análise longitudinal do processo. Sob a perspectiva de Wang e Strong (1996), os tempos ampliam a qualidade contextual ao acrescentarem informação pertinente à compreensão da execução; na perspectiva de Star e Ruhleder (1996), a articulação entre ensaios, registros operacionais e práticas evidencia que a infraestrutura informacional emerge das relações entre artefatos, usuários e rotinas, e não da existência isolada de uma base documental.

4.5 INFRAESTRUTURA INFORMACIONAL E GOVERNANÇA AMBIENTAL

Os resultados indicam que o controle tecnológico analisado é sustentado por quatro conjuntos complementares: ensaios, registros de acompanhamento, tempos de execução e procedimentos. Os ensaios documentam resultados; o acompanhamento descreve condições da execução; os tempos representam a dinâmica operacional; e os procedimentos formalizam padrões. Sua articulação permite acompanhar resultados, recuperar decisões, comparar períodos e estabilizar práticas, configurando infraestrutura informacional orientada à rastreabilidade, aprendizagem e governança.

O primeiro movimento dessa infraestrutura é a transformação de dados técnicos em informação utilizável. A consolidação dos registros permitiu calcular taxas, comparar períodos e identificar mudanças de patamar. À luz de Wang e Strong (1996), a existência do dado não assegura qualidade; é sua combinação com confiabilidade, contexto, representação e acesso que o converte em evidência adequada ao acompanhamento.

O segundo movimento corresponde à transformação da informação em conhecimento organizacional formalizado. Resultados e experiências são interpretados e incorporados a procedimentos revisáveis. Os 65 procedimentos e seus eventos documentais evidenciam estabilização de parte do conhecimento produzido e função de governança ao estabelecer padrões e responsabilidades (Khatri; Brown, 2010), articulados a fluxos informacionais entre atores e sistemas (Baracho; Baracho; Mattos, 2021).

O terceiro movimento integra resultado técnico e contexto operacional. Os tempos acrescentam uma dimensão não captada apenas por aprovações e reprovações e, combinados a ensaios, acompanhamento e procedimentos, ampliam a rastreabilidade. A ausência de chave única entre todos os eventos evidencia a relevância de representação consistente de entidades como camada, ensaio, atividade, procedimento e resultado (Almeida, 2013; Almeida; Farinelli, 2017; Melo; Bax, 2025).

Esses movimentos mostram que qualidade, governança e infraestrutura informacional ocupam funções distintas e interdependentes: a qualidade torna os registros aptos ao uso; a governança estabelece padrões e responsabilidades; e a infraestrutura sociotécnica emerge quando registros e regras são incorporados às práticas recorrentes de execução, controle, auditoria e aprendizagem (Star; Ruhleder, 1996).

O fluxo dado–informação–conhecimento não é automático. O dado adquire valor informacional quando organizado e contextualizado; a informação contribui para conhecimento quando interpretada e incorporada às práticas; e esse conhecimento integra a infraestrutura quando permanece recuperável e vinculado a processos recorrentes de decisão. Essa demonstração empírica constitui a principal contribuição do estudo para a Ciência da Informação.

A redução das reprovações é relevante, mas não representa isoladamente a contribuição científica. O avanço está em mostrar como dados técnicos, registros operacionais,

tempos, procedimentos e fluxos podem formar infraestrutura capaz de ampliar rastreabilidade, preservar memória técnica e sustentar decisões em contexto ambiental crítico.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo analisou como dados de controle tecnológico, registros operacionais, tempos de execução e procedimentos podem constituir infraestrutura informacional para apoiar a governança ambiental em barragens de rejeito. Os registros da Barragem Principal, complementados pelos da Barragem A, sustentaram acompanhamento longitudinal, comparação entre períodos e recuperação de evidências técnicas.

Na qualidade dos dados, a dimensão intrínseca foi sustentada pelos resultados e parâmetros técnicos; a contextual, pela adequação ao cálculo e à comparação temporal; a representacional apresentou limitações de padronização terminológica; e a acessibilidade mostrou-se adequada no corpus consolidado, embora dependente da organização de registros originalmente dispersos. Assim, qualidade informacional envolve confiabilidade, pertinência, representação e recuperabilidade.

Os resultados evidenciaram redução das reprovações, expansão da base procedimental e maior rastreamento do ciclo operacional. Esses achados não demonstram causalidade entre formalização documental e desempenho técnico, mas indicam uso mais estruturado de dados, informações e procedimentos no acompanhamento das atividades.

A principal contribuição está em demonstrar que qualidade dos dados, governança e infraestrutura informacional são distintas e interdependentes: a qualidade torna os registros aptos ao uso; a governança estabelece padrões e responsabilidades; e a infraestrutura emerge quando registros, regras e práticas são incorporados aos processos de execução, controle, auditoria e aprendizagem. Em engenharia de barragens, essa articulação amplia rastreabilidade, memória técnica e suporte à decisão.

O fluxo dado–informação–conhecimento reforça essa interpretação: registros elementares tornam-se informação quando contextualizados e organizados, e integram o conhecimento organizacional quando interpretados e incorporados a procedimentos, rotinas e decisões.

As limitações decorrem da natureza documental e de estudo de caso, da heterogeneidade dos registros e da ausência de chave única entre eventos operacionais e

ensaios. Não foram realizadas análises inferenciais ou causais; os resultados são, portanto, descritivos e interpretativos, sem pretensão de generalização estatística.

Estudos futuros podem comparar outros empreendimentos, desenvolver mecanismos de integração entre registros técnicos e operacionais e avaliar como diferentes níveis de qualidade e governança influenciam recuperação, auditoria e aprendizagem organizacional.

Conclui-se que a contribuição da Ciência da Informação em contextos minerários críticos não se limita ao armazenamento de dados: manifesta-se na capacidade de qualificá-los, organizá-los, relacioná-los e torná-los recuperáveis para controle, aprendizagem e governança. A infraestrutura informacional resulta, assim, da articulação entre dados, práticas, responsabilidades, padrões e processos decisórios.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Maurício Barcellos. Revisiting ontologies: a necessary clarification. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, [*s. l.*], v. 64, n. 8, p. 1682-1693, 2013. Disponível em: https://asistdl.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/asi.22861 Acesso em: 9 jun. 2026.

ALMEIDA, Maurício Barcellos; FARINELLI, Fernanda. Ontologies for the representation of electronic medical records: the obstetric and neonatal ontology. **Journal of the Association for Information Science and Technology**, [*s. l.*], v. 68, n. 11, p. 2529-2542, 2017. Disponível em: https://asistdl.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/asi.23900. Acesso em: 9 jun. 2026.

BARACHO, Rodrigo Abrantes Couy; BARACHO, Renata Maria Abrantes; MATTOS, Max Cirino de. Mapeamento do fluxo da informação entre sistemas para suporte da gestão de projetos. **Múltiplos Olhares em Ciência da Informação**, Minas Gerais, n. especial, 2021. Disponível em: https://periodicos.ufmg.br/index.php/moci/article/view/37236 Acesso em: 9 jun. 2026.

KHATRI, Vijay; BROWN, Carol V. Designing data governance. **Communications of the ACM**, New York, v. 53, n. 1, p. 148-152, 2010. Disponível em: https://dl.acm.org/doi/10.1145/1629175.1629210 Acesso em: 9 jun. 2026.

MELO, Eduardo Cardoso; BAX, Marcello Peixoto. Uma ontologia para integrar dados de evasão escolar, desempenho acadêmico e distribuição de auxílios socioeconômicos: estudo de caso no IFMG. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Minas Gerais, v. 30, e51965, 2025. Disponível em: https://www.scielo.br/j/pci/a/HHcpxzg5XTLQRWFkVLhs5NB/ Acesso em: 9 jun. 2026.

SOUZA, Renato Rocha; ALMEIDA, Maurício Barcellos; BARACHO, Renata Maria Abrantes. Ciência da Informação em transformação: Big Data, nuvens, redes sociais e Web Semântica.

Ciência da Informação, Brasília, DF, v. 42, n. 2, p. 159-173, 2013. Disponível em: http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/1379 Acesso em: 9 jun. 2026.

STAR, Susan Leigh; RUHLEDER, Karen. Steps toward an ecology of infrastructure: design and access for large information spaces. **Information Systems Research**, Catonsville, v. 7, n. 1, p. 111-134, 1996. Disponível em: https://pubsonline.informs.org/doi/10.1287/isre.7.1.111 Acesso em: 9 jun. 2026.

WANG, Richard Y.; STRONG, Diane M. Beyond accuracy: what data quality means to data consumers. **Journal of Management Information Systems**, [*s.l.*], v. 12, n. 4, p. 5-33, 1996. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07421222.1996.11518099 Acesso em: 9 jun. 2026.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio recebido do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).