RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar
O Saber. ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Ano VII, v.2 2026 | submissão: 05/06/2026 | aceito: 08/06/2026 | publicação: 11/06/2026

Gestão da informação em bim e segurança do trabalho: integração preventiva nas instalações elétricas e na construção

BIM Information Management and Occupational Safety: Preventive Integration in Electrical Installations and Construction

Gestión de la información BIM y seguridad laboral: integración preventiva en instalaciones eléctricas y construcción

Adriano Cesar Notari

Engenheiro Eletricista, Engenheiro Civil, especialista em Instalações Elétricas e em Engenharia de Segurança do Trabalho

Resumo

O artigo analisa a integração entre a gestão da informação em BIM, a compatibilização de instalações elétricas, o planejamento 4D e a prevenção de riscos na construção. A revisão narrativa utiliza normas internacionais e literatura científica pertinente ao tema. São discutidos requisitos de informação, interoperabilidade, detecção de interferências, construtibilidade, prevenção por projeto, controle de energias perigosas, validação e maturidade organizacional. Propõe-se uma matriz conceitual que relaciona as fases do ciclo de vida, a informação mínima, a decisão preventiva e a evidência, sem apresentá-la como um método clinicamente ou empiricamente validado. Conclui-se que BIM pode antecipar conflitos e melhorar a rastreabilidade quando integrado às responsabilidades profissionais, às normas, à revisão técnica e à participação das equipes. A tecnologia não substitui a inspeção, os procedimentos de segurança ou o julgamento de engenharia.

Palavras-chave: BIM; gestão da informação; segurança do trabalho; instalações elétricas; planejamento 4D; prevenção por projeto

Abstract

This article analyzes the integration of BIM information management, electrical installation coordination, 4D planning, and risk prevention in construction. This narrative review draws on international standards and scientific literature relevant to the subject. It discusses information requirements, interoperability, clash detection, constructability, design-based prevention, hazardous energy control, validation, and organizational maturity. A conceptual matrix links life cycle phases, minimum information, preventive decisions and evidence, without presenting it as an empirically validated method. The paper concludes that BIM can anticipate conflicts and improve traceability when integrated with professional responsibilities, standards, technical review and workforce participation. Technology does not replace inspection, safety procedures, or engineering judgment.

Keywords: BIM; information management; occupational safety; electrical installations; 4D planning; prevention through design

Introdução

A construção reúne disciplinas, organizações e decisões que evoluem em ritmos distintos. Incompatibilidades entre a arquitetura, a estrutura e as instalações podem gerar alterações tardias, enquanto falhas de planejamento expõem os trabalhadores a condições não previstas. BIM oferece uma base digital para coordenar a informação, mas seu benefício depende do processo. A série ISO 19650 desloca o foco do arquivo tridimensional para os requisitos, a produção, a troca e o uso da informação ao longo do ciclo de vida (ISO, 2018a).

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.2 2026 | submissão: 05/06/2026 | aceito: 08/06/2026 | publicação: 11/06/2026

Instalações elétricas apresentam exigências específicas de espaço, segregação, proteção, acesso e manutenção. Conflitos podem não ser colisões visíveis. Uma bandeja pode caber geometricamente e ainda impedir abertura de painel, reduzir distância de trabalho ou bloquear rota. A coordenação precisa integrar geometria, propriedades, sequência e risco. Essa amplitude torna o tema adequado à convergência entre engenharia elétrica, civil e segurança do trabalho.

A construção permanece setor de alto risco. Estatísticas ocupacionais internacionais registram quedas, impactos, aprisionamentos e eletrocussões entre causas recorrentes de fatalidades. A tecnologia pode apoiar prevenção ao permitir que perigos sejam discutidos antes da execução. Estudos de BIM 4D mostram aplicações em planejamento de áreas, proteções temporárias e comunicação, mas alertam para dependência da qualidade do cronograma e dos dados (PHAM et al., 2020).

O objetivo é examinar como a gestão da informação em BIM pode apoiar compatibilização e segurança de instalações elétricas durante projeto, construção e operação. A pergunta orientadora é: quais requisitos de processo permitem transformar visualização digital em decisão preventiva rastreável? O artigo diferencia capacidade potencial, evidência e limite, evitando atribuir à ferramenta resultados que dependem de cultura, competência e controle de campo.

Metodologia

Foi conduzida revisão narrativa e crítica de normas e estudos sobre BIM, segurança na construção, prevenção por projeto, planejamento 4D e coordenação de instalações. Foram priorizadas a série ISO 19650, publicações de órgãos de segurança ocupacional e artigos revisados por pares.

Os descritores abrangeram gestão de informação BIM, detecção de interferências, instalações elétricas, segurança, saúde ocupacional, planejamento 4D, prevenção por projeto e ciclo de vida. Foram excluídos textos promocionais, fontes sem método identificável e alegações de produtividade sem base. A análise distinguiu revisões, estudos de caso, propostas de sistema e normas, pois esses tipos de evidência possuem alcances diferentes.

Os achados foram agrupados por função de processo: governança da informação, compatibilização, planejamento temporal, integração de ciclo de vida, segurança elétrica e validação. A tabela foi elaborada como síntese conceitual derivada dessas categorias. Ela organiza decisões e evidências, mas não constitui protocolo normativo ou modelo de eficácia comprovada.

As limitações incluem heterogeneidade de definições de BIM, diferenças entre jurisdições e concentração de estudos em casos específicos. Não foi realizada metanálise nem avaliação experimental. Portanto, as conclusões identificam condições de uso responsável e lacunas, sem estimar percentual universal de redução de acidentes ou retrabalho.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.2 2026 | submissão: 05/06/2026 | aceito: 08/06/2026 | publicação: 11/06/2026

1.BIM como sistema de gestão da informação

Building Information Modeling deve ser compreendido como processo de gestão da informação, e não apenas como modelagem tridimensional. A série ISO 19650 organiza conceitos de produção, troca, revisão, versionamento e uso de informações ao longo do ciclo de vida de ativos. Modelos geométricos são parte desse ambiente, mas o valor depende de requisitos definidos, responsabilidades, estados de aprovação e rastreabilidade. Quando aplicado às instalações elétricas e à segurança do trabalho, BIM permite relacionar objetos, espaços, atividades e riscos em uma base coordenada (ISO, 2018a; ISO, 2018b).[1]

A qualidade da informação começa pela finalidade. Um modelo destinado à compatibilização precisa de conteúdo diferente daquele usado para orçamento, planejamento, operação ou análise de segurança. Exigir detalhamento indiscriminado aumenta esforço e pode gerar falsa confiança. Requisitos de informação devem indicar quais decisões serão apoiadas, quem produz cada dado, quando ele é necessário e como será validado. Essa disciplina evita que modelos visualmente sofisticados contenham propriedades incompletas ou inadequadas para o uso pretendido.

O ambiente comum de dados organiza versões e reduz a circulação de arquivos conflitantes. Estados como trabalho em andamento, compartilhado, publicado e arquivado ajudam a controlar o grau de confiabilidade. Entretanto, a plataforma não substitui governança. Convenções de nomenclatura, autorização, revisão e aprovação precisam ser coerentes com o porte do projeto. A gestão deve permitir identificar origem e responsabilidade sem burocracia desproporcional, preservando evidências suficientes para decisões técnicas e mudanças.

Interoperabilidade permanece um desafio. Disciplinas utilizam softwares, bibliotecas e níveis de desenvolvimento distintos. Perdas na troca podem afetar conectividade, propriedades, classificação e geometria. Formatos abertos e verificações de exportação reduzem dependência, mas não garantem equivalência completa. A validação deve comparar informação recebida com requisitos, e não apenas confirmar que o arquivo abre. Em instalações elétricas, um pequeno erro de referência ou propriedade pode comprometer quantitativos, análise de espaço ou coordenação.

A gestão da informação tem dimensão humana. Projetistas, planejadores, executores, responsáveis por segurança e operadores interpretam riscos de maneiras diferentes. Reuniões de coordenação

[1] 1BIM é utilizado no sentido de processo de gestão da informação, conforme a série ISO 19650, e não apenas como modelo tridimensional.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.2 2026 | submissão: 05/06/2026 | aceito: 08/06/2026 | publicação: 11/06/2026

apoiadas pelo modelo podem tornar conflitos visíveis, porém decisões precisam ser registradas e comunicadas em linguagem acessível. BIM produz valor quando aproxima disciplinas e antecipa escolhas. Se usado apenas como entrega final, perde sua capacidade preventiva e se converte em representação tardia de decisões já tomadas.

2. Compatibilização das instalações elétricas

Instalações elétricas compartilham espaço com estruturas, arquitetura, hidráulica, climatização, proteção contra incêndio e sistemas de comunicação. Conflitos geométricos podem surgir em bandejas, eletrodutos, quadros, shafts e salas técnicas. A detecção automática identifica interseções, mas uma colisão geométrica é apenas um tipo de incompatibilidade. A análise deve incluir acesso, raio de curvatura, dissipação térmica, segregação, manutenção, expansão e rotas de fuga. O julgamento de engenharia continua indispensável para distinguir conflito real, tolerância e solução aceitável.

A coordenação deve ocorrer antes da consolidação do detalhamento. Alterações tardias possuem maior custo porque afetam compras, fabricação, cronograma e serviços já executados. Modelos federados permitem comparar disciplinas sem eliminar autoria. Relatórios de interferência devem atribuir responsáveis e prazos, evitando listas extensas sem prioridade. Critérios de severidade podem considerar segurança, impacto funcional, custo e dificuldade de correção. A reunião de coordenação precisa fechar decisões, não apenas visualizar problemas.

Objetos elétricos devem conter propriedades úteis, como identificação, circuito, tensão, potência, fase, origem, classificação e requisito de manutenção. A confiabilidade desses dados depende de regras e validação. Bibliotecas genéricas podem não representar produtos, mas ainda apoiar análise espacial. Em etapas posteriores, propriedades devem ser atualizadas conforme o uso. O excesso de atributos sem controle eleva inconsistências. Um conjunto mínimo confiável é mais valioso que centenas de campos vazios.

A análise de construtibilidade relaciona o modelo às condições de montagem. Sequência, acesso de equipamentos, suportação, içamento e áreas temporárias influenciam a execução. Uma rota tecnicamente possível no projeto pode ser impraticável após o fechamento de uma parede ou a instalação de outro sistema. A participação de profissionais de campo nas revisões melhora a antecipação. Modelos devem apoiar perguntas concretas sobre como montar, testar, energizar e manter, e não apenas onde localizar componentes.

A atualização conforme construído deve registrar alterações relevantes com critério. A simples entrega do modelo de projeto não representa o ativo executado. Verificações em campo,

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.2 2026 | submissão: 05/06/2026 | aceito: 08/06/2026 | publicação: 11/06/2026

documentação de desvios e aceitação formal são necessárias. Para operação, a informação precisa ser vinculada a manuais, testes e identificação física. A continuidade digital entre projeto e manutenção reduz tempo de diagnóstico, desde que a base permaneça governada e atualizada.

3. Planejamento 4D e prevenção de riscos

O BIM 4D associa componentes a atividades e tempo. Essa relação permite visualizar a evolução do canteiro, conflitos de espaço, acessos e interfaces simultâneas. Em segurança, o valor está em antecipar condições que ainda não existem fisicamente. Estudos demonstram aplicações para posicionamento de proteções temporárias, planejamento de áreas de trabalho e comunicação de riscos (SULANKIVI et al., 2010; PHAM et al., 2020). A simulação não prevê todo comportamento humano, mas amplia a capacidade de revisar sequências antes da exposição.2

A prevenção por projeto procura eliminar ou reduzir perigos na origem. Decisões sobre acessos, áreas de manutenção, pontos de ancoragem, desenergização e montagem influenciam a segurança futura. BIM pode associar regras e informações de risco aos objetos, facilitando revisões interdisciplinares. A aplicação deve respeitar hierarquia de controles: eliminar, substituir, aplicar controles de engenharia, administrar e usar proteção individual. A visualização não deve deslocar a prioridade para medidas menos eficazes.

Planejamento de segurança exige informação temporal confiável. Se o cronograma não representa a sequência real, a simulação pode ocultar exposições. Atividades precisam ser detalhadas no nível necessário à decisão, sem fragmentação excessiva. Marcos de instalação, remoção de proteção temporária, energização e mudança de acesso devem ser destacados. A integração entre planejamento e segurança permite analisar quando um risco surge, por quanto tempo permanece e qual barreira deve estar disponível.

A comunicação visual beneficia equipes com diferentes formações, mas não substitui diálogo. Simulações podem apoiar reuniões de preparação, treinamento e análise preliminar de risco. Cenários devem ser curtos, focados e acompanhados de perguntas. Uma animação complexa pode impressionar e ainda deixar dúvidas operacionais. O responsável deve confirmar entendimento e incorporar conhecimento do trabalhador. A ferramenta é mediadora de aprendizagem coletiva, não fonte automática de comportamento seguro.

A ISO 19650 parte 6, publicada em 2025, estrutura o ciclo de informação de saúde e segurança no contexto BIM. O documento reforça identificação, uso, compartilhamento e generalização de

2Planejamento 4D associa elementos do modelo a atividades ou intervalos de tempo do cronograma.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.2 2026 | submissão: 05/06/2026 | aceito: 08/06/2026 | publicação: 11/06/2026

informações de risco durante o ciclo do ativo. Sua existência sinaliza amadurecimento internacional do tema. A aplicação, porém, requer adaptação às obrigações locais, à maturidade da organização e à natureza do projeto. Normalização orienta processo, mas não transfere responsabilidade profissional ao modelo (ISO, 2025).

4. Integração entre ciclo de vida, informação e controle preventivo

A prevenção eficaz distribui decisões ao longo do ciclo de vida. Na concepção, define requisitos e elimina incompatibilidades fundamentais. No projeto, coordena disciplinas e incorpora acesso seguro. No planejamento, relaciona sequência, espaço e proteção temporária. Na execução, controla mudanças e comunica condições. No comissionamento, verifica funções e registros. Na operação, mantém informação para inspeção e manutenção. A tabela sintetiza essa lógica sem pretender substituir procedimentos normativos específicos.

A divisão por fases não implica fronteiras rígidas. Decisões de operação devem informar o projeto, enquanto observações de campo devem retroalimentar bibliotecas e requisitos futuros. O ciclo de informação torna o aprendizado reutilizável. Para isso, registros de incidentes, desvios e dificuldades precisam ser traduzidos em critérios de projeto ou regras de verificação. Arquivar relatórios sem incorporar lições limita a prevenção a cada obra isolada.

As responsabilidades devem acompanhar a autoridade de decisão. O coordenador BIM não assume automaticamente responsabilidade por cálculos elétricos ou segurança. Projetistas disciplinares, planejadores, executores e profissionais de segurança mantêm atribuições próprias. A matriz de responsabilidades esclarece quem produz, revisa, aprova e utiliza cada informação. Essa definição reduz lacunas e evita a falsa ideia de que um software centraliza competências profissionais distintas.

Mudanças são inevitáveis e constituem fonte relevante de risco. Uma alteração geométrica pode afetar distância de segurança, rota de fuga, carga, suporte ou sequência. O fluxo de mudança deve registrar justificativa, impactos, responsáveis e aprovação antes da publicação. Revisões urgentes em campo exigem mecanismo proporcional, mas não podem permanecer fora do registro. O modelo deve refletir decisões autorizadas, e não todas as hipóteses discutidas.

A tabela proposta funciona como matriz conceitual de rastreabilidade. Ela relaciona etapa, informação mínima, decisão preventiva e evidência. Não apresenta eficácia quantitativa e não deve ser interpretada como validação empírica. Seu uso adequado é apoiar a organização de requisitos e

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.2 2026 | submissão: 05/06/2026 | aceito: 08/06/2026 | publicação: 11/06/2026

auditorias. Cada projeto deve complementar a matriz com normas, riscos e responsabilidades específicas.3

Etapa	**Informação e decisão preventiva**	**Evidência de controle**
Concepção e projeto	Definir requisitos e coordenar modelos, preservando acesso, segregação e manutenção.	Requisitos e coordenação aprovados.
Planejamento	Relacionar cronograma, espaços e proteções temporárias para revisar sequência e interfaces.	Simulação 4D e análise de risco.
Execução e comissionamento	Controlar versões, mudanças, energização e testes da configuração final.	Registros de campo e ensaios.
Operação	Manter o modelo conforme construído e o histórico para orientar inspeção e isolamento.	Registros de manutenção.

Tabela 1. Matriz conceitual de integração entre informação e decisão preventiva. Fonte: elaboração do autor com base em ISO (2018a, 2018b, 2025), Sulankivi et al. (2010) e Pham et al. (2020).

5. Segurança elétrica e controle de energias perigosas

Eletricidade pode produzir choque, arco elétrico, incêndio e explosão. A OSHA reconhece esses perigos em atividades de construção e manutenção. A prevenção começa pela eliminação de trabalho energizado quando tecnicamente possível, seguida por isolamento, bloqueio, verificação e controle de acesso. BIM pode representar zonas, fontes e relações, mas a condição segura depende de procedimentos, competência e instrumentos adequados. O modelo não confirma ausência de tensão.4 A representação de circuitos e fontes auxilia a análise de isolamentos. Sistemas com geração distribuída, baterias ou geradores podem manter energia por caminhos não óbvios. Diagramas unifilares atualizados e identificação de dispositivos são essenciais. Vínculos entre objeto e documentação podem facilitar consulta, desde que a informação seja verificada. A segurança exige considerar energia armazenada, retorno, alimentação auxiliar e fontes móveis. Simplificações gráficas não devem esconder caminhos reais.

3 A tabela é uma síntese conceitual e não substitui análise preliminar de risco, normas ou procedimentos específicos.
4A expressão prevenção por projeto corresponde à consideração antecipada de riscos de construção, uso, manutenção e desativação nas decisões de concepção e detalhamento.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.2 2026 | submissão: 05/06/2026 | aceito: 08/06/2026 | publicação: 11/06/2026

A coordenação entre projeto e sequência de energização reduz exposição. Áreas parcialmente concluídas podem conter equipamentos ativos próximos a frentes de trabalho. O planejamento 4D pode marcar etapas de teste, energização e entrega, permitindo revisar barreiras e acessos. Mudanças de sequência devem acionar nova avaliação. A visualização apoia a consciência situacional, mas a autorização formal e a comunicação de campo permanecem indispensáveis.

Distâncias de trabalho, espaços de acesso e rotas de escape precisam ser protegidos contra ocupação por outras disciplinas. Conflitos podem não aparecer como colisões, pois envolvem volumes de segurança e manutenção. Esses volumes podem ser modelados como objetos de verificação. Regras automáticas identificam invasões, mas resultados precisam de revisão para evitar alarmes excessivos. O critério deve ser rastreável à norma aplicável e ao tipo de equipamento.

A informação de risco deve permanecer acessível durante operação e manutenção. Alterações, substituições e ampliações podem modificar correntes, seletividade e energia incidente. O modelo deve indicar que estudos possuem data e premissas, evitando seu uso fora do contexto. Governança documental e revisão periódica são tão importantes quanto a modelagem inicial. Segurança elétrica é processo contínuo de controle da configuração.

6. Limitações, validação e maturidade organizacional

A adoção de BIM não produz automaticamente redução de acidentes ou retrabalho. Estudos apontam barreiras de interoperabilidade, competência, custo, qualidade de dados e resistência organizacional. Evidências de benefício costumam depender do contexto e do método de avaliação. É inadequado atribuir causalidade a uma ferramenta sem controlar mudanças de processo, equipe e projeto. O valor deve ser demonstrado por indicadores e comparação transparente, reconhecendo limitações (WAQAR et al., 2024).

Validação deve ocorrer em camadas. Arquivos são verificados quanto a formato e integridade; modelos, quanto a geometria e propriedades; processos, quanto a estados, responsabilidades e aprovações; usos, quanto à capacidade de sustentar decisões. Uma verificação automática pode aprovar campos preenchidos com valores incorretos. Amostragens, regras semânticas e revisão técnica precisam coexistir. A intensidade do controle deve refletir criticidade.

Indicadores possíveis incluem tempo de resolução de conflitos, número de alterações após execução, conformidade de entregas, disponibilidade de informação e fechamento de riscos. Cada métrica pode gerar comportamento indesejado se usada isoladamente. Reduzir conflitos registrados pode significar melhor projeto ou menor detecção. Indicadores devem ser interpretados com evidências qualitativas e tendência. O objetivo é aprendizagem, não produção de números favoráveis.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.2 2026 | submissão: 05/06/2026 | aceito: 08/06/2026 | publicação: 11/06/2026

A maturidade deve evoluir de usos delimitados para integração mais ampla. Começar por coordenação de uma disciplina crítica, planejamento de uma frente ou gestão de requisitos pode gerar aprendizado controlado. A expansão requer padrões, treinamento e suporte. Projetos piloto devem ter critérios de sucesso e registro de lições. Implantação abrangente sem capacidade de governança pode aumentar complexidade e reduzir confiança.

O julgamento profissional permanece o limite fundamental. Modelos não percebem todas as condições de campo, improvisos, fatores humanos ou deterioração. A tecnologia amplia observação e memória, mas não substitui inspeção, diálogo e responsabilidade. Uma cultura preventiva utiliza BIM para formular perguntas mais cedo e tornar decisões rastreáveis. O objetivo não é digitalizar documentos existentes, mas melhorar a qualidade do processo que produz segurança e desempenho.

7. Requisitos de informação e entrega para operação

A passagem do projeto para a operação costuma revelar descontinuidade de informação. Modelos podem conter geometria detalhada e ainda faltar identificação, garantia, procedimento de teste ou vínculo com o ativo físico. Requisitos de informação da organização e do ativo devem ser definidos antes da contratação. Eles indicam quais dados apoiarão inspeção, manutenção, substituição e segurança. Sem essa definição, a entrega tende a reproduzir conveniências do software de projeto.

A aceitação deve verificar amostras e regras. Nomes, classificações, unidades e códigos precisam ser consistentes. Propriedades críticas não podem ser aceitas apenas porque um campo está preenchido. Documentos vinculados devem corresponder ao equipamento instalado. A equipe de operação deve participar da definição e da verificação, pois conhece os fluxos de trabalho que utilizarão os dados. Essa participação reduz entregas digitais sem utilidade prática.

Identificação física e digital precisa permanecer sincronizada. Etiquetas de quadros, circuitos, dispositivos e áreas permitem relacionar campo, modelo e sistema de manutenção. Alterações devem atualizar todas as representações relevantes. Se a identificação diverge, o trabalhador pode isolar fonte incorreta ou consultar instrução inadequada. A governança deve atribuir autoridade para modificar registros e exigir evidência de conclusão.

A operação também produz informação nova. Inspeções, falhas, testes e substituições alteram o entendimento do ativo. Um processo maduro incorpora esses registros de forma seletiva, mantendo histórico e configuração atual. Nem todo dado precisa integrar o modelo tridimensional. Sistemas especializados podem permanecer como fonte principal, desde que identificadores e responsabilidades permitam integração. O objetivo é coerência, não concentração artificial de todas as informações.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.2 2026 | submissão: 05/06/2026 | aceito: 08/06/2026 | publicação: 11/06/2026

No encerramento de vida, informações sobre materiais, energias, contaminação, sequência e acessos apoiam desativação segura. A prevenção não termina na entrega. Decisões de projeto que registram riscos residuais facilitam intervenções futuras. A ISO 19650 parte 6 reforça essa perspectiva de ciclo completo. Seu uso exige que informação de saúde e segurança seja compreensível, atual e proporcional ao risco.

8. Discussão crítica e implicações para a prática

A evidência sugere que BIM amplia capacidade de antecipação, mas não autoriza atribuir toda melhoria ao modelo. Organizações que adotam BIM frequentemente mudam reuniões, responsabilidades e comunicação ao mesmo tempo. Estudos devem separar, quando possível, efeito da visualização, da governança e da colaboração. Para a prática, essa limitação recomenda avaliar processo completo e não medir apenas quantidade de interferências detectadas.

A automação de regras é promissora em verificações repetitivas, mas normas contêm linguagem contextual. Traduzir requisito em regra computável demanda interpretação e atualização. Falsos positivos podem sobrecarregar equipes, enquanto falsos negativos produzem confiança indevida. Bibliotecas de regras precisam de autoria, versão, escopo e validação. Decisões críticas devem permanecer sujeitas a revisão profissional.

Fatores humanos merecem maior atenção. Interfaces, excesso de informação e pressão de prazo afetam como alertas são interpretados. Modelos podem melhorar compreensão espacial, mas também induzir foco no que está representado. Riscos emergentes, improvisos e condições meteorológicas podem ficar fora do ambiente digital. Processos devem convidar trabalhadores a questionar o modelo e registrar discrepâncias.

Pequenas organizações enfrentam barreiras específicas de custo, treinamento e padronização. Uma implantação proporcional pode utilizar usos delimitados, requisitos enxutos e ferramentas interoperáveis. O objetivo não é replicar infraestrutura de grandes empreendimentos, mas preservar princípios de coordenação e rastreabilidade. Guias e bibliotecas abertas podem reduzir barreiras, desde que não substituam adequação local.

A agenda de pesquisa inclui estudos longitudinais, métricas comparáveis e avaliação de qualidade da informação. É necessário compreender quais usos geram benefício em diferentes portes e quais competências sustentam resultados. A publicação de insucessos e limitações evitaria viés favorável. Para a engenharia, a contribuição central de BIM é tornar relações visíveis e decisões rastreáveis, mantendo explícito que segurança depende de pessoas, processos e verificação.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.2 2026 | submissão: 05/06/2026 | aceito: 08/06/2026 | publicação: 11/06/2026

Conclusão

BIM contribui para segurança e compatibilização quando funciona como processo de gestão da informação. A geometria amplia a compreensão, mas requisitos, responsabilidade, revisão e controle de versões sustentam decisões confiáveis.

Nas instalações elétricas, a análise deve superar colisões. Acesso, segregação, manutenção, energização e volumes de segurança precisam ser representados e discutidos. O modelo deve responder a usos definidos.

O planejamento 4D permite relacionar risco e tempo. Sua utilidade depende da fidelidade do cronograma e da participação das equipes. Simulações apoiam preparação, mas não substituem verificação de campo.

A prevenção por projeto amplia a oportunidade de eliminar perigos antes da obra. Informação de segurança vinculada aos objetos pode preservar conhecimento ao longo do ciclo de vida, especialmente quando mudanças são controladas.

A matriz conceitual apresentada organiza etapas, informação, decisão e evidência. Ela não mede eficácia e deve ser adaptada. Seu mérito é tornar explícita a relação entre dado produzido e decisão preventiva.

Segurança elétrica exige procedimentos independentes da plataforma. Bloqueio, verificação de ausência de tensão, controle de fontes e competência permanecem fundamentais. O modelo auxilia localização e comunicação, não certifica condição segura.

A adoção deve ser gradual, validada e orientada por indicadores interpretáveis. Qualidade de dados, interoperabilidade e maturidade humana limitam resultados. Alegações universais de economia ou redução de acidentes não são justificadas pela evidência heterogênea.

Conclui-se que a integração entre BIM, engenharia elétrica, construção e segurança pode antecipar conflitos e fortalecer rastreabilidade. O impacto positivo depende de governança, normas, revisão técnica e aprendizagem, preservando a responsabilidade profissional em todas as fases.

Referências

AFZAL, M. et al. Evaluating 4D BIM and virtual reality for effective safety communication and training. Buildings, v. 11, n. 8, 319, 2021. DOI: 10.3390/buildings11080319.

EASTMAN, C. et al. BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers. 3. ed. Hoboken: Wiley, 2018.

HOEFT, M.; TRASK, C.; SHEA, A. Safety built right in: exploring occupational health and safety potential of BIM based platforms. Sustainability, v. 14, n. 10, 6104, 2022. DOI: 10.3390/su14106104.

ISO. ISO 19650-1:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling: concepts and principles. Geneva: International Organization for Standardization, 2018a.

ISO. ISO 19650-2:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling: delivery phase of the assets. Geneva: International Organization for Standardization, 2018b.

ISO. ISO 19650-3:2020. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling: operational phase of the assets. Geneva: International Organization for Standardization, 2020.

ISO. ISO 19650-4:2022. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling: information exchange. Geneva: International Organization for Standardization, 2022.

ISO. ISO 19650-6:2025. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling: health and safety information. Geneva: International Organization for Standardization, 2025.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.2 2026 | submissão: 05/06/2026 | aceito: 08/06/2026 | publicação: 11/06/2026

JANGAM, A. et al. A BIM based approach for assessing occupational health risks in construction. Buildings, v. 14, n. 2, 476, 2024. DOI: 10.3390/buildings14020476.

PHAM, K. T. et al. 4D BIM based workspace planning for temporary safety facilities in construction. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 17, n. 10, 3403, 2020. DOI: 10.3390/ijerph17103403.

SIDANI, A. et al. BIM best practices for construction health and safety: a systematic review. Buildings, v. 13, n. 10, 2556, 2023. DOI: 10.3390/buildings13102556.

SULANKIVI, K. et al. 4D BIM for construction safety planning. In: W099 SPECIAL TRACK, 2010. Proceedings. Salford: CIB, 2010.

WAQAR, A. et al. Limitations to the BIM based safety management practices in residential construction project. Environmental Challenges, v. 14, 100848, 2024. DOI: 10.1016/j.envc.2024.100848.

ZHANG, S. et al. Building information modeling and safety: automatic safety checking of construction models and schedules. Automation in Construction, v. 29, p. 183- 195, 2013. DOI: 10.1016/j.autcon.2012.05.006.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.