



VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.
DIRETORIA DE ENGENHARIA
SUPERINTENDÊNCIA DE PROJETOS E CUSTOS

Documento nº 3507456/2020/SUPRO-VALEC/DIREN-VALEC

Brasília, 08 de dezembro de 2020.

Processo nº 51402.102043/2020-99

Interessado: Superintendência de Projetos e Custos, Universidade de Brasília - UNB, Márcia Abrahão Moura

1. TIPO PROJETO

Pesquisa Curso de Pós- Graduação Atividade de Extensão Ensino de Graduação

2. TIPO DE INSTRUMENTO PROCESSUAL

Acordo Convênio Termo de Execução Descentralizada Contrato outro

3. DADOS CADASTRAIS DA UNB

Órgão/Entidade Proponente UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA			
Endereço CAMPUS UNIVERSITÁRIO DARCY RIBEIRO – PRÉDIO DA REITORIA - ASA NORTE			
Cidade BRASÍLIA	UF DF	CEP 70910-900	Telefone (61) 3107-0246
Banco Banco do Brasil - 001	Agência 1607-1		Conta Corrente 170.500-8
Nome do Representante Legal MÁRCIA ABRAHÃO MOURA			
CI / Órgão Exp. / Emissão 960.490 SSP/DF Expedição 01/08/1995	Cargo Professora	Função Reitora	
e-mail unb@unb.br			
Nome do Coordenador (a) do Projeto Raquel Naves Blumenschein			
Cargo Coordenadora	Função Professor/Pesquisador		
E-mail: raquelblum@terra.com.br			
Nome do Gestor do Projeto Antonio Carlos de Oliveira Miranda			
Unidade/Departamento Departamento de Engenharia Civil e Ambiental - FT			
Endereço Eletrônico (e-mail) acmiranda@unb.br		Telefone fixo (61) 3107-0994	
Nome do Gestor Substituto do Projeto Cynthia Nojimoto			
Unidade/Departamento Faculdade de Arquitetura e Urbanismo			

Endereço Eletrônico (e-mail) cnojimoto@unb.br, cynnoji@gmail.com	Telefone fixo (61)
---	-----------------------

4. DADOS CADASTRAIS DO CONCEDENTE / CONTRATANTE

Tipo (X) Público () Privado	2 – Nome / Razão Social VALEC - Engenharia, Construções e Ferrovias S.A.		3 - CNPJ 42.150.664/0001-87
Endereço sede (Av., Rua, Nº, Bairro) SAUS, Quadra 01, Bloco 'G', Lotes 3 e 5. Asa Sul			
Cidade Brasília	UF DF	CEP 70.070-010	(DDD) Telefone (61) 2029 6100 e (61) 2029 6101
Nome do representante legal André Kuhn		CPF 102.602.118-93	
Cl / Órgão Exp. / Emissão 025452303-8 / MDEB		Cargo Diretor - Presidente	

5. DESCRIÇÃO DO PROJETO

Título do Projeto IMPLEMENTAÇÃO E COMUNICAÇÃO DE TECNOLOGIAS GIS ("GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM") E BIM (BUILDING INFORMATION MODELING") EM PROJETOS DE INFRAESTRUTURA.	Período de Execução 15 (quinze) meses a partir da data da assinatura
Valor Total R\$ 509.216,84 (quinhentos e nove mil e duzentos e dezesseis reais e oitenta e quatro centavos)	

6. IDENTIFICAÇÃO DA PROPOSTA

6.1 Introdução

Apresentação e contextualização

Atualmente, o mercado brasileiro da construção civil está se mobilizando para a absorção da tecnologia BIM (*Building Information Modeling*) traduzida para "Modelagem da Informação de Construção". No dia 7 de dezembro de 2016 foi assinado pelo Ministro Liam Fox (Reino Unido) e pelo Ministro Marcos Pereira, no MDIC, um *MOU – Memorandum Of Understanding*, estabelecendo a cooperação entre os dois países para apoiar a iniciativa de desenvolvimento de uma estratégia para implantação e disseminação do BIM no Brasil. Essa foi a primeira iniciativa para sua adoção em níveis governamentais. No dia 17 de maio de 2018, em Florianópolis, na abertura do 90º Encontro Nacional da Indústria da Construção, evento anual promovido Câmara Brasileira da Indústria da Construção, o Presidente do Brasil assinou o Decreto Presidencial que instituiu o Programa BIM BR. A estratégia estipulou três datas principais para os níveis gradativos de exigibilidade do BIM no âmbito do Governo Federal: 2021, 2024 e 2028.

A Estratégia BIM BR tem nove objetivos, que buscam orientar ações, iniciativas e projetos necessários para o alcance dos resultados esperados:

1. Difundir o BIM e seus benefícios;
2. Coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM;
3. Criar condições favoráveis para o investimento, público e privado, em BIM;
4. Estimular a capacitação em BIM;
5. Propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e contratações públicas com uso do BIM;
6. Desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para a adoção do BIM;
7. Desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM;
8. Estimular o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM;
9. Incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM.

Nesse contexto, os objetivos 1, 2, 4, 6 e 8 são os itens que estão em conformidade com o projeto integrado pela adoção do BIM na Administração Pública, em sinergia com a proposta de pesquisa/capacitação/implantação do BIM na VALEC Engenharia, Construções e Ferrovias S/A.

Por outro lado, tem-se a tecnologia do sistema de informação geográfica (SIG), também conhecido como GIS (acrônimo/acrônimo inglês de *geographic information system*) usado em obras de infraestrutura. É um sistema de hardware, software, informação espacial, procedimentos computacionais e recursos humanos que permite e facilita a análise, gestão ou representação do espaço e dos fenômenos que nele ocorrem.

Fitz (2008) conceitua SIG como um sistema constituído por um conjunto de programas computacionais, o qual integra dados, equipamentos e pessoas com objetivo de coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar dados espacialmente referenciados a um sistema de coordenadas conhecido.

Atualmente as tecnologias de BIM e GIS não conversam efetivamente, ocorrendo problemas em projetos de infraestruturas. Um software GIS permite mostrar localização de informação geográfica no mundo todo com mapas sobrepostos. Em empresas públicas federais de infraestrutura, que tem obras em todo o Brasil, é necessário a gestão e o controle dos empreendimentos de forma rápida e eficiente. O ideal é que o GIS possa conversar com as tecnologias BIM e vice-versa.

Nesse sentido, a VALEC e a Universidade de Brasília (UnB), por meio da Universidade BIM (UniBIM), no escopo do PISAC, propõe um acordo de cooperação para fortalecer o sistema de aprendizado de ambas as instituições, no uso do BIM e na aplicação de padrões de sustentabilidade em projetos que exijam o BIM e o GIS.

O Parque de Inovação e Sustentabilidade do Ambiente Construído (PISAC) opera como plataforma tecnológica do Parque Científico e Tecnológico da Universidade de Brasília (PCTec/UnB) e atua com foco na cadeia produtiva da indústria da construção, no ambiente construído e nos espaços territorial, orbital e artificial. No PISAC os eixos de atuação, a pesquisa, o ensino e a extensão fundamentam-se nos conceitos de sustentabilidade, de inovação, de resiliência e da quarta revolução industrial, aplicados às diferentes áreas do conhecimento. A professora Raquel Naves Blumenschein, coordenadora deste de pesquisa, é a Diretora do PISAC.

A Universidade BIM (UniBIM), empreendimento do PISAC/PCTec/UnB, é uma ação de inovação que visa oferecer informação, formação, desenvolvimento, testes e disseminação de novas tecnologias sobre *Building Information Modeling* (BIM). A proposta da UniBIM fundamenta-se na visão do BIM como um modelo mental para a gestão do ciclo de vida do ambiente construído. Os principais produtos oferecidos pela UniBIM são cursos, treinamentos, estudos, pesquisas, eventos, prestação de serviço e apoio às instituições públicas e privadas para promoção do BIM, principalmente no Brasil. O professor Antônio Carlos de Oliveira Miranda, coordenador da UniBIM, é o gestor deste projeto desta de pesquisa

Esse é um projeto inovador em sua concepção e implantação, que vem fortalecendo sistemas de aprendizado das organizações envolvidas e testando modelos inovadores no contexto de universidades públicas brasileiras, em que as pesquisas são financiadas por meio de captação de recursos junto a instituições fomentadoras, e por meio da venda de produtos e encomenda tecnológica desenvolvidos a partir de projetos de pesquisa, de acordo com o novo marco legal de inovação de 2018 (Seção V do decreto 9283 de 2018).

Descrição do principal problema a ser abordado

O desafio atual dos gestores públicos, não só no Distrito Federal, mas em todas as unidades da Federação, é elaborar e desenvolver projetos coerentes de forma rápida e eficiente para contratação de obras de infraestrutura, urbanismo e edificações.

A VALEC fez investimentos em obras nos últimos anos de grande monta em infraestrutura ferroviária, com a implantação de grandes projetos em áreas de logística que, devido aos entraves burocráticos para as aprovações de licenças e os prazos legais de licitação, se tornaram no momento da execução, incompatíveis com o local de intervenção. Este modelo acaba trazendo a necessidade de ajustes nos projetos executivos e aditivos contratuais, além de diminuir o ritmo da execução da obra, obstando a eficiente aplicação de recursos oriundos da fonte do Tesouro e na aplicação de recursos federais e emendas parlamentares.

Assim, a realização de pesquisa na área do BIM está vinculada a diversos desafios específicos, que são temas atuais de pesquisa em todo o mundo e requerem a criação de inovações em termos de concepção, desenvolvimento e validação, em domínios correlacionados, incluindo:

- Pesquisas nas áreas de gestão dentro de um processo BIM nas atividades de: a) Elaboração e desenvolvimento de uma proposta de organograma organizacional, b) Elaborar metodologia de gestão e operação de processos e pessoas, c) Realizar diagnóstico de infraestrutura atual, d) Levantamento da estrutura organizacional atual, e) Definição da estratégia de gestão da mudança, f) pesquisa de avaliação de maturidade em BIM, g) Diagnósticos de Softwares a serem utilizados e treinamentos.
- Pesquisa e implementação de um modelo mental BIM que se adequa a estrutura organizacional da VALEC junto com tecnologias GIS e softwares de projetos de infraestrutura.
- Pesquisas de maturidade BIM dos profissionais da VALEC e das tipologias de projetos usadas, permitindo a criação de conteúdo de capacitação específicos BIM.

6.2 OBJETIVO GERAL

Essa proposta de pesquisa tem como objetivo principal do desenvolvimento do modelo mental BIM de forma que os profissionais e pessoas fiquem preparadas para trabalharem de maneira integrada junto com tecnologias GIS, onde todos interagem ao mesmo tempo, conectados, com a possibilidade de falar com qualquer membro da equipe quando necessário, trocando informações e compartilhando de forma ostensiva informações. Portanto, para que esse modelo mental possa ser aplicado de maneira efetiva faz-se necessário o desenvolvimento de novas metodologias de integração de softwares.

6.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Desenvolvimento de estudo para definição e implantação da metodologia de trabalho para interoperabilidade de elaboração de projetos de infraestrutura ferroviária, contratação de empresas, execução e fiscalização de obras com uso das tecnologias BIM e GIS;
- Elaboração de pesquisa para aplicação de ferramentas tecnológicas com objetivo de auxiliar os processos de trabalhos determinados pela metodologia de trabalho com as tecnologias BIM e GIS.
- Desenvolvimento de metodologia de ensino para capacitação técnica-científica do corpo técnico da VALEC em relação a utilização de softwares de pacote BIM.
- Desenvolvimento de plataforma integrada no ArcGis aplicada ao uso em infraestrutura no Brasil, com informações de Projeto Ferroviário, Meio Ambiente, Desapropriação, Obra e/ou outras, que esta pesquisa julgar necessário

6.3 REVISÃO DA LITERATURA

No cenário atual, tecnologias e processos que possam ajudar na área de execução, projetos e fiscalização de obras são necessários para assegurar uma melhoria na aplicação dos recursos públicos. Nesse aspecto, a tecnologia *Building Information Modeling* (BIM) surgiu como uma forma inovadora de gerenciar projetos, antecipando e aumentando a colaboração entre equipes de projeto, reduzindo custos, melhorando a gestão do tempo e aprimorando o relacionamento com o cliente (AZHAR et al., 2008; AZHAR, 2011). Isso é evidenciado pelo surgimento acelerado de diversos guias e manuais dedicados a definir os requisitos e os produtos finais do BIM, elaborados por diversos órgãos públicos ao redor do mundo (SUCCAR, 2009).

Underwood e Isikdag (UNDERWOOD, 2009) definem BIM como um modelo de dados de uma obra que compreende as informações completas e suficientes para suportar todos os processos do seu ciclo de vida, os quais podem ser interpretados diretamente por aplicações informáticas. Isso inclui conhecimento sobre a obra em si, bem como seus componentes e compreende as informações sobre propriedades tais como função, forma, material e processos para o ciclo de vida da obra. Para fins didáticos, o BIM está dividido em dimensões como a seguir e em alguns trabalhos de pesquisas mais recentes: (a) BIM 3D (ADÁN e HUBER, 2011; LEE et al., 2015; WANG; CHO; KIM, 2015) refere-se à construção virtual da obra em ferramentas computacionais de modelagem 3D, em que é possível a geração de pranchas 2D automáticas e a conexão de diversas informações em um modelo centralizado, que facilitam a manter o conjunto de documentos atualizados; (b) BIM 4D (HU e ZHANG, 2011; ZHANG e HU, 2011; HAN e GOLPARVAR-FARD, 2015; JOHANSSON; ROUPÉ; BOSCH-SIJTSEMA, 2015; KIM et al., 2015; LIU et al., 2015; MATTHEWS et al., 2015; ZHANG et al., 2015) associa os componentes 3D às tarefas do cronograma, isto é, inclui o tempo; (c) BIM 5D (CHARALAMBOS; DIMITRIOS; SYMEON, 2014; FORGUES et al., 2012; PARKER, 2014; SCHATZ 2 RÜPPEL, 2014; LEE; KIM; YU, 2014; MA e LIU, 2014; ZHAO e WANG, 2014; CHA e LEE, 2015; MAHALINGAM; YADAV; VARAPRASAD, 2015) refere-se à ligação inteligente dos componentes 3D, o cronograma (4D) com informação relativa aos custos. Alguns outros trabalhos focam na relação entre 4D e 5D (SCHEER et al., 2014; BABIČ; PODBREZNIK; REBOLJ, 2010).

Segundo Leusin (2018) o "BIM, ou Modelagem da Informação da Construção, pode ser entendida como um processo de gestão e trabalho colaborativo, com integração de dados e sistemas em um ambiente inovador para os envolvidos no desenvolvimento de um empreendimento". Leusin (2018), define ainda: "O BIM é a base para um sistema integrado de concepção, produção e uso na construção, ou seja, é o caminho para o setor alcançar patamares de produtividade mais elevados e, por extensão, rentabilidade, que sejam comparáveis aos demais setores da economia."

Eastman (2008) define o BIM como tecnologia de modelagem associada a um conjunto de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de edificações".

Um modelo BIM se caracteriza por:

- Os componentes com representações digitais inteligentes (objetos) que "sabem" que são e podem ser associados com gráficos computacionais, dados, atributos e regras paramétricas;
- Componentes de dados descritivos de seu comportamento, necessários para análises e processos de projeto, tais como levantamentos de quantitativos, especificações e análise energética;
- Dados consistentes e sem redundância de modo que alterações em componentes sejam representadas em todos os outros componentes;

- Dados coordenados de modo que todos os componentes do modelo sejam representados de modo coordenado.

A metodologia BIM se baseia em três dimensões fundamentais: tecnologia, pessoas e processos, com a integração operacionalizada de Procedimentos, Normas e Boas Práticas (Figura 01).

Figura 1 - Os fundamentos do BIM. Adaptado de SUCCAR, disponível em: www.bimframework.info

A tecnologia envolve a infraestrutura necessária para a operação, os programas e equipamentos ou computadores, a conexão com a internet e a rede interna, a segurança e o armazenamento de arquivos e o treinamento e a preparação para absorção do modelo mental adequado pelos usuários do processo BIM.

As pessoas são os profissionais envolvidos na utilização do processo BIM. Os profissionais devem absorver o raciocínio da visão sistêmica, ter a experiência necessária, capacidade de trabalhar bem tanto com a equipe interna quanto com equipes externas, ter flexibilidade a mudanças e manter-se atualizados na tecnologia, que tem avanços contínuos.

O processo abrange os novos processos internos a serem adotados e também os processos interempresariais gerados pela implantação do BIM. Compreende basicamente o plano de trabalho: o fluxo de trabalho, o cronograma, a especificação dos entregáveis, o método de comunicação, a definição de funções, o sistema de concentração de dados, arquivos e informações, o nível de detalhe em cada fase e a especificação do uso do modelo em todos os ciclos de vida da edificação. Estas três dimensões fundamentais são vinculadas entre si por Procedimentos, Normas e Boas Práticas. Esse conjunto de documentos regula e consolida os processos e as políticas de pessoal, práticas comerciais e uso e operação da infraestrutura tecnológica.

Devido às inúmeras vantagens do BIM em relação à tradicional tecnologia CAD (Computer Aided Design) traduzida para “Desenho Assistido por Computador”, os profissionais dos principais órgãos de Governo Federal, Distrital, Estadual ou Municipal, instituições públicas e empresas privadas convergem para a adoção do uso dessa plataforma voltada ao desenvolvimento e execução dos projetos de infraestrutura e edificações dos grandes centros urbanos e rurais. A demanda pela utilização da tecnologia da plataforma BIM tem aumentado, visando a melhoria do controle e a transparência da previsibilidade dos riscos de investimentos, bem como a elevação da produtividade e gerenciamento das obras, e a redução dos custos de processos, recursos e melhorando a gestão do tempo.

Na visão dos pesquisadores da UnB o termo “Modeling Information” é conceitualmente melhor interpretado quando usado como “Management Information”. A tradução do termo “Management” para o português é Gestão, tornando assim Gestão da Informação. Na opinião dos autores a melhor tradução para o BIM é: Modelagem e Gestão da Informação da Construção.

Os estudos, pesquisa e prototipagem de processos de implementação do BIM pela UnB permitem definir BIM como:

“O BIM é um modelo mental que adota uma metodologia e emprega uma tecnologia!”

A definição do BIM como um modelo mental fundamenta-se em princípios e premissas da visão sistêmica aplicada ao processo de produção de uma edificação, assegurando integração, interdependência e interoperabilidade na tomada de decisões. Nesse sentido, a construção de uma obra (edificação, infraestrutura, urbana, etc.) requer considerar todo o seu ciclo de vida, do planejamento, concepção, projeto, construção, operação e demolição. Decisões tomadas nas etapas de planejamento, concepção e projeto afetam e impactam a construção, operação e demolição. Existe uma interdependência nas decisões, que para ser tratada requer integração de todos os envolvidos e a interoperação no desenvolvimento de cada disciplina.

Até o presente momento, a legislação nacional brasileira apresenta as seguintes normativas sobre a estratégia BIM: ABNT NBR ISO 12006-2 e ABNT NBR 15 965 (partes 1, 2, 3 e 7). Entretanto, apesar de já existirem normativas nacionais sobre a questão BIM, para o propósito deste documento opta-se por utilizar as normas britânicas, uma vez que estas apresentam material mais completo sobre o tema, fornecendo informações mais detalhadas e precisas sobre o assunto estudado.

A bibliografia britânica PAS 1192-2 de 2013, traz informações para “Especificação para o gerenciamento da informação para a fase principal/entrega de projetos de construção usando a modelagem da informação da construção” (PAS 1192-2, capa, tradução nossa). Segundo o documento britânico, a “PAS 1192-2 fornece orientação específica para os requisitos de gerenciamento de informação associados com projetos entregues usando BIM” (PAS 1192-2, p. VI, tradução nossa), o que justifica a opção por sua utilização.

Essa integração da experiência do Reino Unido e a estratégia BIM BR tem permitido a identificação dos documentos na fase pré-projeto e durante o desenvolvimento do projeto, utilizando a metodologia e tecnologia BIM.

Fitz, 2008b; Moura, 2014 e Tosto et al., 2014, definem o Geoprocessamento como um conjunto de tecnologias e ferramentas computacionais para tratamento e análise de dados geográficos. O processo envolve as etapas de coleta, manipulação e apresentação de informações geoespaciais.

O surgimento do geoprocessamento está ligado ao desenvolvimento da ciência da computação e é conhecido, em outras línguas, como geomatic, que diz respeito aos instrumentos e técnicas para a coleta, distribuição, armazenamento, análise, processamento e apresentação de dados ou informações geográficas. Suas atividades envolvem a cartografia, a topografia, mapeamentos digitais, sensoriamento remoto, sistemas de informações geográficas, hidrografia e outros (Moura, 2014; ISO, c2014).

Os avanços tecnológicos, bem como a ampliação da capacidade de processamento e armazenamento de dados e informações geoespaciais, facilitaram a popularização dessas ferramentas. Um exemplo disso são os diversos aplicativos de navegação para smartphones ou dispositivos móveis utilizados cotidianamente por parte da população mundial, especialmente nos grandes centros urbanos a exemplo do Waze, Google Maps, entre tantos outros.

6.4 JUSTIFICATIVA, MOTIVAÇÃO E RELEVÂNCIA DO PROJETO

O uso do Building Information Modelling (BIM) será obrigatório a partir de 2021 nos projetos e construções brasileiras. Esse foi o teor do Decreto Presidencial assinado para democratizar a plataforma no país.

A primeira fase, a partir de janeiro de 2021, é focada em projetos de arquitetura e de engenharia para construções novas, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de grande relevância para a disseminação do BIM. Nesta fase, será proposta a exigência do BIM na elaboração dos modelos de arquitetura e de engenharia referentes às disciplinas de estrutura, de hidráulica, de AVAC (aquecimento, ventilação e ar condicionado) e de elétrica, na detecção de interferências e na revisão dos modelos de arquitetura e de engenharia, na extração de quantitativos e na geração de documentação gráfica, a partir desses modelos.

A segunda fase, a partir de janeiro de 2024, deverá contemplar algumas etapas que envolvem a obra, como o planejamento da execução da obra, para construções novas, reformas, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de grande relevância. Desse modo, será proposto que o BIM seja aplicado, no mínimo, nas atividades previstas na primeira fase e, de modo adicional, na orçamentação, no planejamento da execução de obras e na atualização do modelo e de suas informações como construído (“as built”).

A terceira fase, a partir de janeiro de 2028, abrange todo o ciclo de vida da obra ao considerar atividades do pós-obra. Nesta fase, o BIM será aplicado, no mínimo, nas construções novas, reformas, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de média ou grande relevância, nos usos previstos na primeira e na segunda fases e, além disso, nos serviços de gerenciamento e de manutenção do empreendimento após sua conclusão.

A Universidade de Brasília, suas unidades, assim como seus órgãos complementares, devem se juntar num ambiente inovador para o cumprimento das datas estipuladas pelo governo federal. Assim, a UnB está alinhada principalmente com os principais objetivos da Estratégia BIM BR:

- Criar condições favoráveis para o investimento, público e privado, em BIM;
- Desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para a adoção do BIM;
- Estimular o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM.

Além dos pontos levantados, hoje existe a necessidade de pré-processamento extensivo para preparar dados de modelo para aplicativos BIM sofisticados, como verificação de conformidade com códigos e normas, simulação, análise funcional e troca de informações ainda é uma das principais obstáculos ao seu uso. A tecnologia BIM e a adoção do padrão Industry Foundation Class (IFC) suporta a automação de processos como verificação de conformidade com códigos e

normas, simulações funcionais, planejamento estratégico, análise de desempenho e de projeto. Na prática, no entanto, dificuldades técnicas e questões de interoperabilidade são a principal limitação da automação que pode ser alcançado no uso do IFC em sistemas BIM. Toda ferramenta de análise exige que informações específicas estejam presentes no modelo BIM exportado. Desta forma, promove-se a necessidade de exportar vários modelos, cada um especificamente adaptado para uma ferramenta de análise específica demandando um formato de exportação robusto. O principal problema é que este formato robusto ainda não existe na literatura BIM, e o processo existente é obter os dados corretos por meio de intervenção custosa do usuário para uma representação precisa da informação exigida por cada interface.

6.4.1 VANTAJOSIDADE E EFICIÊNCIA CONFERIDAS PELA CONTRATAÇÃO DE INSTITUIÇÃO PÚBLICA

Em termos gerais, as bases que compõem uma universidade são o ensino, a pesquisa e a extensão. O ensino é a transmissão de conhecimentos por meio da abstração e, quando possível, prática de determinados assuntos, feitas por um docente. A pesquisa é a oportunidade de aplicar e/ou desenvolver novos conceitos a partir das bases construídas pela etapa do ensino. Por fim, a extensão é a aplicação direta do conhecimento obtido nas fases do ensino e pesquisa especialmente.

A contratação de uma instituição de ensino pública brasileira para realização de serviço e/ou pesquisa é considerada como atividade de extensão, somente possível com aplicação dos conhecimentos oriundos das atividades de ensino e pesquisa. Essas atividades são conferidas aos docentes e discentes da instituição junto com parceiros dos órgãos públicos e privados.

A grande vantagem da contratação de uma instituição de ensino pública brasileira é a sua capacidade de agregar diferentes atores para realização de serviços e/ou pesquisa, considerando parcerias entre universidades (nacionais e internacionais) e outros órgãos (públicos e privados). Isso permite avanços no conhecimento científico, na difusão da metodologia aplicada (especificamente para o BIM) na comunidade acadêmica e para a sociedade, e ao fomento ao desenvolvimento da ciência.

Grande parte do avanço científico realizado pela UnB é realizado pelos cursos de pós-graduação. A Universidade BIM – PISAC é apoiada por dois programas: (1) Pós-Graduação da Faculdade de Tecnologia e Urbanismo e (2) Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil. As pesquisas geram conhecimento público pelas dissertações de mestrado e pelas teses de doutorado. Esses conhecimentos, atualmente, são obrigatórios que sejam difundidos em periódicos de nível internacional e congressos.

A difusão da metodologia BIM na comunidade acadêmica é realizada nos cursos de graduação, pós-graduação e eventos de extensão. A difusão na graduação é realizada com as disciplinas relacionadas ao BIM: Introdução a Engenharia (Civil) ou Arquitetura; Desenho Técnico ou Desenho Assistido por Computador; Desenho Arquitetônico; Projeto de Estradas, Estruturas de Concreto, Estruturas de Metálicas, Pontes, Instalações (elétricas, hidráulica, esgoto, águas pluviais, incêndio e ar condicionado); Orçamento e Planejamento de Obras. A difusão na pós-graduação está relacionada com a formação de recursos humanos especializados em BIM e no desenvolvimento de dissertações de mestrado e teses de doutorado. A difusão por eventos de extensão são as semanas universitárias, workshops, palestras, etc. Por exemplo, a UniBIM-PISAC desenvolveu o ConectaBIM com a finalidade de conectar alunos e tutores da Universidade de Brasília em ações de ensino e aprendizagem através de meios digitais para comunicação remota e projeto colaborativo em ambiente BIM.

A Universidade de Brasília, como universidade pública, direciona grande parte de seus recursos recebidos para o fomento ao desenvolvimento da ciência. Isso se concretiza com pagamento de bolsas de iniciação científica para alunos de graduação e bolsas de extensão universitária. Os alunos integrantes de projetos de extensão e/ou pesquisa também podem receber bolsas de pesquisa. Adicionalmente, auxílios a publicações e congressos permitem a difusão do desenvolvimento da ciência.

Além das vantagens conferidas anteriormente, as universidades públicas brasileiras têm acesso de forma gratuita ao Portal de Periódicos, da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). O Portal de Periódicos é uma biblioteca virtual que reúne e disponibiliza a instituições de ensino e pesquisa no Brasil o melhor da produção científica internacional. Ele conta com um acervo de mais de 45 mil títulos com texto completo, 130 bases referenciais, 12 bases dedicadas exclusivamente a patentes, além de livros, enciclopédias e obras de referência, normas técnicas, estatísticas e conteúdo audiovisual. Esse portal permite acesso ao estado atual da pesquisa e tecnologia, dando vantagem competitiva na inovação científica e tecnológica.

Importante ainda ressaltar que o PISAC é um empreendimento do Parque de Ciência e Tecnologia da UnB, o que lhe confere capacidade e habilidade de integração entre centros de pesquisa, internos e externos à UnB.

6.4.2 RELAÇÃO COM MARCO LEGAL DA INOVAÇÃO

Esse Plano de Trabalho do Laboratório BIM para Inovação Tecnológica de Projetos de Infraestrutura Ferroviária e Disseminação do BIM no Distrito Federal está de acordo com o DECRETO Nº 9.283, DE 7 DE FEVEREIRO DE 2018, Marco Legal da Inovação, onde se formaliza um acordo de parceria para pesquisa, desenvolvimento e inovação conforme o artigo art. 35 que diz “O acordo de parceria para pesquisa, desenvolvimento e inovação é o instrumento jurídico celebrado por ICT com instituições públicas ou privadas para realização de atividades conjuntas de pesquisa científica e tecnológica e de desenvolvimento de tecnologia, produto, serviço ou processo, sem transferência de recursos financeiros públicos para o parceiro privado”.

E ainda conforme descrito nos objetivos, métodos, recursos envolvidos e contribuições científicas e tecnológicas, este instrumento atende o artigo 35 no § 3º que diz “As instituições que integram os acordos de parceria para pesquisa, desenvolvimento e inovação poderão permitir a participação de recursos humanos delas integrantes para a realização das atividades conjuntas de pesquisa, desenvolvimento e inovação, inclusive para as atividades de apoio e de suporte, e também ficarão autorizadas a prover capital intelectual, serviços, equipamentos, materiais, propriedade intelectual, laboratórios, infraestrutura e outros meios pertinentes à execução do plano de trabalho”

Para os dois primeiros objetivos do projeto é possível afirmar que será desenvolvida uma metodologia por meio de Design research para a construção do conhecimento e sua disseminação, com isso pretende-se propor um processo inovador possível de ser utilizado em outros projetos. Atendendo o conceito de inovação da LEI Nº 13.243, DE 11 DE JANEIRO DE 2016 no art. 2º parágrafo IV que diz: inovação: introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo e social que resulte em novos produtos, serviços ou processos ou que compreenda a agregação de novas funcionalidades ou características a produto, serviço ou processo já existente que possa resultar em melhorias e em efetivo ganho de qualidade ou desempenho.

A inovação resultará em um novo produto, um software, que será utilizado pela VALEC e poderá ser utilizado pela Administração Pública em geral, bem como registrado e/ou comercializado por meio de criação de startups, havendo assim, ganhos para a sociedade e para a academia.

6.5 MÉTODO

6.5.1 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES/ETAPAS A SEREM DESENVOLVIDAS

O projeto é dividido em etapas/atividades complementares e/ou articuladas, cada uma tendo suas tarefas específicas conforme descrito a seguir. As atividades e relatórios das atividades poderão variar conforme determinar o desenvolvimento e o rumo das pesquisas e soluções técnicas-científicas a serem alcançadas. As alterações substantivas, que impliquem alteração, aumento, custos ou modificação da finalidade ou objeto de estudo, deverão ser realizadas de comum acordo entre as entre os órgãos cooperantes.

ETAPA I – Levantamento de necessidades da empresa pública VALEC

O módulo I tem como objetivo desenvolver estudo técnico-científico para identificar, a análise e caracterização das necessidades e objetivos da VALEC em relação a implementação e utilização das tecnologias BIM e GIS na solução de infraestrutura no Brasil, alinhando a estruturação do conteúdo da capacitação, assegurando aderência aos objetivos e necessidades da VALEC.

ETAPA II – BIM ESSENCIAL

A etapa II tem como objetivo desenvolver metodologia de ensino, treinamento e/ou capacitação no tema de visualização em BIM e GIS, baseados no estudo técnico-científico realizados na etapa anterior. Esse ensino, treinamento e/ou capacitação será destinado ao corpo técnico da VALEC, vinculado à projetos de infraestrutura ferroviária no Brasil. O programa consiste em:

- Introdução ao BIM e Ferramentas de Gestão: Coordenação, Interoperabilidade e Colaboração;
- Mindset BIM;
- Visualização de projetos BIM;
- Como conduzir reuniões e entregas em BIM;
- Uso do BIM e GIS.

ETAPA III – BIM MODELAGEM E BIM ESTRATÉGICO

A etapa III tem como objetivo realizar treinamento técnico-científico em modelagem e estratégias em BIM, baseados no estudo e pesquisa realizados na etapa I e na metodologia desenvolvida na etapa II.

Nessa etapa são identificados dois perfis dentro do corpo técnico de projetos: (1) Perfil Modelagem, profissional que executa os projetos e que precisa de um aprofundamento técnico-científico na dimensão de tecnologia e o entendimento melhor dos Procedimentos, Normas e Boas Práticas, definidos na tecnologia BIM; (2) Perfil Estratégico que tem como foco o aprofundamento dos processos na metodologia BIM e também nos Procedimentos, Normas e Boas Práticas.

Etapa IV – PROJETOS PILOTOS BIM

Nessa etapa, os profissionais treinados podem então aplicar os conhecimentos adquiridos nas etapas anteriores e usar em projetos pilotos. Um projeto ferroviário deverá ser inicialmente escolhido.

O exercício de implementação do BIM e GIS tem como principal objetivo a realização de projeto piloto de implementação do BIM/GIS. Ao final do período, caso a avaliação seja positiva, os termos de contratação serão incorporados ao padrão VALEC. Caso contrário, serão ajustados até chegar à avaliação positiva.

Para que os projetos sejam realmente projetados é necessário a construção de famílias e templates BIM. As famílias são objetos computacionais usados comumente em projetos e são inteligentes para modificar-se por parâmetros. Os templates são os padrões computacionais de projeto que incorpora as Normas Brasileiras para representar os projetos. Essas famílias e templates deverão ser pesquisados nas tipologias de projetos da VALEC.

O protótipo de infraestrutura deve abranger as seguintes disciplinas: topografia, informação geoespacial, geometria do traçado da ferrovia, terraplenagem, geotecnia, hidrologia/drenagem, rodovias e vias urbanas, obras de arte especiais, planejamento e orçamentação. Os softwares a serem usados são a suíte para construção civil da empresa Autodesk, como Civil3D e Inroadworks. Outros programas podem ser usados de acordo com o avanço da pesquisa.

Etapa V – AVALIAÇÃO

Essa etapa envolve a realização de simpósio com o objetivo de apresentar os resultados obtidos com o desenvolvimento do projeto, disseminando os benefícios e dificuldades na implementação do BIM nos procedimentos de elaboração, contratação e gestão de projetos de engenharia de infraestrutura.

6.5.2 PROCEDIMENTOS E/OU INSTRUMENTOS A SEREM UTILIZADOS

Neste projeto de pesquisa, os procedimentos e instrumentos que serão utilizados são aqueles definidos nos padrões e melhores práticas das engenharias de projetos de arquitetura e engenharia de infraestrutura civil, adicionando a pesquisa relacionada com os projetos BIM/GIS.

Os instrumentos a serem utilizados compreendem o uso de computadores para uso de projetos de arquitetura e engenharia, as ferramentas de visualização 3D de projetos, a prototipagem e testes. Os softwares necessários devem ser aqueles já de uso comprovado no mercado e pela equipe da VALEC. Esses precisam de licença comercial. Do lado da UnB, os softwares serão de licença acadêmica.

6.6 RECURSOS ENVOLVIDOS

6.6.1 EQUIPE TÉCNICA:

Os participantes envolvidos no projeto

Os participantes envolvidos neste projeto de pesquisa serão selecionados por um edital de seleção específico do projeto, prevendo tanto participantes efetivos do projeto, quanto um cadastro de reserva. Tal edital poderá ser reeditado, em função de necessidades definidas pela gestão do projeto conjunta entre a VALEC e a UnB. Será cláusula do mencionado edital que pelo menos 2/3 dos selecionados devam ter vínculo com a UnB, sendo professor, aluno, professor colaborador e pesquisador colaborador, etc – em conformidade com a Resolução CONSUNI 0005/2018.

Descrição dos membros atualmente envolvidos e com vínculo com a UnB.

- Profa. Raquel Naves Blumenschein, coordenador e participante deste projeto, professora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – UnB e diretora do Parque de Inovação e Sustentabilidade do Ambiente Construído (PISAC)
- Antonio Carlos de Oliveira Miranda, gestor principal e participante deste projeto, professor do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – UnB, pesquisador no Parque de Inovação e Sustentabilidade do Ambiente Construído (PISAC) e coordenador da UniBIM
- Cynthia Nojimoto, gestora substituta e participante deste projeto, professora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – UnB e pesquisadora no Parque de Inovação e Sustentabilidade do Ambiente Construído (PISAC)

Equipe técnica prevista

Modalidade do auxílio financeiro	Quantidade
Pesquisador Doutor e Coordenador	1
Pesquisador Doutor	5
Estudante de Doutorado	1
Estudante de Mestrado	2
Alunos de Graduação	10

Parcerias com outras instituições nacionais e internacionais;

Poderão, a critério do Governo Federal em concordância com coordenadores/gestores do projeto, serem estabelecidas parcerias com entidades representativas do setor produtivo da construção civil e entidades de ensino técnico industrial em iniciativas que sejam aderentes aos objetivos e resultados propostos neste Projeto.

A Universidade poderá usar seu poder discricionário para contratar Fundação de Apoio e devidamente credenciada junto aos órgãos competentes para caso necessário, apoiar na gestão administrativa e financeira do projeto.

6.6.2 EQUIPAMENTOS E MATERIAIS

Neste projeto, planeja-se a aquisição de equipamentos de tecnologia a serem designados pela VALEC e/ou Governo do Distrito Federal.

Material de Consumo

- Lápis, canetas, borrachas, tonner de impressora, papel, pendrives, HDs, e similares materiais de escritório.

Equipamentos

- Equipamentos de informática para compor a infraestrutura laboratorial BIM: computadores, equipamentos de informática, equipamentos de redes wifi, servidores, notebook, impressoras, plotadoras e similares para suporte à pesquisa do projeto.
- Equipamentos para infraestrutura laboratorial: adaptações e equipamentos específicos para o projeto, incluindo estabilizadores, e similares equipamentos elétricos, de refrigeração, de proteção.

Serviços de suporte (outros serviços ou recursos necessários)

São previstos treinamentos a membros da equipe, bem como pagamentos referentes a participações em conferências (inscrições, viagens, hospedagens, diárias) e publicações em revistas científicas (taxas).

6.7 PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICAS OU TECNOLÓGICAS DA PROPOSTA

6.7.1 PRODUÇÃO CIENTÍFICA

Consideramos aqui a exigência do programa PECC para o aluno de doutorado de no mínimo 1,5 A1 equivalente em revista com qualis CAPES A1, A2, B1, B2, como pré-requisito para a defesa.

Consideramos também a exigência do programa PECC para o aluno de mestrado de no mínimo 1 publicação em conferência e uma submissão sob revisão em revista com qualis CAPES A1, A2, B1, B2, como pré-requisito para a defesa.

A quantidade de produção científica informada a seguir é de caráter estimativo e, ressaltamos que o quantitativo de tal produção é suscetível a riscos naturais à pesquisa desenvolvida, não sendo possível a priori ter garantia de alto número de publicações relevantes durante a execução do projeto. Ademais, a própria produção dos relatórios técnicos do projeto já constitui uma produção substancial de desenvolvimento tecnológico e inovação. Tais razões corroboram com o mérito das pesquisas desenvolvidas e transferidas para a sociedade no âmbito do projeto.

<i>Tipos de orientações</i>	<i>Quantidade esperada</i>	<i>Temas</i>
Iniciação científica	1	Gestão e Planejamento BIM/GIS, Interoperabilidade entre software BIM/GIS
Trabalho de conclusão de curso	4	Gestão e Planejamento BIM/GIS, Interoperabilidade entre software BIM/GIS
Submissão de artigos	2	Gestão e Planejamento BIM/GIS, Interoperabilidade entre software BIM/GIS
Outros produtos (inovações com cláusulas de confidencialidade, relatórios técnicos, manuais, protocolos, etc).	2	A definir, conforme resultados obtidos durante os estudos e pesquisas

6.7.2 RESULTADOS ESPERADOS

Além das contribuições científicas esperadas, essa pesquisa resultará em resultados para a sociedade e para a VALEC:

- Padronização das informações necessárias à aprovação de projetos de obras recorrentes para as áreas de saúde, educação, meio ambiente, segurança e infraestrutura;
- Redução de custos para o contribuinte/cidadão pelo aumento da produtividade e redução de prazos de contratações e execuções de projetos e obras;
- Interoperabilidade e definições de responsabilidades e papéis na execução dos processos;
- Modernização do parque Tecnológico e das Soluções de Tecnologia Informação com relação ao processo de projeto de obras;
- Automatização de atividades por meio do uso de ferramentas de tecnológicas (Ex.: interoperabilidade, compartilhamento de dados e fluxo de processos entre equipes multidisciplinares);
- Automação de atividades (Ex.: utilização de drones para vistorias);
- Compartilhamento de informações e dados entre as atividades realizadas por equipes multidisciplinares de elaboração dos projetos;
- Incremento da qualidade dos dados e informações geradas pelas atividades para melhoria do processo de comunicação e interoperabilidade dos Setores envolvidos;
- Armazenamento e mapeamento detalhado das informações dos projetos de obras com maior consistência de dados e disponibilizar o controle de informações e processos para utilização em posteriores fases de manutenções dos ativos, desta forma, permitindo o suporte em todas as fases do ciclo de vida das obras;
- Acesso a informações, projetos, publicações e canais de discussão com Instituições de Ensino incluindo a troca de experiências com finalidade de benefícios mútuos;
- Desenvolvimento final de uma ferramenta inteligente em que a informação inferida pode então ser adicionado ao modelo, enriquecendo-o e facilitando seu uso para qualquer aplicativo de exportação de forma a melhorar a interoperabilidade.

6.7.3 CONTRIBUIÇÕES PARA A GRADUAÇÃO E/OU PÓS GRADUAÇÃO DA UNB

A proposta de cooperação com a VALEC é de alto interesse para a UnB, com um grande potencial para gerar produção acadêmica e intelectual em áreas estratégicas, envolvendo alunos da UnB em todos os níveis.

Conforme informado, o projeto é realizado com dois grupos de pesquisa na UnB: Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil e Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Tecnologia e Urbanismo. Nesses programas de pós-graduação, as atividades do projeto são vinculadas nas seguintes linhas de pesquisa:

- Gestão e Sustentabilidade na Construção Civil. Pesquisa a caracterização geral da construção civil, seus intervenientes e processo produtivo; apresentar as principais mega-tendências do setor; discutir as filosofias de produção e as ferramentas para o gerenciamento e a suas implementações na construção de forma a atender custo, prazo e qualidade; sistema de informação gerencial na construção; ambientes integrados e BIM; noções gerais sobre produtividade; fatores que afetam a produtividade e medição de produtividade, redução de perdas; gestão de riscos;
- Métodos Numéricos e Computacionais Aplicados à Engenharia. A linha objetiva à aplicação dos métodos numéricos a problemas de análise de tensões, dinâmica, transferência de calor e outros problemas que podem ser descritos com equações. Adicionalmente, permite estudar os métodos heurísticos nas áreas da engenharia civil;
- Projeto e Planejamento Edifício. Projeto e planejamento edifício, com foco em processos, estratégias projetuais e de representação. Acessibilidade. Configuração edilícia. Ensino de projeto. Conceitos, projeto e planejamento da habitação urbana e rural. Política, planejamento e gestão de empreendimentos habitacionais.
- Sustentabilidade, Qualidade e Eficiência do ambiente construído. Controle e avaliação ambiental integrada e tecnologias eficientes para projeto, construção, operação e reabilitação de edificações e áreas urbanas, revitalização da paisagem. Gestão ambiental urbana e infraestrutura. Condições bioclimáticas e tradições culturais. Qualidade de vida urbana, desempenho ambiental e eficiência: energia, água, materiais e resíduos.

Neste projeto, há docentes e discentes envolvidos.

Este projeto contribuirá à formação de recursos humanos de graduação e pós-graduação, inclusive com apoio na forma de bolsas, oferecimento de temática de pesquisa, ambiente de desenvolvimento e cenário de validação dos resultados.

O projeto dará apoio a trabalhos de iniciação científica, projetos transversais, trabalhos de conclusão de curso, mestrados e doutorados.

A temática central do projeto está em área de investigação científica muito atual e avançada, com efetivo potencial de publicação em conferências e revistas científicas.

Espera-se também ao longo do projeto que uma vasta quantidade de material científico contido nos relatórios técnicos que serão produzidos seja submetida na forma de artigos a conferências e revistas científicas. Tal material serve também à produção de conteúdo didático para aulas de graduação e pós-graduação, além de gerar em muitos casos cursos de extensão.

Neste projeto, serão adquiridos de equipamentos computacionais para uso do BIM/GIS, bem como infraestrutura de suporte. Assim, parte dos recursos do projeto permite a aquisição de equipamentos e sistemas computacionais, computadores de usuário, bem como materiais diversos e serviços de manutenção e atualização. Tal financiamento proveniente do projeto é imprescindível para a existência de um ambiente adequado à realização da pesquisa, ao ensino de pós-graduação e graduação e atividades de extensão.

6.8 PRODUTOS

Em função da execução de tais atividades, são previstos os seguintes produtos do projeto na forma de relatórios técnicos (RTs) e documentos de auxílio aos projetos protótipos:

Revisão bibliográfica

- Artigo sobre o estado da arte de BIM/GIS infraestrutura;
- RT de proposta de implementação BIM/GIS.

Levantamento de necessidades

- RT Levantamento de informações da estrutura organizacional
- RT Levantamento de equipes
- RT Análise de informações dos levantamentos organizacionais

Projetos prototipados

- Projeto executivo de infraestrutura de todas as disciplinas de projeto;
- Orçamento de todos os objetos de projeto;
- Modelo Federado: disciplinas envolvidas, especificação técnica, plantas 2d e 3d, arquivos IFC, arquivos nativos, arquivos de compatibilização, arquivos BIM.
- Relatório técnico de avaliação do processo e produto BIM;
- Artigos científicos

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDI. Coletânea Guias BIMABDI-MDIC. [S.l.]: ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017. Disponível em: <<http://www.abdi.com.br>>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12722**: discriminação de serviços para construção de edifícios: procedimento. Rio de Janeiro, 1992, 14 p.

ADÁN, A.; HUBER, D. Análisis de datos 3D para generación automática de modelos BIM de interiores habitados. **Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI**, v. 8, n. 4, p. 357-370, out.-dez., 2011.

AZHAR, S. Building Information Modeling (BIM): trends, benefits, risks, and challenges for the AEC Industry. **Leadership and Management in Engineering**, v. 11, n. 3, p. 241-252, jul. 2011.

- AZHAR, S. *et al.* Building Information Modeling (BIM): a new paradigm for visual interactive modeling and simulation for construction projects. **Proc., First International Conference on Construction in Developing Countries**: p. 435-446, 2008.
- BABIČ, N. Č.; PODBREZNIK, P.; REBOLJ, D. Integrating resource production and construction using BIM. **Automation in Construction**, v. 19, n. 5, p. 539-543, 2010.
- BIOTTO, C. N.; C. T. FORMOSO; ISATTO, E. L. Uso de modelagem 4D e Building Information Modeling na gestão de sistemas de produção em empreendimentos de construção. **Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 79-96, 2015.**
- BSI. Little Book of BIM. [S.l.]: BSI, 2018.
- BSI. PAS 1192-2: Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling. [S.l.]: The British Standards Institution, 2013.
- CHA, H. S.; LEE, D. G. A case study of time/cost analysis for aged-housing renovation using a pre-made BIM database structure. **KSCE Journal of Civil Engineering**, v. 19, n. 4, p. 841-852, 2015.
- CHARALAMBOS, G., DIMITRIOS, V.; SYMEON, C. Damage assessment, cost estimating, and scheduling for post-earthquake building rehabilitation Using BIM. **Computing in Civil and Building Engineering**, p. 398-405, 2014.
- EASTMAN, C. *et al.* **BIM Handbook: a guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors.** Wiley: 2011.
- FORGUES, D. *et al.* Rethinking the cost estimating process through 5D BIM: a case study. **Construction Research Congress**, p. 778-786, 2012.
- HAN, K. K.; GOLPARVAR-FARD, M. Appearance-based material classification for monitoring of operation-level construction progress using 4D BIM and site photologs. **Automation in Construction**, v. 53, p. 44-57, 2015.
- HAYMAKER, J.; FISCHER, M.; LISTON, K. Benefits of 3D and 4D models for facility managers and Aec service providers. **4D CAD and Visualization in Construction**, Taylor & Francis, 2003.
- HU, Z.; ZHANG, J. BIM and 4D-based integrated solution of analysis and management for conflicts and structural safety problems during construction: 2. Development and site trials. **Automation in Construction**, v. 20, n. 2, p. 167-180, 2011.
- JOHANSSON, M.; ROUPÉ, M.; BOSCH-SIJTSEMA, P. Real-time visualization of Building Information Models (BIM). **Automation in Construction**, v. 54, p. 69-82, 2015.
- KIM, C.; SON, H. Automated construction progress measurement using a 4D Building Information Model and 3D data. **Automation in Construction**, v. 31, p. 75-82, 2013.
- KIM, J. I. *et al.* BIM-based decision-support method for master planning of sustainable large-scale developments. **Automation in Construction**, v. 58, p. 95-108, 2015.
- KYMMELL, W. **Building Information Modeling: planning and managing construction projects with 4D CAD and simulations** (McGraw-Hill Construction Series). [s.l.]: McGraw-Hill Education, 2007.
- LEE, H. W. *et al.* Quantitative analysis of warnings in Building Information Modeling (BIM). **Automation in Construction**, v. 51, p. 23-31, 2015.
- LEE, S.K.; KIM, K. R.; YU, J.H. BIM and ontology-based approach for building cost estimation. **Automation in Construction**, v. 41, p. 96-105, 2014.
- LEUSIN, S. Gerenciamento e coordenação de projetos BIM: Um guia de ferramentas e boas práticas para o sucesso de empreendimentos. [S.l.]: Elsevier Editora Ltda., 2018.

LIU, H.; AL-HUSSEIN, M.; LU, M. BIM-based integrated approach for detailed construction scheduling under resource constraints. **Automation in Construction**, v. 53, p. 29-43, 2015.

MA, Z.; LIU, Z. (2014). BIM-based intelligent acquisition of construction information for cost estimation of building projects. **Procedia Engineering**, **85**: 358-367.

MAHALINGAM, A.; YADAV, A. K.; VARAPRASAD, J. Investigating the role of lean practices in enabling BIM adoption: evidence from two indian cases. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 141, n. 7, 2015.

MATTHEWS, J. *et al.* (2015). Real time progress management: re-engineering processes for cloud-based BIM in construction. **Automation in Construction**, v. 58, p. 38-47.

PARK, T. Project cost estimation of national road in preliminary feasibility stage using BIM/GIS Platform. **Computing in Civil and Building Engineering**, p. 423-430, 2014.

PARKER, J. C. Marrying Cost-Benefit Analysis (CBA) with BIM (CBA-BIM). **ICSI 2014**, p. 760-771, 2014.

SCHATZ, K.; RÜPPEL, U. Visualization of a fire risk index method with combined deferred maintenance cost estimation within a BIM Environment. **Computing in Civil and Building Engineering**, p. 267-274, 2014.

SCHEER, S. *et al.* On-site BIM model use to integrate 4D/5D activities and construction works: a case study on a Brazilian low income housing enterprise. **Computing in Civil and Building Engineering**, p. 455-462, 2014.

STAUB, S.; FISCHER, M. Constructability reasoning based on a 4D facility model. **Structural Engineering World Wide**, Elsevier Science Ltda, 1988.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009.

UNDERWOOD, J. **Handbook of research on Building Information Modeling and construction informatics: concepts and technologies**. [s.l.]: 2009.

WANG, C.; CHO, Y. K.; KIM, C. (2015). Automatic BIM component extraction from point clouds of existing buildings for sustainability applications. **Automation in Construction**, v. 56, p. 1-13, 2015.

YALCINKAYA, M.; SINGH, V. Patterns and trends in Building Information Modeling (BIM) research: a latent semantic analysis. **Automation in Construction**, v. 59, p. 68-80, 2015.

ZHANG, J. P.; HU, Z. Z. BIM- and 4D-based integrated solution of analysis and management for conflicts and structural safety problems during construction: 1. Principles and methodologies. **Automation in Construction**, v. 20, n. 2, p. 155-166, 2011.

ZHANG, S. *et al.* BIM-based fall hazard identification and prevention in construction safety planning. **Safety Science**, v. 72, p. 31-45, 2015.

ZHAO, P. A.; WANG, C. C. A comparison of using traditional cost estimating software and BIM for construction cost control. *In*: ZHAO, P. A.; WANG, C. C. ICCREM. China: 2014.

7. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Metas		Atividades		Indicadores	Duração (meses)	
#	Descrição	#	Descrição	Indicador Físico	Início	Fim
Plano de atividades - ETAPA I - LEVANTAMENTO DE NECESSIDADES						
I.M1	Mobilizar a equipe de pesquisadores	I.A1	Seleção de pesquisadores	Relatório com organograma da equipe equipes	1	2
		I.A2	Organização das equipes de trabalho		1	2
I.M2	Planejamento inicial e	I.A3	Revisão bibliográfica	Biblioteca com artigos científicos	3	4

	levantamento de materiais de referência			atualizados sobre BIM		
I.M3	Obter o nível de maturidade da equipe de projeto	I.A4	Levantamento das capacidades instaladas, características dos projetos, nível de conhecimento do BIM/GIS	Relatório de nível de maturidade e da capacidade instalada	3	4
I.M4	Organização das equipes	I.A5	Montagem das atividades e responsabilidades BIM/GIS	Relatório com organograma da organização das equipes	3	4
Plano de atividades - ETAPA II – BIM ESSENCIAL						
II.M1	Definição de metodologia para capacitação	II.A1	Desenvolvimento da metodologia a ser aplicada nos treinamentos	Relatório com descrição da metodologia, cronograma e resultados esperados	4	5
II.M2	Treinamento sobre BIM Essencial	II.A2	Curso sobre Introdução e mindset BIM/GIS	Certificado para os participantes	4	5
II.M3	Instalação de hardware e software	II.A3	Realização de consulta pública para contra a instalação de hardware e software	Comprovantes de compras de hardware e software	4	5
Plano de atividades - ETAPA III – BIM MODELAGEM E BIM ESTRATÉGICO						
III.M1	Treinamento avançado em modelagem BIM/GIS	III.A1	Curso avançado para perfil modelagem BIM/GIS, utilizando os softwares como: Autocad Civil 3D, Revit, Infracore, Navisworks Manage, ReCAP PRO e BIM 360.	Certificado para os participantes	3	5
Plano de atividades - ETAPA IV – PROJETO PILOTO BIM						
IV.M1	Elaboração do planejamento BIM/GIS	IV.A1	Montar a estratégia do sistema que trabalha com o BIM/GIS	Mapa de um sistema BIM/GIS	5	6
IV.M2	Implementação do sistema BIM/GIS	IV.A2	Implementação das estratégias montadas no item anterior na forma de um sistema Web. Armazenamento em nuvem.	Códigos computacionais gerados	6	12
IV.M3	Elaboração de manuais BIM/GIS	IV.A3	Elaboração de manuais e procedimentos de boas práticas BIM	Manuais: nomenclatura, organização de arquivos, processos BIM/GIS, compatibilidade BIM/GIS	8	13
Plano de atividades - ETAPA V – AVALIAÇÃO						
V.M1	Disseminação do BIM/GIS para outros órgãos federais	V.A1	Realização de primeiro workshop com apresentação dos resultados preliminares	Workshop I	12	15
V.M2	Artigos científicos	V.A3	Escrita de artigos científicos decorrentes do projeto de pesquisa	Documentos dos artigos científicos	10	15
V.M3	Relatório final	V.A3	Escrita do relatório final	Emissão do Relatório final	14	15

8. **PLANO DE APLICAÇÃO (ANEXO I)**9. **DETALHAMENTO DAS DESPESAS (ANEXO II)**10. **CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO (R\$ 1,00)**

Meta	Ano 1					
	Mês 01	Mês 02	Mês 03	Mês 04	Mês 05	Mês 06
Etapa de I a IV	R\$ 300.000,00			R\$ 209.216,84		
Meta	Mês 07	Mês 08	Mês 09	Mês 10	Mês 11	Mês 12

11. **ASSINATURA**

<hr/> Local e Data	<hr/> Márcia Abrahão Moura Reitora da Universidade de Brasília
<hr/> Local e Data	<hr/> WASHINGTON GULTENBERG DE MOURA LUKE Diretor de Engenharia

ANEXO I - Plano de Aplicação		
RECEITAS		
A - Total de Receitas	R\$	509.216,84
DESPESAS		
Especificação	Valor Total (R\$)	
Material de consumo	R\$	10.000,00
Auxílio Financeiro a Estudante	R\$	72.000,00
Auxílio Financeiro a Pesquisador	R\$	242.400,00
Equipamento e Material Permanente	R\$	52.000,00
Outros Serviços de Terceiros - Pessoa Jurídica	R\$	132.816,84
B - Total de Despesas	R\$	509.216,84

ANEXO II - Detalhamento das Despesas						
Material de consumo						
ITEM	Descrição	Un. Medida	Quant.	Valor unit.	Valor total	
1	Material de Consumo (lápis, borracha, tonner de impressora, papel e etc.)	Material	1	5.000,00	5.000,00	
2	Livros, normas técnicas, e-books, artigos em revistas, anais de congresso, etc	Material	1	5.000,00	5.000,00	
Subtotal					10.000,00	
Auxílio Financeiro a Estudante						
ITEM	Beneficiário	Modalidade	Quant.	Período	Valor unit.	Valor total
1	Alunos de Graduação UnB - A selecionar	Apoio Técnico	10	12	600,00	72.000,00
Subtotal						72.000,00
Auxílio Financeiro a Pesquisador						
ITEM	Beneficiário	Modalidade	Quant.	Período	Valor unit.	Valor total
1	Raquel Naves Blumenschein	Pesquisador A	1	12	3.800,00	45.600,00
2	Antônio Carlos de Oliveira Miranda	Pesquisador B	1	12	2.400,00	28.800,00
3	Cynthia Nojimoto	Pesquisador B	1	12	2.400,00	28.800,00
4	Pesquisador Doutor - A selecionar	Pesquisador B	1	12	2.400,00	86.400,00
5	Aluno de Doutorado - A selecionar	Pesquisador B	1	12	2.000,00	24.000,00
6	Aluno de Mestrado - A selecionar	Pesquisador C	2	12	1.200,00	28.800,00
Subtotal						242.400,00

Outros Serviços de Terceiros - Pessoa Jurídica

ITEM	Descrição	Quant.	Valor unit.	Valor total
1	Ressarcimento UnB - Conforme Resolução CAD 045/2014	1	35.440,00	35.440,00
2	Despesas Operacionais e Administrativas	1	43.688,00	43.688,00
3	Licenças de software (GIS)	1	20.000,00	20.000,00
4	Licenças de nuvem	10	1.000,00	10.000,00
Subtotal				109.128,00
Equipamento e Material Permanente				
ITEM	Descrição	Quant.	Valor unit.	Valor total
1	Computador Workstation	2	15.000,00	30.000,00
2	Notebooks	2	8.000,00	16.000,00
3	Óculos 3D	1	6.000,00	6.000,00
Subtotal				52.000,00
Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza				
ITEM	Descrição	Quant.	Valor unit.	Valor total
1	Imposto Sobre Serviços (ISS)*	1	23.688,84	23.688,84
Subtotal				23.688,84
Encargo incorrido sobre a execução do projeto, com alíquota de 5%, conforme LC n.º 116/2003, sobre o valor total do projeto R\$ 473.776,84 exceto ressarcimento da Instituição Federal de Ensino Superior (IFE).				
B - Total de Despesas				509.216,84



Documento assinado eletronicamente por **Washington Gultenberg de Moura Luke, Diretor**, em 08/12/2020, às 18:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 3º, inciso V, da Portaria nº 446/2015 do Ministério dos Transportes.



Documento assinado eletronicamente por **Márcia Abrahão Moura, Usuário Externo**, em 29/12/2020, às 18:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 3º, inciso V, da Portaria nº 446/2015 do Ministério dos Transportes.



Documento assinado eletronicamente por **Raquel Naves Blumenschein, Usuário Externo**, em 29/12/2020, às 20:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 3º, inciso V, da Portaria nº 446/2015 do Ministério dos Transportes.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.infraestrutura.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3507456** e o código CRC **5543D46F**.



Referência: Processo nº 51402.102043/2020-99



SEI nº 3507456

SAUS Quadra 01, Bloco G, Lotes 3 e 5 - Bairro ASA SUL
Brasília/DF, CEP 70070010
Telefone: 2029-6100 - www.valec.gov.br