PROJECT-BASED LEARNING PARA O ENSINO DE PROJETOS DE ESTRADAS

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2024.5022

Autores: *RAFAEL FERNANDES DIONIZIO, MARIANA CAMPOS BRAVO THOMAZ, JULIANA CAPANEMA FERREIRA MENDONCA, VIVIAN SILVEIRA DOS SANTOS BARDINI, ELOISA DEZEN KEMPTER, THOMAZ EDUARDO TEIXEIRA BUTTIGNOL*

Resumo: *Este artigo explora a importância das abordagens interdisciplinares e da aprendizagem baseada em projetos (PBL) utilizando a Modelagem da Informação da Construção (BIM) no ensino de Engenharia de Transportes, com foco em um estudo de caso realizado na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Posteriormente, são apresentados os fundamentos teóricos que sustentam a integração do BIM no ensino, destacando a metodologia empregada no estudo é descrita detalhadamente, abrangendo o delineamento do conteúdo programático, a seleção do software (Civil 3D da Autodesk), a formulação do problema apresentado aos alunos e a estruturação das aulas. O problema apresentado envolve a conceituação de uma nova via de acesso às rodovias Anhanguera e Bandeirantes, com o objetivo de melhorar as condições de tráfego na região de Limeira, São Paulo. Os resultados e as discussões destacam os desafios e as vantagens da incorporação do BIM no ensino de Engenharia de Transportes. Percebe-se que as abordagens interdisciplinares e o emprego de metodologias ativas, como a PBL, promovem a compreensão prática e o envolvimento do aluno no processo de aprendizagem. Além disso, a integração gradual da BIM no currículo manifesta resultados positivos em termos de envolvimento do aluno e melhoria do desempenho acadêmico. A conclusão ressalta a importância da aplicação da BIM no ensino de Engenharia de Transportes para equipar os alunos com as habilidades necessárias para as demandas do setor e para facilitar experiências de aprendizado mais profundas e contextualizadas. Além disso, são delineadas recomendações para trabalhos futuros, incluindo a ampliação da aplicação da BIM em outras disciplinas e a realização de mais estudos de caso para avaliar a eficácia dessa abordagem pedagógica.*

Palavras-chave: *PBL, metodologia ativa, Engenharia de Transportes, BIM*

PROJECT-BASED LEARNING PARA O ENSINO DE PROJETOS DE ESTRADAS

1 INTRODUÇÃO

A graduação em Engenharia de Transportes avança nos estudos acerca de infraestrutura, logística, planejamento e operação, e mobilidade urbana, a fim de preparar profissionais para os desafios que implicam em lidar com novos métodos e tecnologias para suprir as necessidades da sociedade (Brasil, 2021; CONFEA, 2016, 2017; Hurwitz et al., 2016). Tal cenário tem levado pesquisadores e educadores a explorar cada vez mais abordagens de aprendizagem que envolvam experiências práticas profissionais aos estudantes (Barbalho *et al.*, 2017; Moutta, Rodrigues, 2020; Reis *et al.*, 2023).

Denominadas metodologias ativas, estas abordagens possuem o foco voltado para o estudante como o protagonista de seu aprendizado e o docente com o papel do facilitador, torna-se responsável pelo suporte e engajamento (Reis *et al.*, 2017; Reis *et al.*, 2023). Entre estas, destaca-se a Aprendizagem Baseada em Projetos, difundida em língua inglesa como *Project Based Learning* (PBL), que tem sido amplamente explorada nos cursos de engenharia por utilizar projetos para solucionar questões e problemas reais (Barbalho *et al.*, 2017; Bender, 2017; Reis *et al.*, 2017; Reis *et al.*, 2023). Maor *et al*. (2023) destacam que tal metodologia proporciona aos estudantes o desenvolvimento e prática de habilidades como metacognição, criatividade e pensamento crítico.

Entretanto, se faz necessário o uso de questões norteadoras e âncoras para que o PBL promova, de fato, engajamento dos estudantes como autores do saber (Yu *et al.*, 2024) e ao mesmo tempo acompanhe a evolução do mercado de trabalho (Zhu *et al.*, 2024). As aplicações do método PBL no curso de Engenharia de Transportes têm sido pouco exploradas. De acordo com Silva et al. (2012), Silva Jr. et al. (2014), Hurwitz et al. (2016), Tischer et al. (2020) e Vasconcelos e Andrade (2023), o uso do PBL tem sido predominantemente restrito às disciplinas de transporte dentro da Engenharia Civil. No entanto, a aplicação específica do PBL no contexto do curso de graduação em Engenharia de Transportes ainda carece de estudos aprofundados.

Sob tal contexto e ante a necessidade da formação de profissionais mais preparados a demanda nesta área, este estudo traz uma proposta de implantação de PBL para o ensino de projeto e construção de estradas utilizando como questão norteadora as características básicas e volumes de tráfego do sistema viário do Município de Limeira, no Estado de São Paulo, onde o curso de graduação em Engenharia de Transportes da Faculdade de Tecnologia (FT) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) está inserido. Como âncora para o desenvolvimento do projeto de melhoria, o uso do *Building Information Modeling* (BIM) através do Autodesk Civil 3D foi considerado, alinhado à exigência do Decreto Federal 9377 de 2018 (Brasil, 2018), de que projetos públicos sejam apresentados por meio desta tecnologia.

Logo, esta proposta tem por intuito prover um caminho para que o ensino de projeto de estradas envolva o graduando em Engenharia de Transportes desde a definição do problema até o desenvolvimento das peças do projeto, estimulando a sua autonomia e participação ativa no processo de aprendizagem, conectado ao mercado de trabalho e às demandas da área.

Para tanto, serão apresentados neste artigo o referencial teórico sobre a metodologia ativa e seus meios de ensino, a metodologia para a condução e proposta para implementação, e por fim os resultados esperados e considerações finais.

2 PROJETO DE ESTRADAS E PROJECT-BASED LEARNING (PBL)

Para o desenvolvimento da sociedade torna-se fundamental a disposição de elementos de infraestrutura concebidos para a mobilidade sustentável da população (Pimenta *et al.*, 2017). Entre estes elementos, a rodovia, também conhecida como estradas de rodagem, apresenta-se como meio projetado para atender as demandas de tráfego durante toda sua vida útil e agente principal da malha viária nacional (Pimenta *et al.*, 2017). Segundo os autores, a concepção do projeto de estradas deve considerar diretrizes que vão além do tráfego e do traçado geométrico, como a construção e operação, minimizar o impacto ambiental e o uso de tecnologias para integrar normas e comunicações a fim de prover maior eficiência, segurança e conforto da via.

Neste aspecto, o decreto nº 9377 vigente a partir de maio de 2018 instituiu a obrigatoriedade do uso do BIM para a concepção de projetos públicos (Brasil, 2018) e no âmbito da gestão a *International Organization for Standardization* (ISO) junto a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) emitiram a ABNT NBR ISO 19650-1 com referências para a modelagem das informações (ABNT, 2022).

Cardoso e Lima (2011) realizaram uma avaliação sobre a efetividade da PBL nos cursos de Engenharia de Produção e Administração de Empresas, com foco na disciplina de Logística e Transportes. Os resultados indicaram que a PBL contextualiza o conhecimento e a aprendizagem com base em problemas do mundo real, o que permite aos estudantes desenvolverem habilidades profissionais e se prepararem para o mercado de trabalho.

Em uma linha semelhante, Masson *et al.* (2012) aplicaram a PBL no ensino de engenharia e constataram que essa abordagem educacional prioriza a experiência dos estudantes como fundamento para a construção do conhecimento. A metodologia reconhece os conhecimentos prévios dos alunos como ponto de partida e busca integrar diversas áreas do saber em uma abordagem interdisciplinar. Além de ampliar seus conhecimentos, os alunos desenvolvem habilidades de aprendizagem autônoma, tais como a capacidade de aprender a aprender, tomar decisões, planejar e assumir responsabilidades em seu processo educativo. Adicionalmente, a aprendizagem por projetos sensibiliza os alunos para os desafios sociais e éticos relacionados à ciência e tecnologia, incentivando-os a buscar soluções pertinentes para essas questões.

Wang *et al*. (2020) e Zhu *et al*. (2024) destacam que o uso da tecnologia afeta diretamente na forma como se aprende, permitindo a resolução de conflitos e a conexão com outras áreas de estudo. Apesar destes benefícios e demandas, segundo Besné *et al*. (2021) a adoção do BIM no ensino superior brasileiro está aquém de outros países, e as práticas manuais de projetos ainda persistem como base de currículos e disciplinas nas engenharias. Pesquisadores destacam que esta resistência pode ser atribuída desde a falta de infraestrutura até a mão de obra especializada disponível para o suporte ao uso desta tecnologia (Besné *et al*., 2021; Lee, Lee e Ahn, 2019).

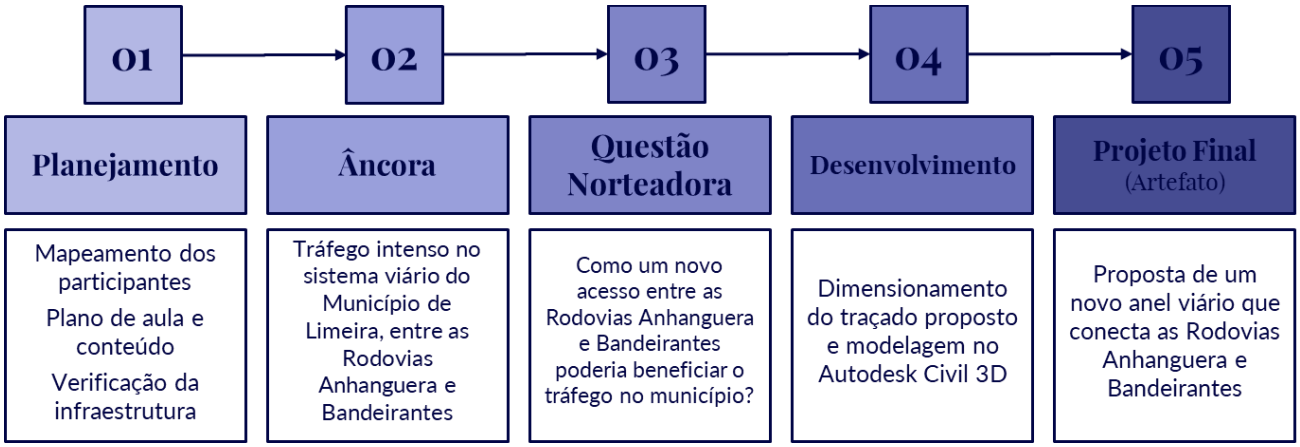
Tal cenário impacta diretamente no engajamento dos estudantes e na evolução do aprendizado, visto que, de acordo com Maor *et al*. (2023) o ambiente e a originalidade podem impulsionar o uso de metodologias ativas, como o PBL e melhorar a metacognição e pensamento crítico ante a problemas e projetos. Sirotiak e Sharma (2019) também veem o PBL como instrumento para fomentar as habilidades para gestão e resiliência dos futuros profissionais de engenharia.

3 METODOLOGIA

Como abordagem metodológica para a proposta de uso do PBL voltada para a disciplina de Projeto e Construção de Estradas do curso de graduação em Engenharia de Transportes utilizou-se um fluxograma direcionador com 05 etapas, como mostra a Figura 1.

Este fluxograma trata-se da adaptação das etapas propostas por Bender (2014) e das aplicações e considerações dirigidas ao ensino na engenharia propostas por Silva *et al*. (2014), Sirotiak e Sharma (2019), Tischer *et al*. (2020) e Vasconcelos e Andrade (2023).

Figura 1 – Fluxograma direcionador.



Fonte: Os autores

A primeira etapa trata-se do Planejamento, onde devem ser mapeados os participantes (docentes e discentes), analisados plano de aula e as determinações da instituição de ensino superior (IES), disposição da infraestrutura da IES, como o layout das salas e laboratórios, softwares e material escolar. Yajma et al. (2016) ressaltam a importância do layout para aplicação do PBL, pois o ambiente físico impactou significativamente a experiência de aprendizagem e desta forma deve estar projetado para facilitar a colaboração e comunicação entre os estudantes durante a realização dos projetos.

Posteriormente na segunda etapa define-se a Âncora para a condução da aprendizagem baseada em projetos. Criando assim um contexto para que o projeto resolva um problema real.

Na terceira etapa faz-se a determinação da Questão Norteadora, que deve incentivar os estudantes a investigar, analisar e resolver o problema de maneira colaborativa, utilizando seus conhecimentos prévios buscando informações adicionais e ao mesmo tempo conduzir ao desenvolvimento das habilidades de pensamento crítico e tomada de decisão. Sugere-se que a questão envolva situações cotidianas na prática que o futuro profissional de engenharia terá de lidar, além de aspectos das dimensões da sustentabilidade que alcancem a comunidade à qual estará inserida.

A quarta etapa consiste no Desenvolvimento do projeto, onde devem ser conduzidas as atividades, avaliações e suporte para os estudantes na elaboração e apresentação do Projeto Final (Artefato). Este por sua vez, encerra o fluxograma direcionador, com apresentação do projeto final para solucionar o problema contextualizado na etapa de Âncora determinado na Questão Norteadora e conduzido na etapa de Desenvolvimento.

Sugere-se que a apresentação do projeto também seja feita em um formato alinhado à prática profissional e não apenas a entrega de arquivos.

4 PROJETO DE MELHORIA PARA O SISTEMA VIÁRIO DO MUNICÍPIO DE LIMEIRA

A proposta de PBL foi estruturada sobre o contexto da disciplina de Projeto e Construção de Estradas no primeiro semestre de 2024. Com carga horária semestral de 60 horas distribuídas em 15 semanas de aula, compõe o sétimo semestre da grade curricular de 12 semestres do curso de graduação em Engenharia de Transportes ofertado em período noturno pela Faculdade de Tecnologia da UNICAMP. Essa disciplina tem como pré-requisitos as disciplinas de Representação Gráfica, na qual os alunos têm sua primeira aproximação com BIM, além de Topografia 1 e 2.

4.1 Planejamento

Como participantes da disciplina considerou-se os 20 estudantes matriculados e duas docentes, sendo uma especialista em estradas e infra estrutura de transportes, e outra especialista em expressão gráfica e BIM. A IES também disponibilizou para a disciplina o suporte de dois estudantes de pós-graduação que fazem parte do Programa de Estágio Docente (PED), para suporte às atividades, projetos e dúvidas junto aos estudantes.

Ante ao conteúdo estabelecido na matriz curricular do curso, elaborou se um plano de aula considerando que as 4 horas aula seriam divididas em 2 horas para a teoria e 2 horas para atividades referentes ao desenvolvimento do projeto, Como mostra o quadro um que relaciona as etapas do fluxograma direcionador.

Quadro 1 – Plano de aula

Aula	Conteúdo	Etapa do Fluxograma Direcionador (Figura 1)
1	Introdução, conceitos, agências rodoviárias, Traçado da Estrada	1, 2, 3
2	Projeto Geométrico: Elementos Básicos, Curvas Horizontais Circulares, Curvas Horizontais com Transição	1, 2, 3
3	Projeto: Desenho Técnico / Passo 1: O Traçado da estrada / Passo 2: Definição de Elementos Básicos para o Projeto	3, 4
4	Projeto: Desenho Técnico / Passo 3: Curvas horizontais	3, 4
5	Projeto: Desenho Técnico / Projeto Civil 3D: Passos 1,2,3	4
6 e 7	Projeto: Desenho Técnico / Passo 4 e 5: Perfil longitudinal; rampas; curvas verticais de concordância e Seção transversal	4
8	Prova teórica Passos 1 ao 5	4
9	Projeto Civil 3D / Passo: 5 Seção Transversal	4
10 e 11	Projeto: Desenho Técnico / Passo 6: Superelevação e Superlargura	4
12	Projeto: Civil 3D / Passo 6: Superelevação e Superlargura	4
13	Projeto: Desenho Técnico / Passo 7: Perfil Longitudinal e Passo 8: Projeto de Terraplenagem	4
14	Projeto - Civil 3D / Passo 7: Perfil Longitudinal e Passo 8: Projeto de Terraplenagem	4
15	Entrega Final	5

Fonte: Os autores

Como infraestrutura destinou-se a Sala Explora, que possui 10 mesas dispostas de forma que proporcione o trabalho em equipe, e o Laboratório de Informática, com computadores para uso do software Autodesk Civil 3D, como mostra a Figura 2.

Figura 2 – Infraestrutura: disposição da Sala Explora e Laboratório de Informática.

Fonte: Os autores

Como Ambiente Virtual de Aprendizagem, foi utilizado o Google Classroom para o gerenciamento do conteúdo, entrega das atividades e do projeto final.

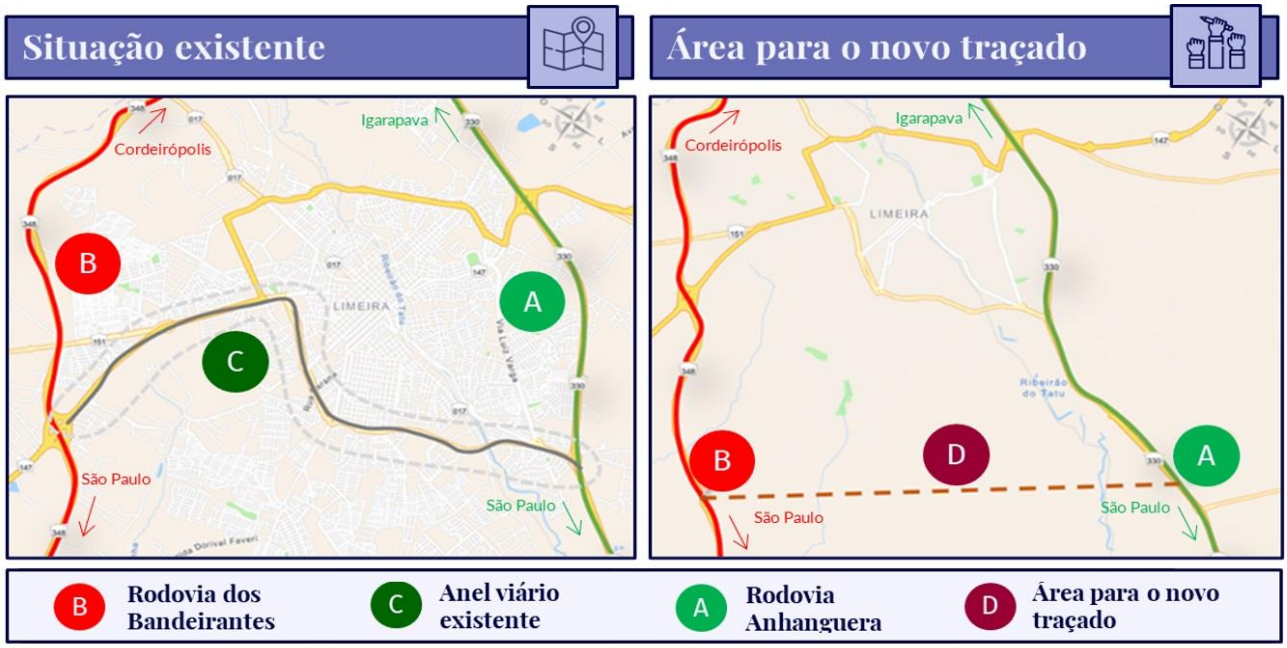
4.2 Âncora

O contexto do projeto foi relacionado ao traçado viário que afeta o Município de Limeira onde o campus da FT/UNICAMP está localizado. Entre as duas das mais importantes rodovias do Brasil, segundo a Confederação Nacional do Transporte (CNT), a Rodovia dos Bandeirantes (SP-348) com 173 km se inicia no município de São Paulo e termina no Município de Cordeirópolis/SP, e a Rodovia Anhanguera (SP-330) com 456 km se inicia também no Município de São Paulo e termina no Município de Igarapava/SP, aumentando ainda mais a circulação de veículos dentro de Limeira. Com um sistema viário sobrecarregado, pois a única opção de conexão entre as rodovias é por meio do anel viário que atravessa parte município, afetando a vida da população local e dos estudantes, que também vivenciam o problema diariamente, ora para acessar a faculdade, ora para usufruto da infraestrutura municipal.

4.3 Questão norteadora: problema proposto

A questão motriz para nortear o projeto de melhoria do sistema viário de Limeira, com o intuito de conectar as Rodovias Anhanguera e Bandeirantes (como mostra a Figura 3), de forma que a população se beneficie, foi estabelecida a fim de orientar os esforços estudantes e docentes: *Como um novo acesso entre as Rodovias Bandeirantes e a Anhanguera poderiam beneficiar a mobilidade intra-urbana do Município de Limeira com o desvio do tráfego interurbano gerado por essa ligação?*

Figura 3 – Contexto do projeto proposto.

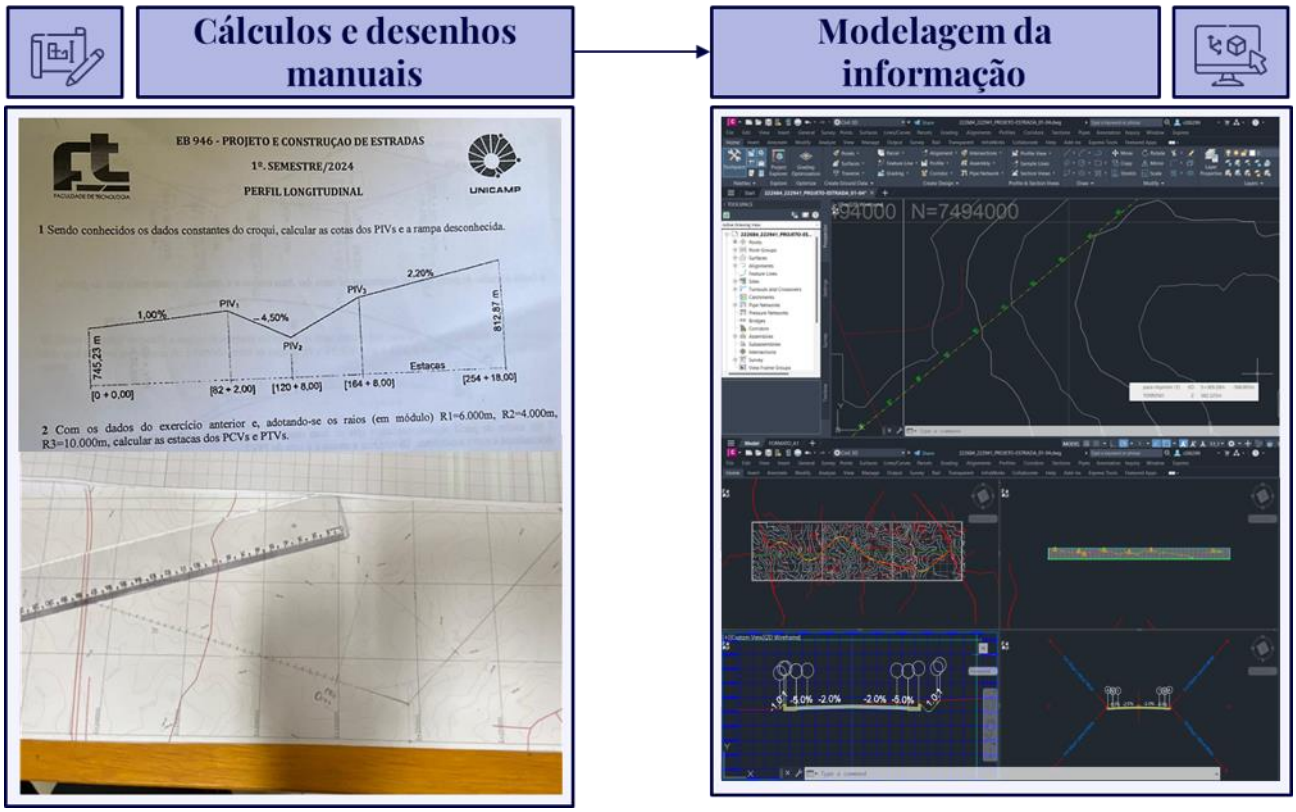


Fonte: Os autores

4.4 Desenvolvimento

Nesta etapa, propôs-se a entrega de atividades que compõem o traçado a ser desenvolvido em equipe pelos estudantes. Contando com o suporte dos docentes e do PEDs, as aulas práticas foram direcionadas a discussões sobre os possíveis desafios a serem encontrados na condução do projeto. Assim, estabeleceu-se que cada etapa da execução do projeto seria calculada manualmente e posteriormente tal informação modelada no Autodesk Civil 3D (Figura 4). Caso optasse pela elaboração de todo o projeto somente pela modelagem da informação, não se avançaria para a compreensão dos estudantes quanto às etapas fundamentais para execução de um projeto de estradas. A inserção de valores sem compreender plenamente sua origem e significado traria um desentendimento de conceitos básicos para o estudo e condução do projeto.

Figura 4 – Meios para o desenvolvimento de projetos.



Fonte: Os autores

As etapas manuais incluem a definição de elementos, como: o tipo de rodovia, velocidade prevista, o traçado da via e análise das curvas de nível do terreno existente. Em vista disso, optou-se por utilizar a Sala Explora (Figura 2) com mesas de 2,00 m de comprimento e 0,70 m de largura, desde aula 3 para que os desenhos físicos da área de estudos, plotados, pudessem ser manuseados e a partir daí os cálculos feitos.

Posteriormente, já na aula 5 foi considerado o uso do Autodesk Civil 3D no Laboratório de Informática (Figura 2) para inserção dos dados calculados, a determinação dos perfis, seções transversais, superelevações, superlargura até os ajustes para entrega final. De forma acadêmica, também será incorporada a criação de um formulário de avaliação para que os alunos possam expressar sua experiência com a disciplina. Essa avaliação fornecerá informações relevantes e fundamentais para fortalecer o processo de aprendizado.

4.5 Projeto final (Artefato)

Para apresentação do Projeto Final definiu-se a entrega do projeto proposto por meio do Google Classroom e uma apresentação em equipe, com o que foi considerado para a escolha do traçado, incluindo as limitações da via e os detalhes do dimensionamento, como velocidade de projeto, capacidade de tráfego e número de pistas e de faixas de tráfego. Os discentes serão organizados em duplas e deverão apresentar oralmente, por meio de slides, seus respectivos projetos. Os critérios para a avaliação final compreendem duas componentes principais: a Prova Escrita e o Projeto. A Prova Escrita e a entrega dos passos

do projeto de 1 a 7 constituem 50% da nota total, enquanto a entrega final do projeto no Civil 3D corresponde aos restantes 50%.

5 RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se com tal proposta, que os estudantes através da solução de problemas por meio de projetos, desenvolvam além das habilidades técnicas, a capacidade de inovar e trabalhar em equipe. No âmbito acadêmico, uma forma de aplicar o PBL a outras disciplinas de engenharia de transportes, como foco na inserção da academia nos problemas da comunidade que a cerca.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conduzimos um estudo explorando o uso do PBL em uma disciplina do curso de Engenharia de Transportes, como projeto inicial de implementação do BIM não apenas na disciplina de Projeto e Construção de Estradas, mas também como parte da proposta de incorporação do BIM no currículo do curso.

O PBL demonstrou-se uma aplicação promissora para projetos de estradas, uma vez que o problema proposto pode engajar os estudantes a buscar soluções com compromisso social para a comunidade de Limeira, com o intuito de melhorar a via com base em um projeto que conecta duas rodovias. Além disso, a condução desta metodologia ativa instiga o posicionamento dos estudantes como principais atores na construção do conhecimento, levando-os a tomar decisões assertivas e corrigir erros que possam estar relacionados à execução de cálculos realizados antes da modelagem BIM.

Como trabalho futuro sugere-se a incorporação do BIM no currículo de outros cursos, abordando melhorias e desafios, além de destacar os desafios práticos, especialmente em contextos multidisciplinares. Além disso, ressaltamos a importância de uma avaliação final do PBL com base no projeto final e na perspectiva dos estudantes em relação ao método proposto, com o propósito de aprimorar continuamente formatos que promovam o saber dos futuros profissionais.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual de Campinas, em especial a Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo e a Faculdade de Tecnologia. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pelo suporte financeiro para a realização do presente trabalho - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ISO **NBR 19650-1**: Organização da informação acerca de trabalhos da construção - Gestão da informação usando a modelagem da informação da construção - Parte 1: Conceitos e princípios. Rio de Janeiro, 2022.

BARBALHO, S. C. M. *et al*. A Project Based Learning approach for Production Planning and Control: analysis of 45 projects developed by students. **Production**, v. 27, e20162259, 2017.

BENDER, William N. **Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Porto Alegre: Penso, 2014.

BESNÉ, A.; PÉREZ, M. A.; NECCHI, S.; PEÑA, E.; FONSECA, D.; NAVARRO, I.; REDONDO, E. A Systematic Review of Current Strategies and Methods for BIM Implementation in the Academic Field. **Applied Sciences**, v. 11, n. 12, p. 5530, 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Resolução nº 01, de 26 de março de 2021**. Altera o Art. 9°, § 1º da Resolução CNE/CES 2/2019 e o Art. 6°, § 1º da Resolução CNE/CES 2/2010, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo. Brasília: Câmara de Educação Superior, 2021. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=175301-rces001-21&category_slug=marco-2021-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 24 abr. 2024.

BRASIL. **Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018**. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling*. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, [2018]. Disponível em: https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2018/decreto-9377-17-maio-2018-786731-publicacaooriginal-155623-pe.html. Acesso em: 24 abr. 2024.

CARDOSO, Igor De Moraes; LIMA, Renato da Silva. Métodos ativos de aprendizagem: o uso do aprendizado baseado em problemas no ensino de logística e transportes. 2011.

CONFEA. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. **Resolução nº 1076, de 5 de julho de 2016**. Discrimina as atividades e competências profissionais do engenheiro de energia e insere o título na Tabela de Títulos Profissionais do Sistema Confea/Crea, para efeito de fiscalização do exercício profissional. Brasília: Conselho Federal de Engenharia e Agronomia, 2016. Disponível em: https://normativos.confea.org.br/Ementas/Visualizar?id=59510. Acesso em: 24 abr. 2024.

CONFEA. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. **Resolução nº 1096, de 13 de dezembro de 2017**. Discrimina as atividades e competências profissionais do engenheiro de transportes. Brasília: Conselho Federal de Engenharia e Agronomia, 2017. Disponível em: https://normativos.confea.org.br/Ementas/Visualizar?id=64797. Acesso em: 24 abr. 2024.

HURWITZ, D. S.; BERNHARDT, K. L. S.; TUROCHY, R. E.; YOUNG, R. K. Transportation Engineering Curriculum: Analytic Review of the Literature. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 142, n. 3, 2016.

LEE, S; LEE, J; AHN, Y. Sustainable BIM-Based Construction Engineering Education Curriculum for Practice-Oriented Training. **Sustainability**, v. 11, n. 21, p. 6120, 2019.

MAOR, R.; PAZ-BARUCH, N.; GRINSHPAN, N.; MILMAN, A.; MEVARECH, Z.; LEVI, R.; SHLOMO, S.; ZION, M. Relationships between metacognition, creativity, and critical thinking in self-reported teaching performances in project-based learning settings. **Thinking Skills and Creativity**, v. 50, 101425, 2023.

MASSON, Terezinha Jocelen et al. Metodologia de ensino: aprendizagem baseada em projetos (pbl). In: **Anais do XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE)**, **Belém, PA, Brasil**. sn, 2012.

MOUTTA, R. O.; RODRIGUES, G. C. Metodologias ativas no Ensino Superior: um estudo de caso de desenvolvimento de projeto. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 39, p 137-146, 2020.

PIMENTA, Carlos R. *et al*. **Projeto Geométrico de Rodovias**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

REIS, A. C. B.; BARBALHO, S. C. M.; ZANETTE, A. C. D. A bibliometric and classification study of Project-based Learning in Engineering Education. **Production**, v. 27, e20162258, 2017.

REIS, A.; ALVES, A.; WENDLAND, E. C. Metodologias Ativas no Ensino Superior: Um Mapeamento Sistemático no Contexto dos Cursos de Engenharia. **Educação em Revista**, v. 39, e39012, 2023.

SILVA, A. N. R.; KURI, N. P.; CASALE, A. PBL and B-Learning for Civil Engineering Students in a Transportation Course. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 138, n. 4, 2012.

SILVA JR., C. A. P.; FONTENELE, H. B.; SILVA, A. N. R. Transportation Engineering Education for Undergraduate Students: Competencies, Skills, Teaching-Learning, and Evaluation. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 141, n. 3, 2014.

Sirotiak, T.; Sharma, A. Problem-Based Learning for Adaptability and Management Skills. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 145, n. 4, 2019.

TISCHER, Celso B.; SILVEIRA, Leonardo; SANTOS, Jaderson R. dos; DALOSTO, Francisco; MAROSTEGA, Valéria R. Protótipo de um Sistema Ferroviário Desenvolvido através da Aplicação da Metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL). In: XLVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2020, Caxias do Sul. **Anais**. Caxias do Sul. Disponível em: https://abenge.org.br/sis_artigo_doi.php?e=COBENGE&a=20&c=2938. Acesso em 24 abr. 2024.

VASCONCELOS, Débora G.; ANDRADE, Maurício O. de. Alternativas de Traçado de Rodovia Arterial em Ambientes com Restrições Ambientais e Econômicas: O Arco Metropolitano do Recife como objeto de ensino prático. In: XXXVII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2023, Santos. **Anais**. Santos. Disponível em: https://proceedings.science/anpet-2023/trabalhos/alternativas-de-tracado-de-rodovia-arterial-em-ambientes-com-restricoes-ambienta?lang=pt-br. Acesso em 24 abr. 2024.

WANG, L.; HUANG, M.; ZHANG, X.; JIN, R.; YANG, T. Review of BIM adoption in the higher education of AEC disciplines. **Journal of Civil Engineering Education**, v. 146, n. 3, p. 06020001, 2020.

YAJMA, Kuniaki et al. Construction of active learning environment by the student project. Procedia Computer Science, v. 96, p. 1489-1496, 2016.

YU, H. Enhancing creative cognition through project-based learning: An in-depth scholarly exploration. **Heliyon**, v. 10, n. 6, e27706, 2024.

ZHU, Y.; JAFARI, A.; BEHZADAN, A. H.; ISSA, R. R. A. A Roadmap to the Next-Generation Technology-Enabled Learning-Centered Environments in AEC Education. **Journal of Civil Engineering Education**, v. 150, n. 3, 2024.

PROJECT-BASED LEARNING FOR TEACHING ROAD DESIGN

Abstract: *This article explores the importance of interdisciplinary approaches and Project-Based Learning (PBL) using Building Information Modeling (BIM) in the teaching of Transportation Engineering, focusing on a case study conducted at the State University of Campinas (UNICAMP). Subsequently, the theoretical foundations supporting the integration of BIM in education are presented, highlighting the methodology employed in the study, which is described in detail, covering the design of the syllabus, software selection (Autodesk's Civil 3D), formulation of the problem presented to students, and structuring of classes. The presented problem involves the conceptualization of a new access road to the Anhanguera and Bandeirantes highways, aiming to improve traffic conditions in the Limeira region, São Paulo. Results and discussions highlight the challenges and advantages of incorporating BIM in Transportation Engineering education. It is observed that interdisciplinary approaches and the use of active methodologies, such as PBL, promote practical understanding and student engagement in the learning process. Furthermore, the gradual integration of BIM into the curriculum shows positive results in terms of student engagement and academic performance improvement. The conclusion emphasizes the importance of applying BIM in Transportation Engineering education to equip students with the necessary skills for industry demands and to facilitate deeper and contextualized learning experiences. Additionally, recommendations for future work are outlined, including expanding the application of BIM in other disciplines and conducting more case studies to evaluate the effectiveness of this pedagogical approach.*

Keywords: *PBL, active methodology, Transportation Engineering, BIM*