



19 a 22 de Setembro de 2023

Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



## 25º Encontro Nacional de Conservação Rodoviária (ENACOR) 48ª Reunião Anual de Pavimentação (RAPV)

### EVOLUÇÃO DO USO DA METODOLOGIA BIM NA INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA NO ÂMBITO DO DER-MG

DOI: (a ser preenchido após o envio do código DOI da publicação)

*Anna Luíza Braga Amaral Bicalho<sup>1</sup>; Bruna Cristina Beltrão Silva Beleigoli<sup>1</sup>; Érica Francisca de Paula Araújo<sup>1</sup>; Josemar da Cunha de Souza<sup>2</sup> & Ricardo Paulino Gomes<sup>1</sup>*

#### RESUMO

A Modelagem da Informação da Construção ou BIM (*Building Information Modeling*) tem se consolidado como um novo paradigma para o desenvolvimento de empreendimentos de engenharia, considerando todo seu ciclo de vida, desde a concepção do projeto, o acompanhamento e controle de obras e a realização da gestão e manutenção de obras de infraestrutura. Os ramos da construção civil e infraestrutura rodoviária estão cada vez mais competitivos, com ferramentas modernas e processos de gestão cada vez mais aprimorados, buscando melhorar constantemente as técnicas de gerenciamento e controle de obras. O BIM proporciona um grande potencial de evolução para a arquitetura, engenharia e construção civil (AEC), uma vez que este possibilita um trabalho integrado, onde diversas disciplinas da construção possam projetar, construir e planejar uma edificação ou instalação. O presente artigo trouxe a importância dos avanços tecnológicos, objetivando apresentar como a implementação da tecnologia BIM contribui para o avanço na engenharia de infraestrutura rodoviária, com foco no cenário atual do Departamento de Estradas e Rodagem de Minas Gerais (DER-MG). Foram analisadas algumas áreas específicas de estudos e projetos na infraestrutura rodoviária, tais como estudos topográficos, estudos de traçado e elementos do projeto executivo focados em projeto geométrico, de pavimentação e drenagem, com intuito de apresentar as evoluções da implementação do BIM neste setor. Para desenvolvimento da pesquisa, foram utilizados como referência artigos técnicos, científicos e acadêmicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Projetos rodoviários; BIM; Tecnologia.

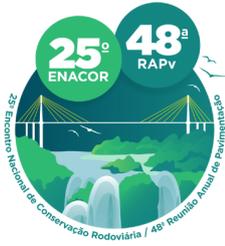
#### ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM) has been established as a new paradigm for the development of engineering projects, considering their entire life cycle, from project conception to construction monitoring and control, as well as infrastructure management and maintenance. The construction industry and road infrastructure are becoming increasingly competitive, with modern tools and improved management processes constantly seek to enhance construction management and control techniques. The Building Information Modeling offers significant potential for advancement in architecture, engineering, and construction (AEC), as it enables integrated work, where various construction disciplines can design, build, and plan a building or facility. This article highlights the importance of technological advancements and aims to demonstrate how the implementation of Building Information Modeling technology contributes to the advancement of road infrastructure engineering, with a focus on the current scenario of the Department of Highways of Minas Gerais (DER-MG) in Brazil. Some specific areas of study and projects in road infrastructure were analyzed, such as topographic surveys, alignment studies, and elements of the executive project focused on geometric, paving and drainage design, with the intention of presenting the advancements achieved through Building Information Modeling implementation in this sector. Technical, scientific, and academic articles were used as references for this research development.

**KEY WORDS:** Road Projects, BIM, technology.

<sup>1</sup> Departamento de Estradas e Rodagem do Estado de Minas Gerais – DER-MG , [anna.braga@der.mg.gov.br](mailto:anna.braga@der.mg.gov.br); [bruna.beleigoli@der.mg.gov.br](mailto:bruna.beleigoli@der.mg.gov.br); [ricardo.gomes@der.mg.gov.br](mailto:ricardo.gomes@der.mg.gov.br); [erica.araujo@der.mg.gov.br](mailto:erica.araujo@der.mg.gov.br)

<sup>2</sup> Centro Universitário Unihorizontes, e-mail: [josemard.cunha@gmail.com](mailto:josemard.cunha@gmail.com)



19 a 22 de Setembro de 2023  
Foz do Iguaçu - PR

[www.rapvenacor.com.br](http://www.rapvenacor.com.br)



## BIM NA INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA

Ao analisar as construções realizadas pelo homem, nota-se que desde o início busca-se formas de trabalho em conjunto, a fim de alcançar um objetivo em comum. O projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. De maneira convencional, as projeções 2D representam o espaço onde se utiliza desenhos em escala para representar as dimensões reais de um objeto, criando assim, plantas, seções, entre outros detalhes construtivos que formam o projeto. Segundo Menezes *et al.* (2014), essa forma de projetar demanda muito esforço, já que há a necessidade de interpretar cada desenho para se obter o todo, realizando a junção do projeto mentalmente. O CAD é um exemplo de ferramenta que segue essa ideia de desenhos que são desvinculados entre si, pois, de maneira geral, são formados por linhas e textos.

Ferramentas modernas e processos de gestão cada vez mais aprimorados buscam melhorar constantemente as técnicas de gerenciamento e controle de obras. O *Building Information Modeling* (BIM), ou modelagem da informação da construção, proporciona um grande potencial de evolução para a arquitetura, engenharia e construção civil (AEC), uma vez que possibilita um trabalho integrado, onde diversas disciplinas podem projetar, construir e planejar uma obra.

O presente artigo traz a importância dos avanços tecnológicos para a infraestrutura rodoviária, com foco no cenário atual do Departamento de Estradas de Rodagem de Minas Gerais (DER-MG), mas também tem o objetivo de apresentar como a implementação da tecnologia BIM pode contribuir para o avanço no setor rodoviário, trazendo melhorias nos processos desde o planejamento até o controle e execução das construções, reduzindo custos e também contribuindo para a sustentabilidade.

O projeto rodoviário envolve fases de estudos e projetos, sendo os estudos a base para a elaboração dos projetos (Figura 1). Portanto, segundo Rufino (2011), o projeto compreende uma das primeiras etapas do empreendimento, tendo assim, um papel importante na qualidade da construção, pois, por meio deste, é planejado e definido a organização do espaço e também o método a ser adotado em sua execução.

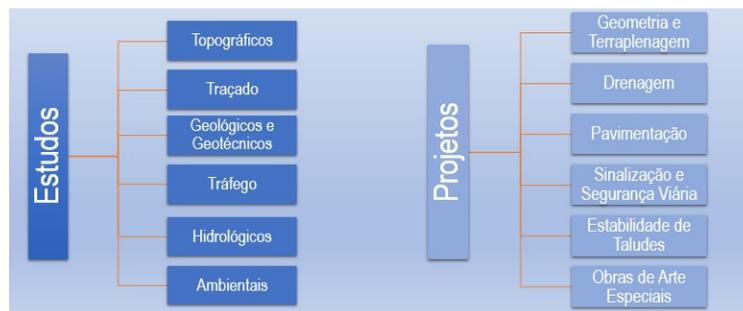
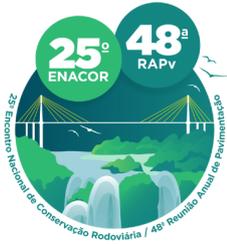


Figura 1: Fases de estudos e projetos (Autores,2023)

O ciclo de vida de uma obra rodoviária abrange diversas etapas. Planejar uma rodovia engloba o conhecimento da topografia do terreno, diversas possibilidades de traçados, estudos e seleção de materiais, impactos socioambientais, legislações vigentes, políticas públicas, recursos públicos, etc. São necessários diferentes métodos, ferramentas, técnicas e formas de representação, para lidar com as diferentes disciplinas e critérios que devem ser obedecidos. Diante dessas diferentes etapas, as equipes de projetos tornaram-se equipes multidisciplinares contando com profissionais de diferentes áreas.

Antes da década de 1950, os projetos de engenharia eram feitos em pranchetas, com o uso de papel, lápis e borracha (Figura 2). Dessa forma, quaisquer mudanças, por menores que fossem, significavam recriar todo o desenho. Para facilitar a tarefa e auxiliar os engenheiros, foram criados



19 a 22 de Setembro de 2023  
Foz do Iguaçu - PR

[www.rapvenacor.com.br](http://www.rapvenacor.com.br)



sistemas computacionais que pudessem realizar essa tarefa em um tempo mais curto. Os sistemas CAD abriram portas para muitos engenheiros (CADBUILT apud NORONHA, 2016).



Figura 2: Projetos antes dos sistemas CAD. (Pinheiro, 2022)

O CAD é um sistema computacional usado em diversos setores da engenharia e da arquitetura, e trouxe diversas melhorias no mercado de projetos nos últimos anos, pois, esse sistema transporta ao computador o desenvolvimento de desenhos técnicos. Ainda assim, a integração de diferentes equipes ainda é baixa, o que gera em muitos casos, retrabalhos e perda de tempo do projeto como um todo. Com as inovações ocorridas nos processos da construção civil, percebeu-se a necessidade de novas formas de se pensar e solucionar problemas, de maneira mais eficaz e precisa (AMORIM; LYRIO; SOUZA, 2009).

Diante dessas necessidades, deu-se origem a metodologia BIM, uma tecnologia inovadora que torna possível a integração de todas as fases da construção, englobando todo seu ciclo de vida. Nas últimas décadas, o interesse pela utilização da modelagem BIM na indústria da AEC vem aumentando, devido aos benefícios e economias no projeto, planejamento e construção de edifícios (VOLK et al., 2013). Segundo Venâncio (2015) o presente e o futuro próximo se desenvolvem em torno da metodologia BIM, o que pode ser observado na Figura 3, que representa o processo da introdução das tecnologias de informação nas últimas décadas, na AEC.

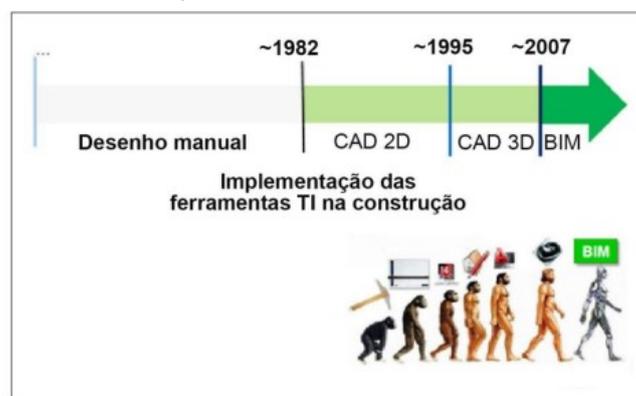


Figura 3: Evolução na indústria AEC. (Venâncio, 2015)

O BIM não é um *software*, e sim uma tecnologia de modelagem e um conjunto de processos associados para produzir, comunicar e analisar modelos de construção.

## MATURIDADE BIM

Na linha de evolução do BIM, podemos classificar três níveis de maturidade – implantação; colaboração entre as disciplinas e integração ampla (que envolve projeto, construção e operação). Como pode ser observado na Figura 4, a primeira fase, atinge estudos e projetos, e usa a modelagem individual das disciplinas de projeto. Em um segundo nível, começa a colaboração



19 a 22 de Setembro de 2023  
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



entre disciplinas que anteriormente eram tratadas de forma individual. Posteriormente, o modelo se torna colaborativo em diversas fases, com a integração das equipes de projeto, obras, manutenção e operação das vias. Por fim, a entrega do projeto é feita em um único processo, com integração de pessoas. Sistemas e estruturas (IPD – Integrated Project Delivery).

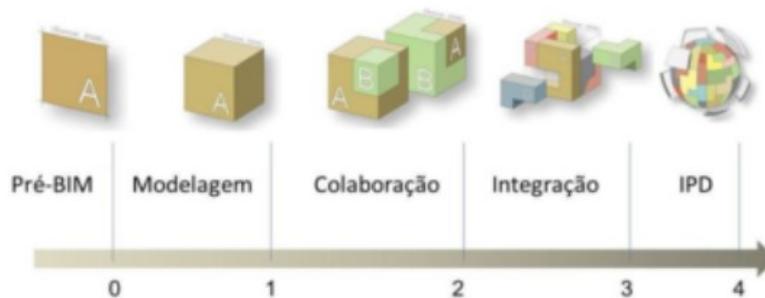


Figura 4: Maturidade BIM. (CadBIM, 2023)

## MODELAGEM PARAMÉTRICA

Para se entender melhor sobre o BIM, o ponto principal é entender a modelagem paramétrica, sendo ela, uma das mais importantes diferenças entre os projetos desenvolvidos em BIM e os em CAD.

A modelagem paramétrica representa um objeto por parâmetros e regras que determinam propriedades e características geométricas (EASTMAN et al., 2014).

A modelagem parametrizada possibilita que cortes, seções e outros elementos sejam corrigidos automaticamente, e permite também, que o material utilizado seja qualificado e quantificado (Figura 5). Toda mudança e adequação realizada na concepção é refletida automaticamente em todo o projeto, possibilitando melhorias consideráveis na qualidade do produto final.

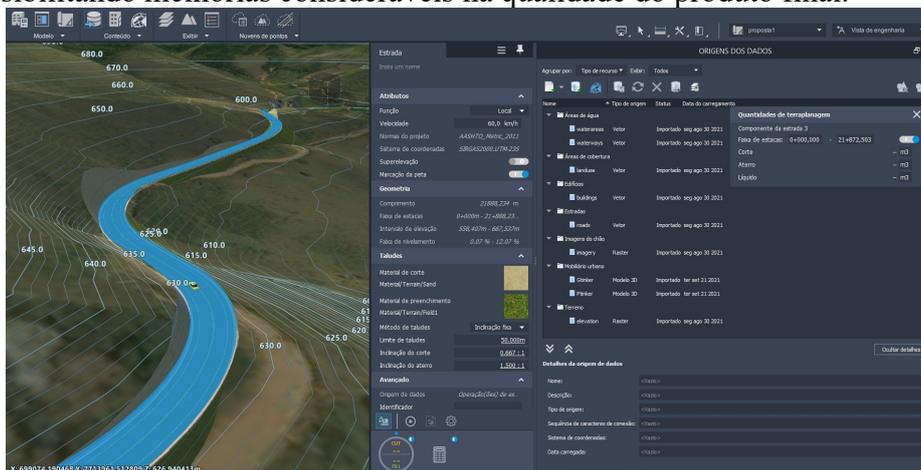
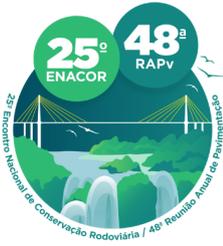


Figura 5: Modelagem Paramétrica de um projeto rodoviário. (Autores, 2022)

## FERRAMENTAS BIM

O BIM é uma metodologia baseada em tecnologia, processos e pessoas. Ou seja, os *softwares* são um dos pilares da implementação do BIM.

São vários os *softwares* que podem ser utilizados para que se chegue no mesmo objetivo final, a obra executada. Esses *softwares* transitam entre a elaboração dos estudos e projetos, orçamento e gerenciamento. Diferentemente dos sistemas CAD, que possuem elementos chamados blocos, as ferramentas BIM armazenam informações técnicas particulares de cada elemento, gerando uma



19 a 22 de Setembro de 2023  
Foz do Iguaçu - PR

[www.rapvenacor.com.br](http://www.rapvenacor.com.br)



base de dados. A partir disto, a ferramenta tem capacidade de não somente fornecer vistas em 2D, mas também estimativas de cálculo e custos da obra. Com isso, é possível acompanhar minuciosamente o andamento de um projeto desde a fase preliminar, até a representação final com modelagem 3D (Autodesk, 2017) (Figura 6).



Figura 6: Modelo feito por meio do InRoads (Autodesk). (Autores,2023)

Estudos realizados por Campos Neto *et al.* (2012) concluíram que o BIM pode reduzir em duas vezes o tempo de realização de projetos de engenharia em infraestrutura. Cita ainda que uma única pessoa, com conhecimento prévio do sistema, consegue obter um rol de informações maior do que um conjunto de três pessoas que elaboram um mesmo projeto através do método tradicional. As principais vantagens propiciadas pelas ferramentas BIM, consistem na eliminação do retrabalho e ganho na qualidade na informação disponibilizada (EASTMAN *et al.*, 2014).

## CONTEXTUALIZAÇÃO NO SETOR RODOVIÁRIO

A tecnologia BIM vem proporcionando mudanças importantes na infraestrutura em âmbito mundial. No Brasil, essa metodologia vem ganhando força ao longo dos últimos anos devido aos benefícios econômicos e gerenciais proporcionados por essa metodologia que engloba toda a vida útil do empreendimento (MIRANDA; SALVI,2019).

Ao desenvolver um processo colaborativo, torna-se possível estabelecer responsabilidades, identificar e minimizar erros.

O Decreto Federal nº 10.306/2020, que estabelece a utilização do *Building Information Modelling* na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, é um dos motivadores para o aumento no investimento na tecnologia. Deve-se notar também, que esta tecnologia promove uma mudança de pensamento e comportamento, bem como uma visão colaborativa interdisciplinar de longo prazo. Além disso, dentre todos os valores positivos que essa metodologia traz, a coordenação da documentação criada em todas as fases do projeto garante maior confiabilidade durante a construção. Obviamente, esta coordenação seria muito mais difícil sem os padrões de interoperabilidade que se enquadram na metodologia BIM, que permitem trabalhar com formatos de arquivo usuais independentemente do *software* utilizado.

Segundo Gosch; Luz e Sgheer (2018), um estudo conduzido pela *American Society of Civil Engineers* (ASCE) em 2012, mostra que o uso de BIM na infraestrutura de transportes permite a criação de projetos mais coerentes, devido a utilização de bancos de dados integrados, que permite incorporar dados ambientais, de topografia, sociais e de custos detectando interferências e restrições na fase de projeto (Figura 7).



19 a 22 de Setembro de 2023  
Foz do Iguaçu - PR

[www.rapvenacor.com.br](http://www.rapvenacor.com.br)



Figura 7: Revisão, coordenação e detecção de interferências de modelos 3D por meio dos softwares BIM Navisworks. (Modulus Consultoria,2023)

No setor rodoviário, todas as fases mais consolidadas da metodologia BIM podem ser implementadas, porém, o avanço ainda é gradual, principalmente por parte de órgãos públicos. Em Minas Gerais, por exemplo, o BIM tornou-se uma questão de Estado, inicialmente com o Decreto Federal N° 9.377 de 2018 e, suas atualizações - Decreto n° 9.983, de 22 de agosto de 2019 e Decreto n° 10.306 de 02 de abril de 2020 - que observa os benefícios desta metodologia aplicada às obras públicas.

O plano de implementação do BIM no estado de Minas Gerais (DER-MG/SEINFRA), veio através do Decreto N° 48.146 de 02 de março de 2021, enfatizado nos seguintes componentes críticos - visão, capacitação, incentivos, recursos e plano de ação - para produzir melhores entregas dos serviços públicos aos usuários, com planejamentos mais assertivos, preços mais justos e maior transparência. Com o decreto, a implementação do BIM deixa de ser uma prática inovadora, para se tornar uma realidade. Órgãos públicos já licitam projetos em BIM, e exigem cada vez mais de seus servidores e parceiros, que a metodologia seja implementada, fiscalizada e validada.

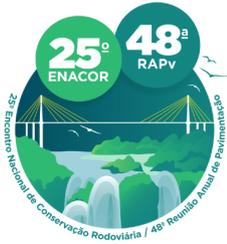
Atualmente, no DER-MG, vemos um avanço maior na implementação de BIM na área de estudos e projetos, podendo ser notado maior desempenho nos estudos topográficos, hidrológicos, de traçado e em algumas fases do projeto executivo, tais como geometria e pavimentação.

## ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Os estudos topográficos integram a fase preliminar do projeto, antecedendo a elaboração de diversas disciplinas do projeto. Apresentam as características do local, com relevo e cadastro de edificações, árvores, caminhos existentes, rios, etc. Desde a topografia convencional até o levantamento por drones e *lasers scanners*, todos têm a finalidade de retratar a realidade do local de estudo, cada um com suas particularidades.

Os métodos de coleta dos dados de campo estão cada vez mais avançados e com diversas ferramentas que permitem retratar fielmente a situação existente daquela área de estudo. A captura da realidade pode ser descrita como o processo de coleta de dados, o qual irá reproduzir os objetos num ambiente virtual, utilizando fotogrametria ou *laser scanner* para elaborar a representação tridimensional através dos pontos e fotografias coletadas.

Atualmente, levantamentos feitos por escaneamento a laser e por drones são habituais em projetos, estudos e manutenção de infraestrutura de transportes (Figura 8). Estes levantamentos são usuais tanto para fase de estudos preliminares e anteprojetos, quanto para elaboração de projetos



19 a 22 de Setembro de 2023  
Foz do Iguaçu - PR

[www.rapvenacor.com.br](http://www.rapvenacor.com.br)



executivos. No DER-MG, preferencialmente, vem sendo utilizado o escaneamento a laser, ou a combinação de drone com o *laser scanner* nos estudos preliminares e anteprojetos.

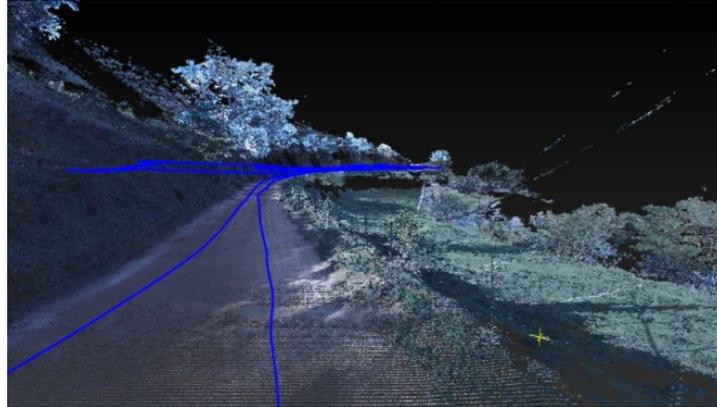


Figura 8: Uso de Laser Scanner em uma rodovia do DER-MG. (Autores,2021)

Ainda que seja utilizada a topografia convencional, o processamento e modelagem dos dados podem ser feitos utilizando *softwares* BIM, tais como o AutoCad Civil 3D. O mesmo possui recursos para processar o levantamento e ajustar com base nas definições desejadas, adotando regras que facilitam a modelagem do levantamento.

Os drones ou Aeronave Remotamente Pilotada (RPA) segundo a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) vêm sendo utilizados como ferramentas em estudos topográficos. A utilização dos drones para a topografia trouxe algumas mudanças que são, segundo a Droneng (2019) - diminuição das equipes em campo, dos custos em equipamentos, além da facilidade na operação e maior velocidade de aquisição de dados - tornando assim uma vantagem em relação ao método tradicional, ou seja, com o uso de estação total.

Em um comparativo entre a topografia convencional e com uso de drones, segundo a empresa Droneng (2020), três são os principais motivos para a adoção dos drones – produtividade; nível de detalhamento do terreno, visto que com o drone pode ser obter uma nuvem de milhares de pontos; e cálculo de volume mais preciso. Porém, segundo Fortunato (2018), o drone não substitui equipamentos convencionais em determinadas etapas de uma obra, em muitos casos, ambos se complementam para a geração de um produto final desejado.

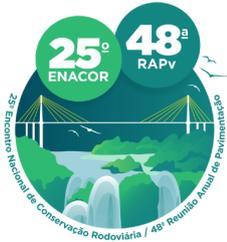
De acordo com Pamboukian (2019) as novas tecnologias podem substituir, em partes, alguns tipos de levantamentos realizados por equipamentos tradicionais, com qualidade superior, com mais rapidez e acurácia.

Usando o *software* Autodesk Recap (ou similares), por exemplo, pode-se processar tanto levantamentos com *laser scanners*, quanto levantamentos realizados com drones, gerando nuvens de pontos que podem ser usadas nos projetos preliminares, executivos, no acompanhamento de obras, levantamentos de quantidades para medições e em levantamentos do estado da infraestrutura para manutenção (Soethe,2018).

Tanto em manutenção rodoviária quanto no acompanhamento de obras durante a implantação do projeto, os drones e escaneamento a laser podem ser grandes aliados. Erosões, abatimentos de aterros e diversos pontos críticos da rodovia podem ser facilmente levantados com uso destas tecnologias.

## ESTUDOS DE TRAÇADO

O estudo de traçado tem como objetivo determinar o local mais conveniente para o desenvolvimento da nova rodovia a ser implantada. As alternativas são condicionadas pela



19 a 22 de Setembro de 2023  
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



topografia, hidrologia, disponibilidade e características dos materiais, desapropriações, características técnicas e econômicas do projeto, condições políticas e socioeconômicas da região, meio ambiente, entre outros. O traçado é definido buscando-se o menor impacto possível, aliando a boa técnica e a economia.

Para a escolha de um traçado é fundamental a delimitação dos locais convenientes para a passagem da rodovia, a partir da obtenção de informações básicas a respeito da geomorfologia da região e a caracterização geométrica desses locais (GOSCH; LUZ E SCHEER, 2018).



Figura 9: Estudo de traçado modelado no Infracad. (Autores, 2022)

Diversos *softwares* podem auxiliar no estudo do melhor traçado para a rodovia (Figura 9). Com um deles, o Autodesk Infracad, por exemplo, é possível criar estudos preliminares para análises de alternativas de novas estradas, de forma fácil e rápida, com um grande impacto visual e também com análises qualitativas e quantitativas das soluções, podendo assim escolher a que apresente o melhor custo-benefício, dando aos tomadores de decisão maior assertividade e segurança na escolha (SOETHE, 2018).

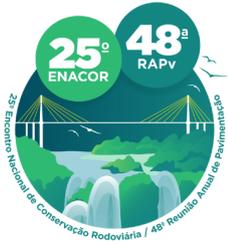
Como forma rotineira de trabalho, no DER-MG, os projetistas desenvolvem as alternativas de traçado em softwares BIM, usando como base na tomada de decisões, na apresentação a terceiros e no desenvolvimento dos projetos executivos.

## ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os estudos hidrológicos e projetos de drenagem podem ser desenvolvidos com maior qualidade e eficiência a partir da utilização de *softwares* BIM. Em fase conceitual, pode-se delimitar as bacias hidrográficas e analisar pontos críticos do projeto de forma interativa e de fácil visualização (Figura 10).



Figura 10: Estudo hidrológico modelado no Infracad. (Autores, 2023)



19 a 22 de Setembro de 2023  
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



É possível, ainda, com o uso de *softwares* como o AutoCAD Civil 3D, configurar diversas regras, como: recobrimento, comprimento e declividade máximas e mínimas de bueiros, entre outras. Existem, ainda, programas que simulam o comportamento do projeto desenvolvido em uma chuva, demonstrando a capacidade do sistema e principalmente, sendo capaz de corrigi-lo.

No DER-MG, o projeto executivo de drenagem ainda não é totalmente idealizado em BIM, sendo utilizados com maior domínio, os *softwares* para análise e concepção dos estudos hidrológicos.

## PROJETOS EXECUTIVOS

Após a escolha da melhor opção de traçado, parte-se para a elaboração do projeto executivo. Uma das ferramentas, muito utilizada no mercado, é o AutoCAD Civil 3D, que possui funções específicas para o projeto executivo de sistemas de transporte em Infraestrutura, nas mais diversas disciplinas, como topografia, geometria, terraplanagem, drenagem, geotecnia, entre outros (SOETHE,2018).

Para desenvolvimento do projeto geométrico, por exemplo, utiliza-se do modelo parametrizado para atender todas as normas e especificações do órgão para o qual se esteja projetando, visando sempre o conforto e segurança dos usuários (Figura 11). O *software* pode ser alimentado utilizando as normas de referência, apontando erros e incompatibilidades ao longo do desenvolvimento do projeto.

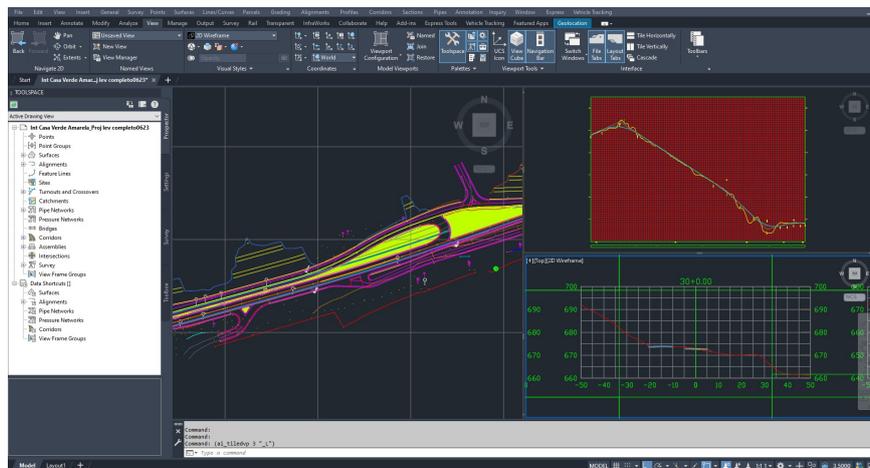
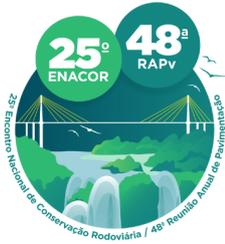


Figura 11: Exemplo de um projeto geométrico elaborado no Civil 3D. (Autores,2023)

Além do projeto geométrico, outras disciplinas podem ser desenvolvidas com auxílio de *softwares* BIM, como por exemplo, a modelagem do projeto de pavimento e sua quantificação, desde o projeto conceitual até o projeto executivo.

Além disso, existe a opção de desenvolver projetos para manutenção de pavimentos, dentre eles fresagem e recapeamento, permitindo o cálculo assertivo da caixa de fresagem, o que leva à correção geométrica (SOETHE,2018) (Figura 12).





19 a 22 de Setembro de 2023  
Foz do Iguaçu - PR

[www.rapvenacor.com.br](http://www.rapvenacor.com.br)



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação do BIM em um órgão público não é uma tarefa simples, visto que depende do envolvimento e comprometimento das partes interessadas para que o resultado se torne visível e seja satisfatório.

O ideal na implementação é a difusão dos conceitos, seguidos pela demonstração de que a metodologia é segura, prática e eficaz.

Sua implantação traz melhorias significativas na qualidade das informações que vão para a obra (projeto), facilitando o entendimento e minimizando os erros na execução. Além disso, é capaz de reduzir o tempo de execução, facilitar a detecção de falhas, melhorar a qualidade do serviço prestado e da apresentação dos projetos, reduzir os desperdícios de material e mão de obra, gerando assim, maior confiabilidade no trabalho que será executado.

Por fim, a metodologia implantada é capaz de reduzir o fluxo de atividades que não agregam valor no produto final.

No DER-MG, iniciou-se a implementação do BIM de forma austera, focando inicialmente no uso de softwares isolados, tais como Infracore e AutoCAD Civil 3D, e posteriormente mudou-se para um processo integrado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, L. L. A.; LYRIO, A. M.; SOUZA, L. L. A. **Impactos do uso do BIM em escritórios de Arquitetura: Oportunidades no mercado imobiliário.** Gestão & Tecnologia do Projeto, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 26-53, nov. 2009.

AUTODESK. **BIM para Infraestrutura de Transportes Rodoviários.** Disponível em: <https://blogs.autodesk.com/mundoaec/bim-para-infraestrutura-de-transportes-rodoviarios/>. Acesso em Outubro de 2022.

AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS (ASCE). **The Business Value of BIM for Infrastructure.** Bedford: McGraw-hill Construction Research & Analytics, 2012.

BIBLUS (2018). **BIM dimensions – 3D, 4D, 5D, 6D, 7D BIM explained.** Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/en/bim-dimensions/>. Acesso em: 18 de setembro de 2022.

CAMPOS NETO, S.; PAMBOUKIAN, S. V. D.; CRAVEIRO, M. V.; BARROS, E. A. R. **Estudo comparativo de ferramentas computacionais que utilizam tecnologia BIM para desenvolvimento de projetos de engenharia civil.** In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Belém, 2012.

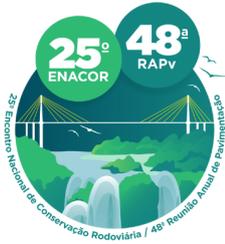
CadBIM. Entenda os 3 níveis da maturidade BIM. Disponível em: [https://maturidadebim.com.br/?gclid=CjwKCAjw-vmkBhBMEiwAlrMeF3Ixs8-s-uCtZe7\\_jqmmjkbBuivUIQizjOod\\_7uaob73Yhgp-yvoHoC-gcQAvD\\_BwE](https://maturidadebim.com.br/?gclid=CjwKCAjw-vmkBhBMEiwAlrMeF3Ixs8-s-uCtZe7_jqmmjkbBuivUIQizjOod_7uaob73Yhgp-yvoHoC-gcQAvD_BwE). Acesso em 28 de junho de 2023.

DECRETO Nº 10.306, DE 2 DE ABRIL DE 2020

DECRETO Nº 48.146, DE 02 DE MARÇO DE 2021

DRONENG. 3 motivos para utilizar drones na Topografia. 2020. Disponível em: <https://blog.droneng.com.br/3-motivos-para-utilizar-drones-na-topografia/>. Acesso em: 25 de outubro de 2020.

EASTMAN, Chuck et al. **Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.** Porto Alegre: Bookman. 2014.



19 a 22 de Setembro de 2023  
Foz do Iguaçu - PR

[www.rapvenacor.com.br](http://www.rapvenacor.com.br)



GOSCH, A.C.; LUZ, C.C.; SSHEER, S.; Avaliação do potencial de sistemas BIM para estudo de um traçado rodoviário. 1º simpósio de transportes do Paraná. Curitiba, 2018. Disponível em: <https://eventos.ufpr.br/stpr/1stpr/paper/viewFile/3154/824>

MENEZES, ALEXANDRE MONTEIRO DE; VIANA, MARIA DE LOURDES SILVA; PEREIRA JUNIOR, MÁRIO LUCIO; PALHARES, SÉRGIO RICARDO; "CAD e BIM: Evolução ou Revolução na Aprovação de Projetos de Edificações nas Instâncias Legais?", p. 302-306 . In: Proceedings of the XVII Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics: Knowledge-based Design [=Blucher Design Proceedings, v.1, n.7]. São Paulo: Blucher, 2014

MIRANDA, Rian das Dores de. SALVI, Levi. **Análise da tecnologia Bim no contexto da indústria da construção civil brasileira.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 05, Vol. 07, pp. 79-98 Maio de 2019. ISSN: 2448-0959.

MODULUS CONSULTORIA. Planejamento BIM 4D e 5D. Disponível em: <https://www.modulusconsultoria.com/modulus-projetos-de-infraestrutura>. Acesso em 28 de maio de 2023.

NORONHA, Thaynon Brendon Pinto. **CAD e BIM nas empresas de AEC no estado brasileiro do rio grande do norte.** 2016. 38f. Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró-RN.

PAMBOUKIAN, S.V.D.; Topografia com Drones e GNSS. Mostra Docentes de Ciência, Tecnologia e Inovação da Escola de Engenharia, Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2019. Disponível em: [https://www.mackenzie.br/fileadmin/ARQUIVOS/Public/1-mackenzie/universidade/laboratorios/labgeo/2019/Trabalhos/TOPOGRAFIA\\_COM\\_DRONES\\_E\\_GNSS.pdf](https://www.mackenzie.br/fileadmin/ARQUIVOS/Public/1-mackenzie/universidade/laboratorios/labgeo/2019/Trabalhos/TOPOGRAFIA_COM_DRONES_E_GNSS.pdf) . Acesso em: 02 de novembro de 2020.

RUFINO, Sandra. **Importância do projeto no empreendimento.** Revista OESP Construção. São Paulo, ano, v. 4, p. 110-13, 2011.

SOETHE, Pedro. BIM para Infraestrutura de Transportes Rodoviários. Disponível em: <https://blogs.autodesk.com/mundoaec/bim-para-infraestrutura-de-transportes-rodoviaros/>

SOUZA, L. L. A.; AMORIM, S. R. L.; LYRIO, A. M. **Impactos do Uso do BIM em Escritórios de Arquitetura:** Oportunidades no Mercado Imobiliário. Gestão & Tecnologia de Projetos, Rio de Janeiro, v. 4, n. 2, p. 26-53, nov. 2009.

VENÂNCIO, Maria João Lima. **Avaliação da Implementação de BIM – Building Information Modeling em Portugal.** Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia – Universidade de Porto. Porto, 2015

VOLK, R.; STENGEL, J.; SCHULTMANN, F. **Building Information Modeling (BIM) for existing buildings – literature review and futures needs.** In: Automation in Construction, Elsevier, 2013.