

# **Análise da metodologia BIM nos projetos de Infraestrutura de Loteamentos**

João Paulo de Rezende Morett<sup>1</sup>

Prof. Esp. Geisla Aparecida Maia Gomes<sup>2</sup>

## **RESUMO**

O presente trabalho apresenta resultados de uma análise sobre a utilização da metodologia BIM nos projetos de infraestrutura de loteamentos, como ferramenta para a solução dos problemas de atrasos, planejamento e cumprimento dos orçamentos de obras particulares, vivenciado no contexto da construção civil durante os meses de Abril de 2019 a Dezembro de 2021. Através desta narrativa, busca-se demonstrar os impactos positivos dessa metodologia através de uma comparação de dois loteamentos, sendo um utilizado o método convencional de projetos e execução sem os projetos de infraestrutura compatibilizados e o outro compatibilizados na metodologia BIM, trazendo resultados comparativos referente ao custo, produtividade, tempo, retrabalho e cumprimento do cronograma físico-financeiro na execução do loteamento. A experiência baseia-se em um estudo de campo, com obtenção dos dados de retrabalho, execução e tempo de obra. Acredita-se que os resultados deste relato possam contribuir para o debate e reflexões sobre a implantação da metodologia BIM nos projetos de infraestrutura de loteamentos e seu impacto positivo no cumprimento do planejamento, orçamento e execução, evitando retrabalhos, extensão do tempo de execução e superfaturamento da obra.

**Palavras-chave:** BIM. Infraestrutura. Loteamentos. Civil 3D. Compatibilização.

## **1 INTRODUÇÃO**

Com o aumento da população mundial e o avanço da expansão urbana, cada vez o tema da infraestrutura se torna muito importante para o ser humano, garantindo a ele uma condição de estrutura básica de vida como, saúde, alimentação, segurança, bem-estar e trabalho.

Através dessas estruturas básicas, também são considerados serviços essenciais para o desenvolvimento da população o saneamento básico, energia elétrica, mobilidade urbana, transportes, iluminação pública e outros serviços.

---

<sup>1</sup> João Paulo de Rezende Morett, Graduando em Bacharelado em Engenharia Civil no Centro Universitário do Sul de Minas. Email: morett1992@hotmail.com.br

Apesar de ser uma necessidade básica para a população, em muitos lugares no mundo ainda faltam essas estruturas, fazendo com o que muitas pessoas vivam em condições sub-humanas.

Dos 61 países desenvolvidos ou em processo de desenvolvimento o Brasil ocupa na 45° posição entre os países que possuem mais infraestrutura no mundo segundo *Brazilian Journals of Business* (2022), levando-se em consideração os seguintes seguimentos da infraestrutura: transporte rodoviário, transporte ferroviário, transporte marítimo, transporte aéreo, telecomunicações, energia e saneamento básico.

O país convive com alto processo de deterioração da infraestrutura, tendo como causa o baixo investimento, projetos que não são aprovados por interesses políticos, decisões errôneas dos governantes sem um bom estudo ambiental, social, econômico e uma das principais causas, a integridade na execução de projetos de infraestrutura que provocam o aumento dos custos e prazos das obras particulares e públicas no país.

Diante desse cenário, a presente pesquisa tem como objetivo analisar uma metodologia que solucione esses problemas e apresenta resultados consistentes para a infraestrutura como um todo, como a **metodologia BIM** (*Building Information Modeling*).

Essa metodologia propõe a criação de um modelo digital de um projeto por meio de um processo integrado, que cobre todas as disciplinas envolvidas em um empreendimento, abrangendo, portanto, todo o seu ciclo de vida (PINI, 2013).

Buscando-se obter com essa metodologia um projeto mais detalhado, mais bem estudado no pré-projeto, com soluções que atendam a necessidade do projeto e do ambiente a ser implantado, com um custo mais ajustado à realidade e com os prazos melhores definidos, pois a metodologia proporciona visualizar todas essas etapas durante a execução do pré-projeto.

Acredita-se que essa análise possa contribuir para que os profissionais da área da engenharia e construções tenham uma visão sobre a enorme vantagem da aplicação dessa metodologia e obtenham um comparativo do antes da metodologia BIM x depois da metodologia BIM.

## **2 Building Information Modeling (BIM)**

A sigla BIM vem do inglês *Building Information Modeling*, que em português significa Modelagem de Informação da Construção.

Criado nos anos 80 e ganhando uma enorme evolução nos anos 2000 através da criação de softwares que disponibilizam a compatibilização dos projetos em 3D e 4D e a integração com softwares de gestão como o *Microsoft Project*, *Primavera* e similares, a metodologia BIM começou a ser implantada nos Estados Unidos e na Europa. (CARDOSO et al. 2012)

Segundo CHIEN et al (2014,p.2), BIM é “uma tecnologia em desenvolvimento no qual os modelos de informações digitais são empregados em um espaço virtual para alcançar alta qualidade, construção eficiente e gerenciamento por todo o ciclo de vida de uma instalação”.

O “*Building Information Modeling*” (BIM), portanto, não é um programa específico, mas sim uma nova metodologia de trabalho. (EASTMAN et al. 2011).

De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes Brasileiro o processo de implantação da metodologia BIM no país, iniciou no ano de 2018 com a criação do Comitê Gestor da Estratégia BIM (Estratégia BIM BR), tendo como função principal através deste programa a disseminação e investimento em BIM em um ambiente adequado.

O Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes (DNIT) também deu um passo importante para a implantação da metodologia, criando um núcleo formado por servidores denominado BIM no DNIT, com a finalidade no estudo e discussão do tema no âmbito ministerial para a discussão de normas, manuais e instruções referentes à metodologia.

Segundo o DNIT, o processo de implementação da metodologia BIM do DNIT atualmente ocorre no âmbito das Obras de Arte Especiais (OAE), contempladas no Programa de Manutenção e Reabilitação de Estruturas (PROARTE).

Os benefícios da implantação da metodologia no mercado atual são economicidade para as compras públicas e privadas e maior transparência aos processos licitatórios, além de contribuir para a otimização de processos de manutenção e gerenciamento de ativos. (ESTRATÉGIA BIM BRASIL, p.7 2018).

Dessa forma é possível afirmar que

A metodologia BIM consiste na representação digital e tridimensional das características físicas e funcionais de um edifício, loteamento ou rodovia, contendo todas as informações necessárias para a execução, implantação, manutenção e gerenciamento de um projeto de forma integrada e organizada segundo o CONFEA (Conselho Federal de Engenharia e Agronomia).

Tendo como principal motivação para a utilização da metodologia BIM, conseguir antecipar cenários, identificando previamente erros de projeto e interferências construtivas e,

ainda, ter maior controle sobre custos e cronograma nas empresas da Construção. (Guia CBIC de Boas Práticas em Sustentabilidade na Indústria da Construção (2012))

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

O estudo baseia-se na análise do resultado de um projeto de loteamento compatibilizado em BIM situado na cidade de Extrema-MG denominado Morada da Serra, apresentando resultados comparativos de execução, orçamento e custo.

A metodologia foi comparada com outro loteamento, denominado Terras Santas, situado na cidade de Potim – SP, onde nesse loteamento não houve a implantação da metodologia BIM na fase de projeto e foi executado de forma convencional e com um alto índice de interferência e retrabalho devido ao projeto.

Apresentando-se os projetos do loteamento Terras Santas em Autocad no formato 2D e do loteamento Morada da Serra em Autocad Civil 3D com a compatibilização BIM dos projetos de terraplanagem, pluvial, esgoto e água potável.

Como meio de comparação apresenta-se planilhas de produtividade diária das equipes de execução dos dois loteamentos, planilhas de custos finais das redes de pluvial, esgoto, água potável e terraplanagem, custos de retrabalho de execução, custos de retrabalho com projetos e comparativo do resultado final.

Estes dados foram obtidos através de uma pesquisa de campo, onde foram coletados todos os dados das atividades, como retrabalhos no projeto, tempo de execução e custo com retrabalhos e execuções em uma empresa de loteamento. O período de coleta de dados foi realizado nos anos de 2019 a 2021, tendo como principal objetivo deste trabalho apresentar uma análise de um projeto compatibilizado em BIM, comprovando-se que essa metodologia impacta positivamente nos resultados finais de uma obra.

Divididos em 4 etapas, apresentam-se os projetos em Autocad 2D do loteamento Terras Santas, apresentação dos resultados de retrabalho de projeto e execução, apresentação do projeto Morada da Serra em Civil 3D compatibilizado, apresentação dos dados de campo coletados do loteamento Morada da Serra e custo final das atividades observadas como comparativos para avaliar a metodologia BIM.

### 3.1 Apresentação dos Projetos em Autocad 2D do Loteamento Terras Santas

Depois de elaborar o projeto urbanístico e o mesmo passar por uma aprovação prévia da prefeitura, referente a tamanho de lotes, áreas públicas, áreas de APP (Área de Preservação Permanente), áreas verdes, tamanho de ruas, tamanho de quadras e largura de calçadas, a próxima fase é a elaboração do projeto de terraplanagem.

No projeto de terraplanagem, define-se o volume de corte e aterro das ruas e quadras, visando atender as demandas de declividades das redes de pluvial, esgoto e potável, melhorar a topografia do terreno para a venda dos lotes e buscar uma apresentação melhor da topografia do loteamento como um todo.

No projeto de terraplanagem, conseguimos visualizar o estudo de corte (em laranja) e o de aterro (Azul), do loteamento Terras Santas. (ANEXO 1)

Após a elaboração do projeto de terraplanagem, define-se o projeto de pluvial onde o principal objetivo é a realização da drenagem superficial e subterrânea das ruas e lotes para pontos como córregos, lagos ou rios.

Com a conferência do ponto de lançamento da rede de pluvial no córrego, averiguou-se que a cota estava mais alta que a do projeto aprovado, sendo necessário que o projeto de terraplanagem sofresse uma alteração para atender a cota de lançamento no córrego e os caimentos das redes.

A alteração no projeto de terraplanagem fez com que o caimento das ruas sofresse alterações para a realização dos cortes e aterros e aumento da cota do greide do projeto, formando-se pontos negativos onde não havia escoamento subterrâneo.

Em dias de grande volume de chuva devido a falta de drenagem subterrânea, haveria bastante enxurrada nas ruas devido a obter apenas a drenagem superficial nas sarjetas.

Sem a drenagem subterrânea toda a pavimentação neste local fica prejudicada, pois ocorre a penetração da água na estrutura do pavimento, fazendo com que se forme fissuras e trincas e posteriormente se tornam buracos nas ruas. (ANEXO 2)

No projeto de esgoto, observa-se que além de sofrer a alteração devido as cotas do projeto de terraplanagem a rede de esgoto se encontra na mesma posição da rede de pluvial, no centro da rua, fazendo com que a execução se tornasse inviável devido a pontos de conflito entre as redes. (ANEXO 3)

A rede de água potável segue a mesma dinâmica de posição geométrica das redes de pluvial e esgoto, aumentando a dificuldade para a execução desta rede. (ANEXO 4)

Mesmo com profundidades diferentes para cada uma das redes, a execução se torna inviável por vários motivos como interferências nos ramais de boca de lobo com os ramais de esgoto da rede coletora da rua e os ramais de água potável.

Para uma possível manutenção das redes mais profundas (pluvial e esgoto) seriam necessárias a desativação das redes que estão acima das mesmas, fazendo com que uma simples manutenção se torne um grande problema para os moradores deste loteamento, devido a falta de água e acúmulo de esgoto.

Encaixando todos os projetos para meio de uma comparação de posição, observa-se que as redes se conflitam em vários pontos, devendo sofrer alterações para a execução e seguir as normas vigentes das redes de águas pluviais, esgoto e potável. Abaixo a imagem dos projetos sobrepostos em 2D.

Figura 05. Imagem obtida do programa Autocad. (Projeto aprovado)



Fonte: Empresa Loteadora (2019)

Observando-se as imagens acima, nota-se que não houve a compatibilização dos projetos de águas pluviais, água potável e esgoto, fazendo com que os projetos aprovados sofressem no decorrer da obra as revisões para a execução.

As revisões foram realizadas no programa Autocad em formato 2D e devido ao projeto sofrer alterações na fase da execução, não houve tempo de uma análise criteriosa dos projetos para a compatibilização, ocasionando-se muitos problemas na execução.

### 3.2 Custos com as revisões dos projetos

A precificação dos projetos de infraestrutura geralmente são por quantidades de lotes, mas como não foi autorizado pela empresa o acesso a esses dados, fizemos uma estimativa baseando-se na precificação de projetos de infraestrutura através de orçamentos de escritórios da cidade de Lavras-MG, e na cláusula contratual para possíveis revisões após a aprovação dos projetos de 30% do valor cobrado para a elaboração. O número de lotes deste loteamento é de 616 lotes.

Tabela 01: Orçamento de projetos.

PROJETOS	VALORES POR LOTE	NÚMERO DE LOTES	TOTAL	TOTAL (NF)	REVISÃO (30%)
URBANISTICO	R\$95,00	616	R\$ 58.520,00	R\$ 62.253,58	R\$ 18.676,07
GEOMÉTRICO	R\$70,00	616	R\$ 43.120,00	R\$ 45.871,06	R\$ 13.761,32
ÁGUA	R\$80,00	616	R\$ 49.280,00	R\$ 52.424,06	R\$ 15.727,22
ESGOTO	R\$100,00	616	R\$ 61.600,00	R\$ 65.530,08	R\$ 19.659,02
DRENAGEM	R\$35,00	616	R\$ 21.560,00	R\$ 22.935,53	R\$ 6.880,66

Fonte: (Empresa de projetos de loteamento, 2022)

O prejuízo estipulado com as revisões dos projetos somam uma quantia de 56.028,22 reais.

Tabela 02: Orçamento projetos revisados após aprovação

PROJETOS	REVISÃO (30%)
URBANISTICO	
GEOMÉTRICO	R\$ 13.761,32
ÁGUA	R\$ 15.727,22
ESGOTO	R\$ 19.659,02
DRENAGEM	R\$ 6.880,66
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 56.028,22</b>

Fonte: (Empresa de projetos de loteamento, 2024)

### 3.3 Problemas de Compatibilização

Os projetos de loteamento são divididos em 6 projetos que se complementam entre si, sendo eles: projeto urbanístico, projeto geométrico (terraplanagem), projeto de rede pluvial, projeto de rede esgoto, projeto de rede de água potável, projeto de pavimentação e projeto paisagístico.

Seguindo esta mesma ordem de execução e complementando-se assim entre eles um projeto geral de infraestrutura a ser executada para a aprovação do loteamento e liberação para construções de casas, prédios ou áreas comerciais.

A compatibilização de todos esses projetos, aumentam a qualidade do produto final e é um detalhe importantíssimo para uma boa execução desses projetos em campo.

Já o resultado na execução de um projeto mal compatibilizado, é muito negativo, pois ocorre o aumento do índice de retrabalho, atraso nas atividades, extensão do prazo de execução, interferências com outras redes do projeto e descridibilidade do projeto aprovado.

No loteamento Terras Santas o problema de compatibilização iniciou-se logo na execução da terraplanagem, pois para a execução das redes seriam necessárias a realização dos aterros das ruas e quadras, devido ao lençol freático ser muito alto e também a execução de um dreno para evitar que a água atingisse o pavimento.

O ponto de lançamento do dreno era bem mais alto do que o projeto previa, fazendo que fosse necessário o aumento da cota do greide do projeto de terraplanagem e automaticamente houvesse a necessidade de mais material para a realização do aterro.

A solução encontrada foi realizar o rebaixamento da parte mais elevada do loteamento, aumentando-se o volume de corte para compensar o volume de aterro que seria necessário para atender a demanda de execução da rede de pluvial.

Ocasionalmente que o volume e tempo estipulado para a execução da terraplanagem fosse bem diferente do projetado e planejado. Abaixo segue-se o volume projetado e o volume final para as alterações do projeto:

Tabela 03: Volume projetado.

VOLUME	CORTE (m³)	ATERRO (m³)
GEOMÉTRICO	45.286,00	10.510,48
LIMPEZA	-19.231,60	9.473,32
VOLUME ÚTIL	26.054,40	19.983,80
COMPACTAÇÃO	-	4.995,95
TOTAL	26.054,40	24.979,75

Tabela 04: Volume real.

VOLUME	CORTE	ATERRO
GEOMÉTRICO	58257,39	41606,72
LIMPEZA	19231,6	9473,32
VOLUME ÚTIL	39025,79	32133,40
TOTAL	39025,79	32133,40

Fonte: Autor (2024)

Na comparação entre os dois volumes a diferença entre eles é de 12.971,39m³ para o corte e 7.153,65m³ para o aterro.

Observando esses números, parecem não serem assim tão discrepantes do que foi planejado, porém quando analisamos o custo de corte, transporte e aterro, começamos a identificar que tanto o custo quanto o cronograma começam a ficar distantes do planejado.

Abaixo segue uma planilha de custos de terraplanagem, fornecidas pela empresa para descrevermos os valores. Utilizou-se para o presente estudo de caso os seguintes equipamentos: 1 escavadeira de 36 toneladas, 4 caminhões traçados com volume de transporte de 15m³, 1 trator de esteira, 1 rolo compactador, 1 patrol e 1 trator de pneus.

Tabela 05. Preço por metro cúbico de cada equipamento da terraplanagem.

EQUIPAMENTOS	QUANTIDADE	CUSTO POR M <sup>3</sup>
ESCAVADEIRA 36T	1	R\$ 1,23
CAMINHÃO TRAÇADO	4	R\$ 5,00
TRATOR DE ESTEIRA	1	R\$ 0,81
ROLO COMPACTADOR	1	R\$ 0,56
PATROL	1	R\$ 1,18
TRATOR DE PNEU	1	R\$ 0,45
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 9,23</b>

Fonte: Autor (2024)

Tabela 06. Comparativo entre volume projetado e volume da alteração do projeto final.

VOLUMES	CORTE TOTAL (m <sup>3</sup> )	CORTE + 28% EMP.	VALOR POR M <sup>3</sup>	TOTAL
<b>VOLUME PROJETADO</b>	45286,00	57966,08	R\$ 9,23	R\$ 535.026,92
<b>VOLUME REAL</b>	58257,39	74569,4592	R\$ 9,23	R\$ 688.276,11
			<b>DESVIO NEGATIVO</b>	<b>R\$ 153.249,19</b>

Fonte: Autor (2024)

Totalizou-se um desvio negativo na execução da terraplanagem devido a alteração de projeto de terraplanagem de 153.249,19 reais.

No projeto de pluvial, houve a necessidade da alteração das cotas de profundidade devido a alteração do projeto geométrico, sendo alterados o cálculo de volume de bacias, velocidade de escoamento da rede de pluvial, tanto na drenagem superficial (canaleta do meio fio) quanto na drenagem subterrânea.

Devido a alteração do projeto de terraplanagem, houve a necessidade do acréscimo de mais redes de captação de águas pluviais, aumentando o quantitativo de rede a ser executada.

Tabela 07: Orçamento do Projeto Inicial.

EXECUÇÃO DA REDE PLUVIAL TERRA SANTA				
TUBOS (mm)	METROS LINEARES	QUANTIDADE	VALOR EXECUÇÃO	TOTAL
TUBO DE CONCRETO DE 300	1134		34,6	R\$ 39.236,40
TUBO DE CONCRETO DE 400	428		60,13	R\$ 25.735,64
TUBO DE CONCRETO DE 600	205		60,13	R\$ 12.326,65
TUBO DE CONCRETO DE 800	398		103,66	R\$ 41.256,68
TUBO DE CONCRETO DE 1000	700		103,66	R\$ 72.562,00
TUBO DE CONCRETO DE 1500	34		138,34	R\$ 4.703,56
BOCAS DE LOBO SIMPLES		51	666,24	R\$ 33.978,24
BOCAS DE LOBO DUPLAS		18	1332,48	R\$ 23.984,64
BOCAS DE LOBO TRIPLAS		8	1998,72	R\$ 15.989,76
POÇOS DE VISITAS		26	1530,62	R\$ 39.796,12
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 309.569,69</b>

Fonte: Autor (2024)

Tabela 08: Resultado do Projeto Alterado.

EXECUÇÃO DA REDE PLUVIAL TERRA SANTA				
TUBOS (mm)	METROS LINEARES	QUANTIDADE	VALOR EXECUÇÃO	TOTAL
TUBO DE CONCRETO DE 300			34,6	R\$ 0,00
TUBO DE CONCRETO DE 400	5254,13		60,13	R\$ 315.930,84
TUBO DE CONCRETO DE 600	937,19		60,13	R\$ 56.353,23
TUBO DE CONCRETO DE 800	54,31		103,66	R\$ 5.629,77
TUBO DE CONCRETO DE 1000	421,56		103,66	R\$ 43.698,91
TUBO DE CONCRETO DE 1200	164,67		138,34	R\$ 22.780,45
BOCAS DE LOBO SIMPLES		78	666,24	R\$ 51.966,72
BOCAS DE LOBO DUPLAS		9	1332,48	R\$ 11.992,32
BOCAS DE LOBO TRIPLAS		3	1998,72	R\$ 5.996,16
POÇOS DE VISITAS		44	1530,62	R\$ 67.347,28
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 581.695,68</b>

Fonte: Autor (2024)

Analisando as duas planilhas, identifica-se um acréscimo em valores para a execução da rede de pluvial de 272.125,99 reais, acima do orçado.

No projeto de esgoto a rede teve que ser deslocada para  $\frac{1}{3}$  da rua, ficando distante da rede de pluvial, também houve a necessidade das alterações nas cotas do projeto e da planilha de cálculo de velocidade de escoamento das redes de esgoto.

Devido a não compatibilização dos projetos a rede de esgoto conflitou com a rede de pluvial por diversas vezes, devido ao tamanho da manilha de pluvial, posição dos ramais da boca de lobo e alturas estipuladas em projeto.

Com todas essas interferências, houve o aumento do tempo de execução e um cuidado para não danificar a rede de pluvial que já havia sido executada.

O quantitativo de material para a execução do projeto não sofreu alteração.

Tabela 09: Apresentação do quantitativo de material de esgoto.

RELAÇÃO DE MATERIAL DE ESGOTO TOTAL - POTIM - SP			
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.
01	TUBO DN 200mm (REDE COLETORA E SAÍDA DA ETE ATÉ A INTERLIGAÇÃO)	m	546,00
02	TUBO COLETOR ESGOTO LISO DN 150 mm (REDE COLETORA)	m	3.851,26
03	TUBO COLETOR ESGOTO CORRUGADO DN 150 mm (REDE COLETORA)	m	1.068,74
04	TUBO DN 100mm (RAMAL DE LIGAÇÃO)	m	3.080,00
05	CURVA 90° - Ø100mm Classe 15	peça	616
06	SELIM 150x100mm	peça	616
07	PV - POÇO DE VISITA	UNID.	80
08	PVI - POÇO DE VISITA DE INTERLIGAÇÃO	UNID.	01

Fonte: (Empresa loteadora, 2021)

A produção estipulada pela empresa loteadora para a escavação, assentamento e compactação das redes de esgoto de 100mm, 150mm e 200mm é de 230m por dia.

Sendo o somatório do comprimento destas redes de 8.546,00m, necessitaria de um total de 38 dias trabalhados para a execução dessa rede, sem contar com as interrupções de clima e problemas mecânicos dos equipamentos.

Devido às interferências com a rede de pluvial a produção média por dia foi de 130m, sendo o tempo estendido de 38 para 66 dias de execução.

Abaixo segue quadro comparativo do tempo planejado para o tempo gasto na execução desta rede com os valores da equipe de execução, sendo utilizados os seguintes itens para cálculo do custo da equipe: 1 escavadeira 14 toneladas, 1 retroescavadeira, 1 compactador manual, 2 pedreiros e 4 ajudantes de pedreiro.

Tabela 10: Relação de produção planejado para o executado.

REDE 200,150 E 100mm	TOTAL	PRODUÇÃO DIÁRIA	DIAS	CUSTO EQUIPE / DIA	CUSTO EQUIPE
PLANEJADO	8546	230	37,15652174	3035	R\$ 112.770,04
EXECUTADO	8546	130	65,73846154	3035	R\$ 199.516,23

Fonte: Autor (2024)

O desvio negativo total na execução da rede de esgoto foi de 86.746,19 reais, obtendo-se um custo por metro de rede 23,35 reais.

No projeto de água potável, devido a rede ter sido deslocada para o outro 1/3 da rua, houve interferência com a rede de esgoto nos ramais de ligação para o lote, ocorrendo quebras de tubos de esgoto na hora da escavação da rede de potável aumentando o índice de retrabalho.

Tabela 11: Relação de produção planejado para o executado.

REDE DE POTÁVEL					
REDE 50,75 E 100mm	TOTAL	PRODUÇÃO DIÁRIA	DIAS	CUSTO EQUIPE / DIA	CUSTO EQUIPE
PLANEJADO	4764	260	18,32307692	1166,18	R\$ 21.368,01
EXECUTADO	4764	170	28,02352941	1166,18	R\$ 32.680,48

Fonte: Autor (2024)

Devido a todo esse problema de incompatibilidades com a rede de esgoto o desvio negativo na execução da rede de água potável para o planejado foi de 11.312,00 reais e um custo por metro de 6,86 reais.

### 3.4 Resultado final das alterações, retrabalhos e atrasos da execução

Com todos os problemas de retrabalho, interferências e alterações de projeto o resultado negativo demonstra a necessidade de se implantar uma metodologia eficiente e aplicá-la no pré-projeto. Abaixo segue o quadro de prejuízo com a não compatibilização dos projetos tanto no retrabalho dos projetos, como na execução e retrabalho em campo.

Tabela 12: Somatório dos retrabalhos de projeto e execução.

GASTOS RETRABALHO E ALTERAÇÃO	
ITEM	VALORES
PROJETO GEOMÉTRICO	R\$ 13.761,32
PROJETO PLUVIAL	R\$ 15.727,22
PROJETO ESGOTO	R\$ 19.659,02
PROJETO ÁGUA POTÁVEL	R\$ 6.880,66
EXECUÇÃO TERRAPLANAGEM	R\$ 153.249,19
EXECUÇÃO PLUVIAL	R\$ 272.125,99
EXECUÇÃO ESGOTO	R\$ 86.746,19
EXECUÇÃO POTÁVEL	R\$ 11.312,00
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 579.461,59</b>

Fonte: Autor (2024)

Válido ressaltar que os dias de improdutividade devido a chuvas e manutenções dos equipamentos foram retirados do cálculo, também contabilizamos apenas dias inteiros de segunda a sexta feira.

### 3.5 Apresentação de um Projeto Compatibilizado

Neste loteamento Morada da Serra em Extrema, o projeto foi elaborado utilizando a metodologia BIM como método de compatibilização, realizando-se uma análise criteriosa antes da aprovação dos projetos nos órgãos públicos. (ANEXO 05 e 06).

### 3.6 Comparativo Projetado e Executado

Tabela 13: Comparativo volume projetado para volume final de execução

TERRAPLANAGEM				
VOLUMES	CORTE TOTAL (m³)	CORTE + 28% E	VALOR POR M³	TOTAL
VOLUME PROJETADO	92550,00	118464,000	R\$ 9,23	R\$ 1.093.422,72
VOLUME REAL	90052,80	115267,584	R\$ 9,23	R\$ 1.063.919,80
DESVIO POSITIVO				R\$ 29.502,92

Fonte: Autor (2024)

O custo por metro cúbico de terra escavada, transportada e compactada é de 9,22 reais.

Tabela 14: Relação de produção planejado para o executado.

EXECUÇÃO REDE DE ESGOTO					
REDE 200,150 E 100mm	TOTAL	PRODUÇÃO DIÁRIA	DIAS	CUSTO EQUIPE	CUSTO EQUIPE
PLANEJADO	5701	230	24,79	3035	R\$ 75.228,41
EXECUTADO	5701	205	27,81	3035	R\$ 84.402,61
DESVIO NEG.					-R\$ 9.174,20

Fonte: Autor (2024)

O custo por metro da rede de esgoto foi de 14,80 reais.

Tabela 15: Relação de produção planejado para o executado.

REDE DE POTÁVEL					
REDE 50,75 E 100mm	TOTAL (m)	PRODUÇÃO DIÁRIA	DIAS	CUSTO EQUIPE	CUSTO EQUIPE
PLANEJADO	4642	260	17,85384615	1166,18	R\$ 20.820,80
EXECUTADO	4642	290	16,00689655	1166,18	R\$ 18.666,92
				DESVIO POS.	R\$ 2.153,88

Fonte: Autor (2024)

O custo por metro da rede de água é de 4,02 reais.

Tabela 16: Orçamento de projeto da execução de rede de pluvial.

EXECUÇÃO DA REDE PLUVIAL DO LOT. MORADA DA SERRA				
TUBOS (mm)	METROS LINEARES	QUANTIDADE	VALOR EXECUÇÃO	TOTAL
TUBO DE CONCRETO DE 300			34,6	R\$ 0,00
TUBO DE CONCRETO DE 400	659,52		60,13	R\$ 39.656,94
TUBO DE CONCRETO DE 600	1.333,46		60,13	R\$ 80.180,95
TUBO DE CONCRETO DE 800	189		103,66	R\$ 19.591,74
TUBO DE CONCRETO DE 1000	36,2		103,66	R\$ 3.752,49
TUBO DE CONCRETO DE 1200			138,34	R\$ 0,00
BOCAS DE LOBO SIMPLES		48	666,24	R\$ 31.979,52
BOCAS DE LOBO DUPLAS		27	1332,48	R\$ 35.976,96
BOCAS DE LOBO TRIPLAS		0	1998,72	R\$ 0,00
POÇOS DE VISITAS		39	1530,62	R\$ 59.694,18
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 270.832,78</b>

Fonte: Autor (2024)

Tabela 17: Resultado final de execução da rede de pluvial

EXECUÇÃO DA REDE PLUVIAL DO LOT. MORADA DA SERRA				
TUBOS (mm)	METROS LINEARES	QUANTIDADE	VALOR EXECUÇÃO	TOTAL
TUBO DE CONCRETO DE 300			34,6	R\$ 0,00
TUBO DE CONCRETO DE 400	681		62	R\$ 42.222,00
TUBO DE CONCRETO DE 600	1.341,00		62	R\$ 83.142,00
TUBO DE CONCRETO DE 800	189		105,01	R\$ 19.846,89
TUBO DE CONCRETO DE 1000	37,5		105,01	R\$ 3.937,88
TUBO DE CONCRETO DE 1200			138,34	R\$ 0,00
BOCAS DE LOBO SIMPLES		48	668,31	R\$ 32.078,88
BOCAS DE LOBO DUPLAS		27	1332,9	R\$ 35.988,30
BOCAS DE LOBO TRIPLAS		0	2004,93	R\$ 0,00
POÇOS DE VISITAS		39	1530,62	R\$ 59.694,18
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 276.910,13</b>

Fonte: Autor (2024)

Obeve-se um desvio negativo do orçamento para a execução de 6.077,35 reais.

### 3.7 Resultado final do orçamento x projeto compatibilizado na metodologia BIM

O resultado comparativo entre o que foi projetado, planejado e orçado é surpreendente, pois no projeto compatibilizado o índice de retrabalho nos projetos foram quase nulos, sendo a execução realizada de forma bem segura devido ao índice de incompatibilidade no campo já ser averiguado no projeto inicial e as redes estarem com distâncias seguras uma das outras.

Tabela 18: Somatório final da execução dos projetos em BIM

<b>GASTOS ALTERAÇÃO E EXECUÇÃO</b>	
<b>ITEM</b>	<b>VALORES</b>
PROJETO GEOMÉTRICO	R\$ 0,00
PROJETO PLUVIAL	R\$ 0,00
PROJETO ESGOTO	R\$ 0,00
PROJETO ÁGUA POTÁVEL	R\$ 0,00
EXECUÇÃO TERRAPLANAGEM	R\$ 29.502,92
EXECUÇÃO PLUVIAL	-R\$ 6.077,35
EXECUÇÃO ESGOTO	-R\$ 9.174,20
EXECUÇÃO POTÁVEL	R\$ 2.153,88
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 16.405,25</b>

Fonte: Autor (2024)

### 3.8 Comparativo de execução do projeto convencional x projeto em BIM

Comparando-se os valores de uma execução no método convencional ao método BIM, chegou-se aos resultados abaixo de execução por metro nas redes de esgoto e potável e metro cúbico na terraplanagem.

Tabela 19: Comparativo custo unitário de execução dos dois loteamentos.

<b>Comparação de Execução de Redes Custo por metro</b>		
<b>itens</b>	<b>Lot. Terras Santas</b>	<b>Lot. Morada da Serra</b>
Rede de Esgoto (m)	R\$ 23,34	R\$ 14,80
Rede de Potável (m)	R\$ 6,85	R\$ 4,02
Terraplanagem (m <sup>3</sup> )	R\$ 9,23	R\$ 9,22

Fonte: Autor (2024)

### 3.9 Investimento na tecnologia BIM

O software que foi utilizado para o presente estudo de comparação e implantação da metodologia BIM foi o Autocad Civil 3D, por se tratar de ser um software já usual no mercado de projetos de infraestrutura e já ter sido utilizado o Autocad como ferramentas para projeto em 2D. Os investimentos nos equipamentos e nos softwares para a implantação da metodologia BIM são altos se comparado com o Autocad 2D, porém se comparado ao enorme resultado positivo referente a diminuição do índice de retrabalhos, diminuição dos custos, aumento da produtividade e cumprimento do cronograma físico-financeiro o investimento é muito considerável. Abaixo segue o quadro comparativo de orçamento dos equipamentos para a elaboração de projeto no Autocad 2D e para introdução da metodologia BIM, sendo os valores de orçamento relativos ao ano de 2024.

Tabela 20. Comparativo execução de projeto em 2D para o Projeto em BIM

ORÇAMENTO EQUIPAMENTOS PROJETOS 2D ATUAIS		ORÇAMENTO EQUIPAMENTOS P/ IMPLANTAÇÃO BIM	
ITENS	VALORES	ITENS	VALORES
COMPUTADOR (DELL Inspiron i5)	R\$ 2.789,10	COMPUTADOR (Acer Nitro)	R\$ 4.699,00
TREINAMENTO (Curso Autocad 2D)	R\$ 300,00	TREINAMENTO (Curso Civil 3D)	R\$ 2.997,00
SOFTWARE (Autocad)	R\$ 7.961,00	SOFTWARE (Civil 3D)	R\$ 10.526,00
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 11.050,10</b>	<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 18.222,00</b>

Fonte: Site Autodesk, Magazine Luiza e Hotmart.

#### 4 RESULTADO E DISCUSSÃO (TCC2)

No decorrer da experiência, a coleta e análise de dados revelaram resultados importantes que contribuem significativamente para a compreensão da importância da metodologia BIM no cumprimento do cronograma, custo e qualidade dos projetos de infraestrutura de loteamento. Esses resultados trazem reflexões sobre a prática profissional e, em certos aspectos, desafiam o método tradicional de execução de loteamento.

Durante a experiência, na comparação do loteamento Morada da Serra para o loteamento Terras Santas, observou-se um aumento de 70% da produtividade na execução das redes de esgoto e água potável, uma economia de 100% na alteração dos projetos aprovados, economia de 3% em relação ao projeto geométrico projetado e orçado para o executado no loteamento Morada da Serra, obtendo-se um impacto positivo das atividades de execução da rede de pluvial, esgoto, potável e da terraplanagem de +16.405,25 reais em relação a somatória geral destes itens na execução, totalizando uma economia de 1% em relação ao orçamento.

Em relação ao comparativo do projeto de pluvial projetado e orçado do loteamento Morada da Serra para o projeto executado em campo atingiu a marca de 97,8% da meta com desvio negativo de -2,2% referente a meta orçada.

Já no projeto do loteamento Terras Santas, o desvio negativo de custo da rede de pluvial atingiu -87,90% devido a alteração de projeto de terraplanagem, totalizando-se um custo adicional de 272.125,99 reais, ficando bem distante do orçamento inicial.

No somatório das atividades de rede de pluvial, esgoto, água potável e terraplanagem do loteamento Terras Santas, o desvio negativo foi de -47,20% em relação ao orçamento inicial, totalizando um valor adicional de 579.461,59 reais.

Em comparação com as expectativas iniciais, os resultados obtidos foram menores, porém com uma grande expressividade se compararmos o projeto compatibilizado em BIM para projeto convencional de infraestrutura, com uma diferença de custo negativo do

somatório das atividades para o loteamento Terras Santas de -579.461,59 reais e um desvio positivo no loteamento Morada da Serra de +16.405,25 reais, tendo uma diferença em relação a cumprimento de orçamento nos resultados finais entre as duas obras de 595.866,84 reais.

Tabela 21. Comparativo orçamento e execução dos dois loteamentos.

<b>Comparativo de Cumprimento de Orçamento</b>		
<b>Item</b>	<b>Terras Santas</b>	<b>Morada da Serra</b>
<b>Orçamento Inicial</b>	R\$ 1.227.748,96	R\$ 1.460.304,71
<b>Orçamento Final</b>	R\$ 1.807.210,55	R\$ 1.443.899,46
<b>Valor do Desvio</b>	R\$ 579.461,59	R\$ 16.405,25
<b>% do Desvio</b>	-47%	1%

Fonte: Autor (2024)

Ao longo da experiência, notou-se uma mudança significativa em relação ao projeto compatibilizado e executado em BIM para o projeto e execução de forma convencional sem a compatibilização, ficando o loteamento Morada da Serra com uma melhor execução em campo, fácil interpretação dos projetos pelos engenheiros e encarregados da obra e sem necessidade de alterações em campo, evitando-se o retrabalho nos projetos e na execução.

Os valores de execução estão alinhados com as planilhas de custo de execução da empresa loteadora e não seguem a tabela SINAPI, pois a empresa utiliza-se desses parâmetros para a execução de loteamentos em todo país. A quantidade de equipamentos e colaboradores foi a mesma para as duas obras na execução das atividades de rede pluvial, esgoto, água potável e terraplanagem.

As obras mencionadas acima se situam uma no estado de São Paulo e outra no estado de Minas Gerais, se distanciam em 215,2 km uma da outra e foram executadas simultaneamente na mesma época, entre 2019 e 2021, podendo haver algumas variações de preços de materiais e salários de colaboradores devido a diferença entre estados.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Na busca de uma metodologia que apresente resultados concretos na execução de projetos de infraestrutura em loteamentos, a metodologia BIM apresentou resultados expressivos em relação ao método convencional de execução como, diminuição do tempo de execução da obra, aumento da produtividade, baixo índice de retrabalho nas atividades abordadas para o estudo, melhor resultado do cronograma físico-financeiro e menor custo da obra.

Concluimos com o presente estudo que a metodologia BIM apresenta muitas vantagens no resultado final da qualidade do produto e também soluciona problemas decorrentes no mercado da construção civil como atrasos na entrega da obra, diferenças entre planejamento, orçamento e execução, diminuição do valor final do produto, diminuição de retrabalhos e de maior lucratividade para os empresários do ramo de loteamentos. Válido ressaltar que não apenas na fase do projeto deve-se seguir a metodologia BIM, mas para atingir os resultados apresentados, a equipe de execução no campo deve seguir de forma integral ao que foi projetado e pensado pelos projetistas, técnicos, engenheiros ou arquitetos na fase de projetos.

Este estudo demanda um maior aprofundamento de pesquisa, pois abordamos aqui apenas algumas etapas de execução de um loteamento, necessitando ainda a conferência de outras etapas, como a pavimentação, iluminação e paisagismo, para a conclusão do resultado final do valor do produto.

### *Analysis of the BIM methodology in Subdivision Infrastructure projects*

#### **ABSTRACT**

*This work presents results of an analysis on the use of the BIM methodology in subdivision infrastructure projects, as a tool for solving problems of delays, planning and compliance with budgets for private works, experienced in the context of civil construction during the months of April 2019 to December 2021. Through this narrative, we seek to demonstrate the positive impacts of this methodology through a comparison of two subdivisions, one using the conventional method of projects and execution without compatible infrastructure projects and the other compatible in BIM methodology, bringing comparative results regarding cost, productivity, time, rework and compliance with the physical-financial schedule in the execution of the subdivision. The experience is based on a field study, obtaining data on rework, execution and construction time. It is believed that the results of this report can contribute to the debate and reflections on the implementation of the BIM methodology in subdivision infrastructure projects and its positive impact on compliance with planning, budget and execution, avoiding rework, extension of execution time and overpricing of the work.*

**Keywords:** BIM. Infrastructure. Allotments. Civil 3D. Compatibility.

## REFERÊNCIAS

AUTODESK. **O que é Bim. Modelagem de Informação da Construção.**

Disponível em: <<https://www.autodesk.com/br/solutions/bim>> Acesso em Junho de 2024.

BRAZILIAN JOURNAL OF BUSINESS. **Ranking mundial de desenvolvimento da infraestrutura.** Curitiba, v. 4, n. 4, p. 1850, out./dez., 2022.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Guia CBIC de boas práticas em sustentabilidade na indústria da Construção.** p.83;

<[https://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2013/08/Guia\\_de\\_Boas\\_Praticas\\_em\\_Sustentabilidade\\_CBIC\\_FDC.pdf](https://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2013/08/Guia_de_Boas_Praticas_em_Sustentabilidade_CBIC_FDC.pdf)> Acesso em Junho de 2024.

CARDOSO, A.; MAIA, B.; SANTOS, D.; NEVES, J.; MARTINS, M. **BIM, o que é?**

<[https://paginas.fe.up.pt/~projfeup/bestof/12\\_13/files/REL\\_12MC08\\_01.PDF](https://paginas.fe.up.pt/~projfeup/bestof/12_13/files/REL_12MC08_01.PDF)> Acesso em Junho de 2024.

CHAMBERLAIN, Zacarias. **Infraestrutura Urbana**, Editora PINI. **Bim: O Bim Da Infraestrutura.** Acesso em 20 jun. 2021.

CHIEN, K. F., WU, Z. H., HUANG, S. C., “**Identifying and assessing critical risk factors for BIM projects: Empirical study**”, *Automation Construction*, pp. 1-15, Abril 2014.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA (CONFEA). **Estratégia BIM Confea.** <<https://www.confea.org.br/profissional/estrategia-bim-confea>> Acesso em Junho de 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES. **BIM no DNIT.** <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/bim-no-dnit> Acesso em Junho de 2024.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R. LISTON, K. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors.** (p.15) 2ª ed. Hoboken: Wiley, 2011.

MCGRAW HILL CONSTRUCTION. **The Business Value of BIM for Infrastructure: Addressing America’s Infrastructure Challenges with Collaboration and Technology.** Bedford, 2012, p18.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS. **Estratégia BIM BR, p.7 2018.**

SOARES, RAFAEL. **Curso Iniciando Civil 3D do Zero**. 2023 Disponível em: <<https://pay.hotmart.com/U71907089Y?checkoutMode=10&bid=1719020142202>> Acesso em Janeiro de 2023.

VENÂNCIO, MARIA JOÃO LIMA. **Avaliação da Implementação BIM - Building Information Modeling em Portugal**. (p. 13) Julho de 2015.

## ANEXOS

(ANEXO 1)

Imagem obtida do programa Autocad. (Projeto aprovado)



Fonte: Empresa Loteadora (2019)

(ANEXO 2)

Imagem obtida do programa Autocad. (Projeto aprovado)



Fonte: Empresa Loteadora (2019)

(ANEXO 3)

Imagem obtida do programa Autocad. (Projeto aprovado)



Fonte: Empresa Loteadora (2019)

## (ANEXO 4)

Imagem obtida do programa Autocad. (Projeto aprovado)



Fonte: Empresa Loteadora (2019)

## (ANEXO 5)

Imagem obtida do programa Autocad. (Projeto aprovado)



Fonte: Empresa Loteadora (2019)

