

## Uso de Ferramenta *BIM* voltado para Projeto Geométrico: Como atender a norma para superlargura.

FERREIRA, Augusto Naves Faria<sup>1</sup>, ALVES, Thaynara Pedro<sup>2</sup>, PRADO, Fernando Luiz de Souza<sup>3</sup>

### Resumo

A utilização de *softwares* no ramo da construção civil voltado para infraestrutura proporcionou uma ampla visão, simplificando os processos construtivos, aumentando significativamente a agilidade na elaboração dos projetos e reduzindo os erros que possam vir a acontecer. Essa melhora é reflexo do crescimento do uso de *BIM - Building Information Modeling*, os quais são programas que representam os elementos de forma ilustrativas, detalhando cada etapa da execução através de objetos paramétricos e modelagem orientada. O presente trabalho tem como objetivo analisar um desses *softwares*, com intuito de encontrar técnicas para solucionar eventuais divergências de aplicação de conceitos normatizados que são encontrados na elaboração de projetos rodoviários. Para isso utilizou-se o *software Autodesk Civil 3D Metric* versão 2018 para dimensionamento da superlargura tendo como auxílio *MS Excel* versão 2016, para efeito comparativo dos valores obtidos. Foram utilizados dois *templates* para análise da geometria e distribuição da largura adicional, tendo em vista atender as diretrizes do manual do DNIT IPR 740 - Manual de projeto geométrico de travessias urbanas (2010). Observou-se um resultado adequado do segundo *template*, o qual por ser de origem desconhecida foi indispensável avaliar sua veracidade. Com tudo o *software Autodesk Civil 3D* é de grande eficiência atendendo as normas e diretrizes do DNIT: IPR 740, com o uso de um *template* não reconhecido pelo órgão vigente.

**Palavras-chave:** *Building Information Modeling (BIM)*, *Autodesk Civil 3D*; Projeto Geométrico, Superlargura.

### 1. Introdução

O setor da construção civil está em constante evolução, exigindo dessa área inovações para facilitar e agilizar os processos construtivos. Buscando suprir essas necessidades a utilização de programas e ferramentas tornou-se bastante viável, reduzindo o tempo e minimizando custos.

---

<sup>1</sup> [augusto.f.eng@outlook.com](mailto:augusto.f.eng@outlook.com), graduando em Engenharia Civil, Orientando, UniRV – Universidade de Rio Verde, Faculdade de Engenharia Civil, Campus Rio Verde, Fazenda Fontes do Saber, Caixa Postal 104. CEP: 75901-970 – Rio Verde – GO.

<sup>2</sup> [thaynaraalves.eng@gmail.com](mailto:thaynaraalves.eng@gmail.com), graduanda em Engenharia Civil, Orientando, UniRV – Universidade de Rio Verde, Faculdade de Engenharia Civil, Campus Rio Verde, Fazenda Fontes do Saber, Caixa Postal 104. CEP: 75901-970 – Rio Verde – GO.

<sup>3</sup> [fernando.prado@univ.edu.br](mailto:fernando.prado@univ.edu.br), Engenheiro Civil e M.Sc. em Engenharia de Transportes, Orientador, UniRV – Universidade de Rio Verde, Faculdade de Engenharia Civil, Campus Rio Verde, Fazenda Fontes do Saber, Caixa Postal 104. CEP: 75901-970 – Rio Verde – GO.

As primeiras gerações de *softwares* representavam os objetos através de figuras geométricas (pontos, linhas, arcos, retângulos, etc.), já que, os computadores apresentavam limitações para armazenagem e processamento de dados. Posteriormente foram surgindo ferramentas que possibilitaram a representação tridimensional dos elementos.

Surgiram assim os *softwares* tridimensionais (*BIM*) que tem o objetivo de servir como fonte completa e em tempo real das informações necessárias para um projeto e sua visualização em três dimensões, a fim de aumentar a quantidade e qualidade dos dados projetuais (MASOTTI, 2014).

De acordo com Cardoso *et al.* (2013) o *BIM* que em português significa “Modelagem de Informação da Construção”, são *softwares* utilizados para a elaboração de projetos que, não só permitem a visualização tridimensional, mas também apresenta um banco de informações essenciais para o processo construtivo. Este termo começou a ser mais utilizado por volta da década de 1990, se tornando mais popular anos depois.

Pesquisas demonstram que o uso da ferramenta *BIM* apresenta uma redução de: 61% nos erros de projeto, 36% nas atividades de retrabalho, 30% no custo de construção, 22% de redução da execução do projeto, 17% de reclamações após a entrega da obra ao cliente (MCGRAW HILL, 2012).

*BIM* é uma metodologia completa que está presente desde a concepção do projeto, do detalhamento, da construção, sua operação e a sua manutenção. Tendo a grande capacidade de gerenciar e coordenar as distintas etapas projetuais, garantindo cronograma próximo do real, visando a lucratividade na capacidade de reduzir os custos através da diminuição de erros.

Segundo Pinha (2017) o surgimento do *BIM* traz grandes vantagens que os *softwares* convencionais não proporcionam, abordando um campo mais amplo, que vincula a geometria 3D com tecnologias de dados para criação de ilustrações inteligentes e interativas. Outras vantagens que podem ser destacadas é agilidade na elaboração de projetos, melhor precisão, contribuindo no planejamento e nos levantamentos de quantitativos, possibilitando a redução de custos e retrabalho, permitindo dar continuidade ao projeto até sua finalização.

No Brasil esse conceito vem evoluindo bastante ao longo dos anos, algumas entidades como Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES e o Exército Brasileiro já trabalham com *BIM* de forma mais regular, para atender as demandas e transformar o conceito de forma estratégica (DINO, 2018).

O anúncio feito no mês de maio de 2018 durante o Encontro Nacional da Indústria da Construção – ENIC mencionou a obrigatoriedade da utilização de ferramentas *BIM* para elaboração de projetos executivos, pelos órgãos e entidades de administração. Como

justificativa destacaram a eficiência do modelo, alta racionalidade nos projetos e na execução de obras, reduzindo possíveis erros, tendo como objetivo tornar o uso do *BIM* mais popular no território nacional e responsabilizando as empresas pelas existências de eventuais erros de projetos. A proposta foi formalizada pelo presidente da época Michel Temer que assinou o decreto 9.377, prevendo um aumento 10% de produtividade do setor da construção civil, e ainda, redução de 20% nos custos das obras públicas (ORÇAFASCIO,2019).

*BIM* é um grande avanço para qualquer ramo da engenharia, e uma das áreas com maior utilização, é na infraestrutura, nos dimensionamentos de obras rodoviárias, ferroviária, e entre outras. Pensando na necessidade devido à grande demanda de obras de infraestrutura, visando melhorar a produtividade e reduzir custos, usar essa ferramenta como uma aliada é essencial.

Existem diversos tipos desses *softwares* para cada área, e nos projetos rodoviários não é diferente, os mais usados e de grande eficiência são o *Autodesk Civil 3D* e o *Power Civil MicroStation*.

O *Autodesk Civil 3D* é software bem completo, existem vários materiais para estudos e apresenta maior facilidade ao utilizar, já o *Power Civil MicroStation* apresenta dificuldade para treinamento, dificultando seu uso. (JAVAHES, 2011.)

O *Civil 3D* permite inserir dados para projetos complexos identificando facilmente qualquer erro ou problema que possa conter, possibilitando a correção com antecedência (BRANDÃO; FERREIRA, 2015).

Atualmente grande parte dos transportes de cargas e passageiros é realizada por meio de rodovias, sendo 60 % transportes de cargas e 90 % transportes de passageiros. “O Brasil tem uma malha rodoviária de aproximadamente 1.720.756,00 quilômetros segundo pesquisa realizada em 2004” (CRISTALDO, 2018). Os projetos rodoviários bem elaborados são essenciais para execução de boas rodovias, nele vêm detalhados todos os itens necessários para construção, tanto os geométricos quanto os de terraplenagem.

Apesar de ser um grande avanço na área de projetos, a utilização do *Autodesk Civil 3D* precisa passar por alguns ajustes. A Autodesk (2016) cita alguns erros que podem ser encontrados na fase de elaboração, que podem interferir no resultado final, que são:

- Erros de definição de superfície;
- Erros de desconexão de superfície;
- Erros de reconstrução instantânea da superfície;
- Erros ao atualizar os valores da análise de superfície.

Durante concepção de um projeto de rodovias quando estão sendo dimensionados alguns elementos como a superlargura, notam-se alguns destes problemas, como por

exemplo, a forma geométrica criada para superlargura apresenta pontos de intersecção que deformam sua geometria, formando retas e não distribuindo o acréscimo de largura ao longo da curva.

“A superlargura é um acréscimo total de largura proporcionado às pistas em curvas; de forma a considerar às exigências operacionais, então decorrentes e crescentes com a curvatura, e assegurar um padrão adequado de segurança e conforto ao dirigir. A determinação dessa largura é feita somando as larguras máximas dos veículos e as distâncias de segurança entre veículos e as bordas do pavimento. (DNIT, IPR 740, 2010).

Para reverter os problemas citados na aplicação deste elemento, há a necessidade de edição manual dos mesmos. Esta edição causa uma quebra de vínculo entre os elementos do *BIM* transformando estes em simples ilustrações ou figura geométricas, que causa a perda da integração oferecida pela ferramenta.

O presente trabalho tem por objetivo solucionar os erros encontrados durante o dimensionamento e aplicação da superlargura, tendo o foco na permanência da integração das figuras geométricas, distribuição correta do acréscimo de largura, visando sempre atender a norma do DNIT IPR 740, desfrutando dos benefícios que *softwares* tridimensionais oferece.

## 2. Material e método

As ferramentas utilizadas para desenvolvimento desta pesquisa foram: *Autodesk Civil 3D Metric* versão 2018 e *Microsoft Office Excel* versão 2016.

### 2.1 Autodesk Civil 3D

Segundo a *Autodesk (2019)* o *Civil 3D®* é uma ferramenta que dá suporte ao *BIM* com recursos integrados para aprimorar a documentação de desenhos, projetos e construção. O mesmo tem a funcionalidade de auxiliar os Profissionais da Engenharia Civil, projetistas e técnicos, através da capacidade de processar dados topográficos, de geoprocessamento, movimentação de terra, levantamento de quantitativos e representar os elementos em três dimensões.

Esse modelo inteligente proporciona confiabilidade no projeto e execução com menores índices de erros, possibilitando estudos preliminares mais precisos e detalhados (ESCOTE,2018).

Neste estudo foram utilizados dois *templates*, os quais são modelos a serem seguidos com uma estrutura predefinida, facilitando o desenvolvimento e criação daquilo que se deseja.

*Template (1):* Modelo disponibilizado no software, *Autodesk Civil 3D Metric (2011) Roadway Design Standards*.

*Template (2):* Modelo de origem desconhecida que eventualmente atenderia os parâmetros para dimensionamento da superlargura, conforme especificado no DNIT IPR 740 - Manual de projeto geométrico de travessias urbanas (2010).

Para realização deste estudo foi criada uma geometria de uma curva fictícia quase espiral total de entrada e saída para maior ênfase gráfica visual, projetada apenas para análise, criada pelos próprios autores, com extensão de aproximadamente 550 metros, em pista simples, com duas faixas de rolamento e com seguintes informações complementares para cálculo:

- Rodovia Classe II;
- Terreno Ondulado;
- Ângulo de deflexão ( $\Delta$ ) 90°;
- Raio circular ( $R_c$ ) 100 metros;
- Comprimento de Transição Adotado ( $L_s$ ) 150 metros;
- Velocidade de Projeto de 40 Km/h;
- Atrito Lateral ( $f_t$ ) igual 0,18;
- Elevação máxima ( $e_{máx.}$ ) de 8%;
- Largura da Faixa de rolamento = 3,60 metros;
- Largura do Acostamento = 2,4 metros;
- Declive transversal da Faixa de Rolamento ( $\alpha$ ) = - 2%;
- Veículo tipo BTL 30 m;

Este veículo foi escolhido como um caso mais crítico, devido o mesmo necessitar de um acréscimo na pista considerável para se projetar em trechos curvilíneos, destacando a superlargura para o estudo, assegurando um padrão adequado de segurança e conforto.

Segundo o DNIT (2010) o BTL é uma representação de veículos de cargas articuladas, composta por um cavalo mecânico com 3 eixos, tracionado, por meio de duas articulações, e semirreboque de 3 eixos. Conforme ilustrado na figura 1.

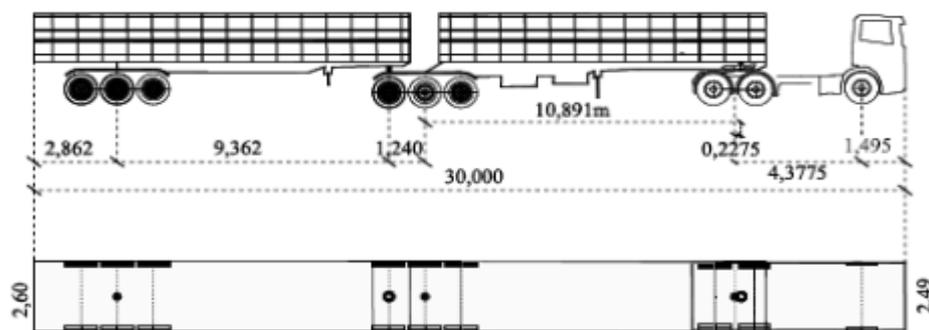


Figura 1 – Veículo de projeto BTL, medidas em metros.  
Fonte: DNIT: IPR 740 (2010).

De acordo com Filho (1998), ao longo do trecho circular da curva com espiral de transição, a superlargura deve ser aplicada de forma integral, sendo metade do valor calculado para cada lado. A distribuição da superlargura deve acontecer de forma gradual e linear, para ambos os lados da pista e ao longo de toda a espiral de transição, preservando o alinhamento de borda do lado externo da curva. A figura 2 apresenta em destaque a trajetória do veículo tipo inscrito numa curva de concordância horizontal circular. A figura 3 apresenta a forma normatizada de distribuição da superlargura.

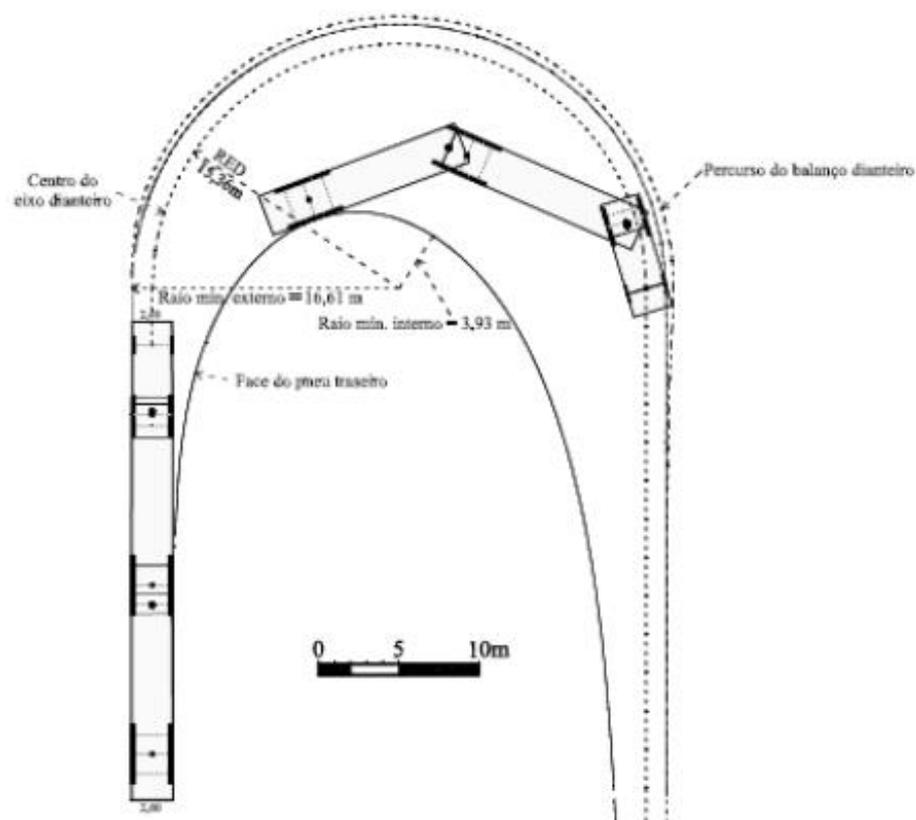


Figura 2 - Trajetória do veículo de projeto BTL em curva  
Fonte: DNIT: IPR 740 (2010).

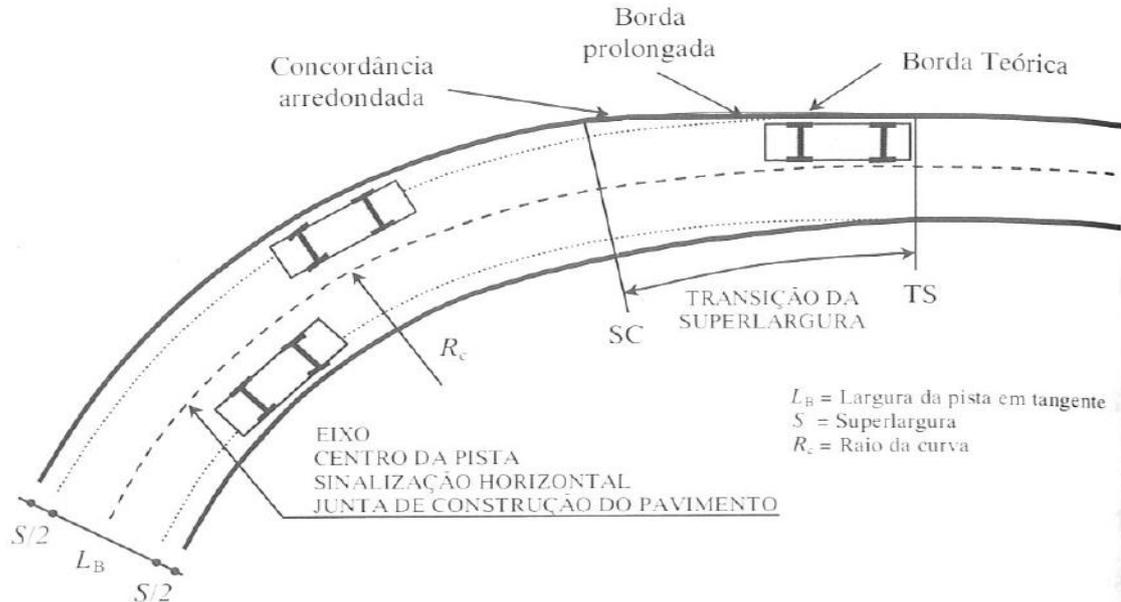


Figura 3 - Distribuição da superlargura numa curva de transição  
Fonte: Filho (1998).

Logo após determinados todas as informações para a concepção do traçado da curva fictícia, inseriu-se os dados no *Autodesk Civil 3D* com a utilização do *template (1)*. A figura 4 representa a seção transversal do tipo utilizada nesse estudo e a figura 5 o esboço do traçado da curva em análise sem acréscimo da superlargura.

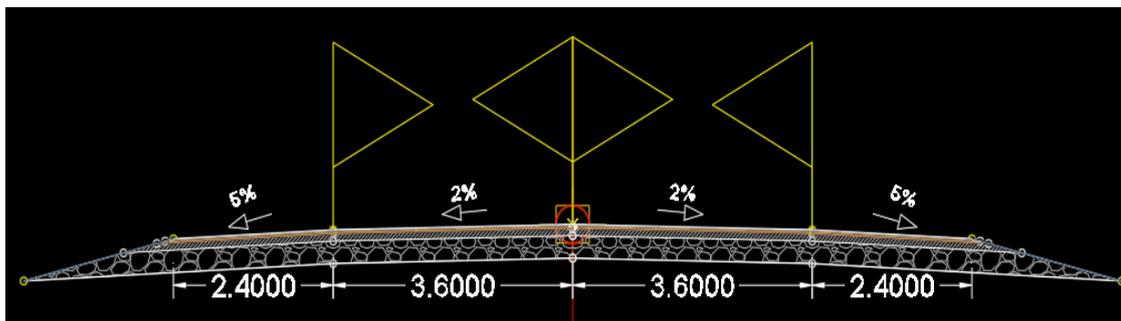


Figura 4 – Seção Transversal, medidas em metros.  
Fonte: Própria Autoria (2019).

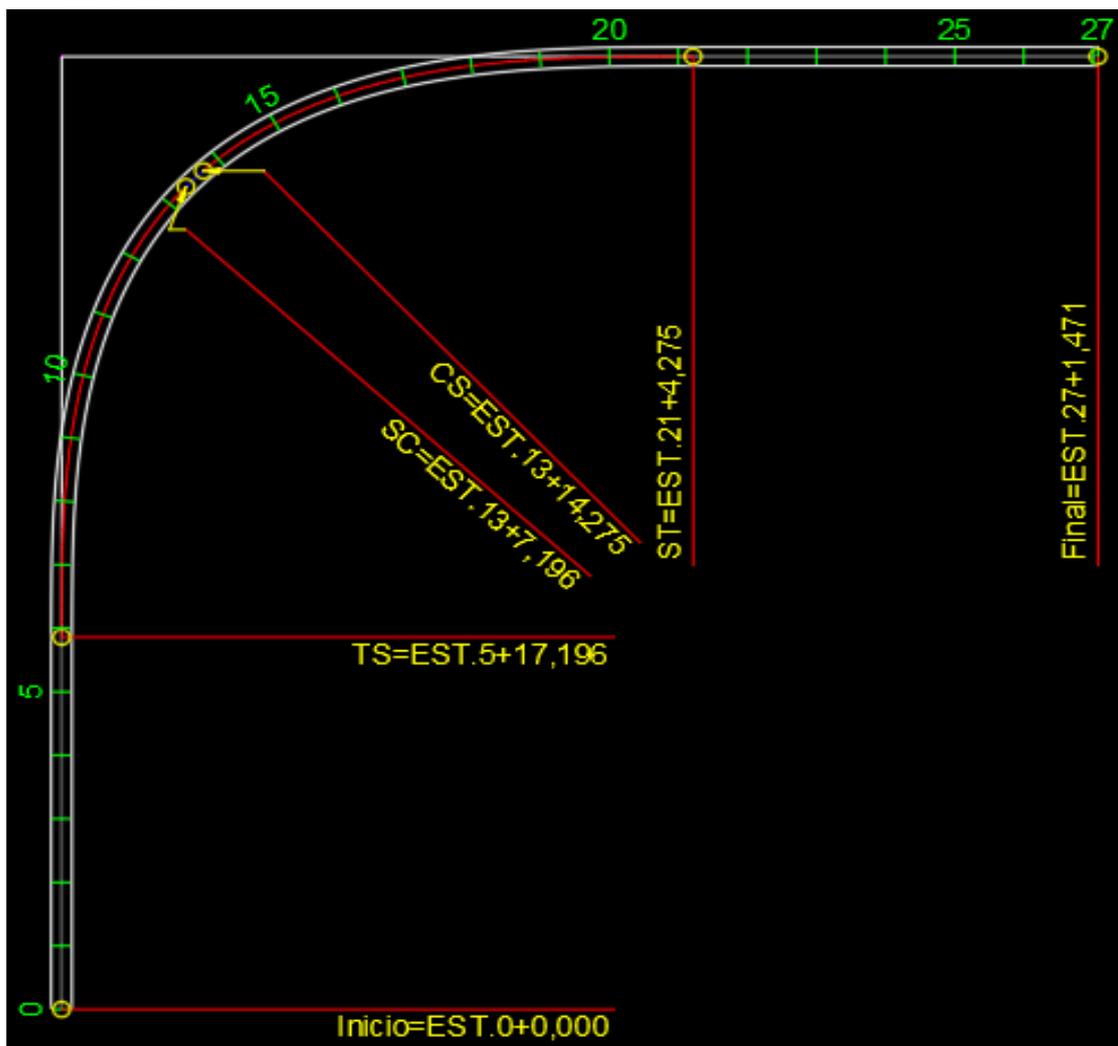


Figura 5 – Curva horizontal com espiral de transição.  
Fonte: Própria Autoria (2019).

Os resultados calculados iniciais foram analisados e avaliados visando sempre atender os critérios do Manual do DNIT: IPR 740 (2010). Em relação ao diagnóstico e prognóstico foram feitas várias análises quanto as configurações do software para estudo de cada etapa de lançamento do traçado. A figura 6 demonstra a curva de estudo com aplicação da superlargura.

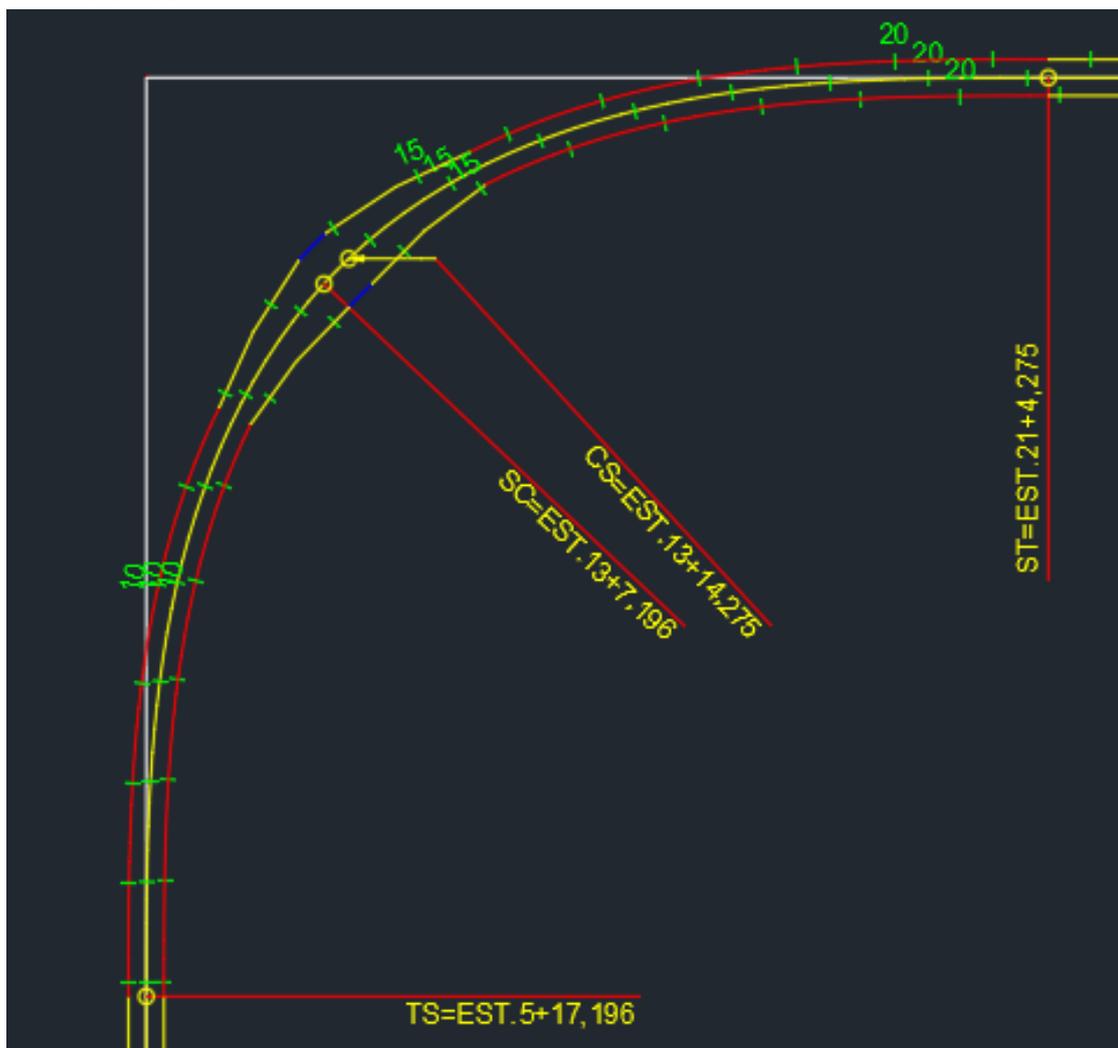


Figura 1 – Curva com aplicação da superlargura utilizando o *template* 1.  
Fonte: Própria Autoria (2019).

Nessa figura pode ser observado o destaque na distribuição da superlargura e os pontos notáveis de acordo com o *template* (1): TS – Tangente espiral; SC – Espiral circular; CS – Circular espiral; e, ST – Espiral tangente. Nota-se que a distribuição da superlargura não aconteceu ao longo da espiral de transição, além de ter sido criado pelo *software* dois curtos segmentos de reta em cada bordo de pista. Essa forma geométrica não atende as especificações normatizadas e vai de encontro aos critérios mínimos de geometria da via, estética e principalmente de segurança.

Posteriormente, o *software* foi configurado para recriar o traço da curva com os mesmos critérios apresentados utilizando o *template* (2). A figura 7 ilustra a curva com a aplicação da superlargura nessa nova configuração.

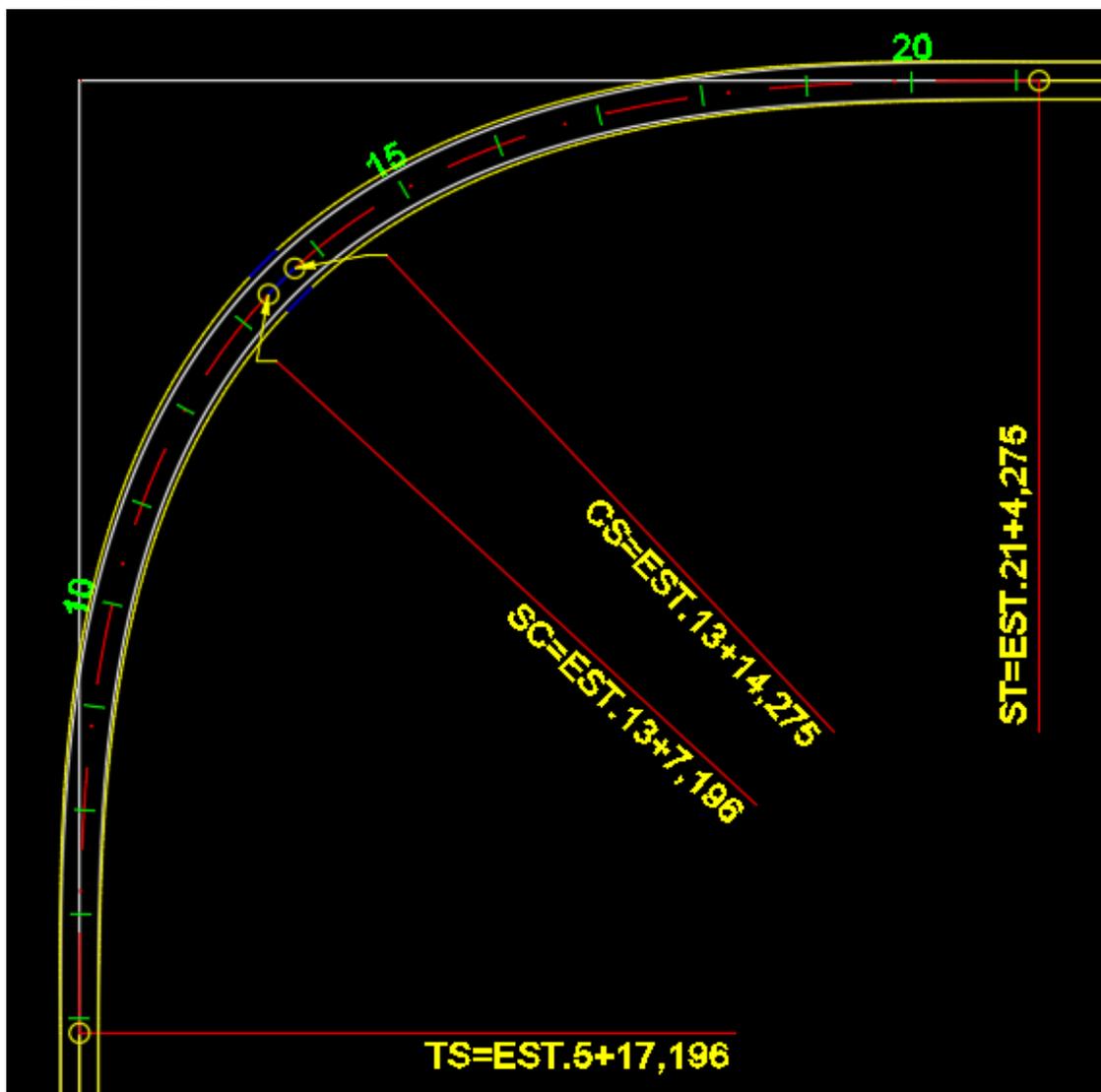


Figura 2 – Curva com aplicação da superlargura utilizando o *template 2*.  
Fonte: Própria Autoria (2019).

Nessa segunda aplicação, o *software* apresentou uma geometria da superlargura condizente com a especificação, ou seja, fez a distribuição ao longo de toda espiral de transição e a aparência estética da geometria não ressalta nenhum vértice ao longo da curva. Sendo a estética geométrica satisfatória e agradável aos olhos, contribuindo para o conforto e segurança viária.

Entretanto, ainda é necessário avaliar se essa segunda aplicação atende aos critérios de dimensionamento geométrico. Para isso, essa mesma curva foi dimensionada em uma planilha eletrônica, de acordo com a normatização vigente a fim de se comparar e validar os resultados apresentados pelo *Autodesk Civil 3D*.

## 2.2 Microsoft Office Excel

O *Software Excel* é um programa informático desenvolvido pela empresa *Microsoft Office*<sup>®</sup>, o qual é baseado em planilha eletrônica, tendo como intuito auxiliar, facilitar e agilizar os resultados desejados. Trata-se de um sistema operacional que executa operações matemáticas de acordo com fórmulas e funções.

Foi introduzido no *MS Excel* as equações 1 a 5 para dimensionamento da superlargura de acordo com do DNIT: IPR 740 (2010).

$$G_C = L_v + (R - \sqrt{R^2 - E^2}) \quad (1)$$

$$G_F = \sqrt{R^2 + F \cdot (F + 2E)} - R \quad (2)$$

$$F_D = \frac{v}{10\sqrt{R}} \quad (3)$$

$$L_T = 2 \cdot (G_C + G_L) + G_F + F_D \quad (4)$$

$$S = L_T - L_B \quad (5)$$

Onde:

- $G_C$  = gabarito estático do veículo em curva;
- $G_F$  = acréscimo devido ao balanço dianteiro do veículo em curva;
- $G_L$  = folga lateral do veículo em movimento (valor tabelado);
- $F_D$  = folga dinâmica, determinada de forma experimental e empírica;
- $L_T$  = largura total em curva da pista de 2 faixas de tráfego;
- $L_B$  = largura total da pista de 2 faixas em tangente;
- $S$  = Superlargura total da pista.

A utilização do *MS Excel* tem como objetivo avaliar a eficácia dos *templates* utilizados para concepção do trabalho, além de comparar se os resultados obtidos atendem os valores tabelados e as especificações do DNIT, 2010.

### 3. Resultados e discussão

A partir do estudo da superlargura e através de várias análises da aplicação do software *Autodesk Civil 3D* foram obtidos os seguintes resultados, visando sempre atender o manual do DNIT, 2010.

A figura 6 apresentou a curva em estudo com o acréscimo da superlargura utilizando o *template* (1). Através de análise visual verificou-se que, a configuração fornecida pelo *template* (1) apresenta problemas na distribuição da superlargura e insere pontos de interseção durante a curva espiral de transição.

Para distribuir o acréscimo da largura da pista corretamente é necessário iniciar no ponto onde há a transição do trecho linear para o trecho em espiral, denominado TS

(tangente espiral) considerando um valor mínimo de 0,40 metros. Neste modelo a inserção da superlargura é apresentada de forma errônea, sendo aplicada, somente próximo ao trecho circular e de forma irregular; além da implantação de PI (pontos de intersecção) criando retas nos trechos curvilíneos, distorcendo sua geometria e eliminando a funcionalidade da largura adicional.

Diante da problemática, foi utilizado o *template* (2) de origem desconhecida e que possivelmente atenderia os parâmetros do DNIT: IPR 740 (2010), com os resultados já apresentados na figura 7.

Por análise visual verificou-se que há grande diferença na distribuição da superlargura entre os *templates*. A modelagem da curva utilizando o *template* (2) aplica a superlargura de forma coerente, criando eixos de bordo vinculados ao eixo principal e pontuando a superlargura através de PI's. Vale ressaltar que esse modelo emprega o acréscimo de largura a partir do ponto correto (TS), distribuindo de forma gradativa e funcional.

A figura 8 apresenta em maiores detalhes os critérios e resultados da superlargura obtidos pelo *software Autodesk Civil 3D – template* (2).

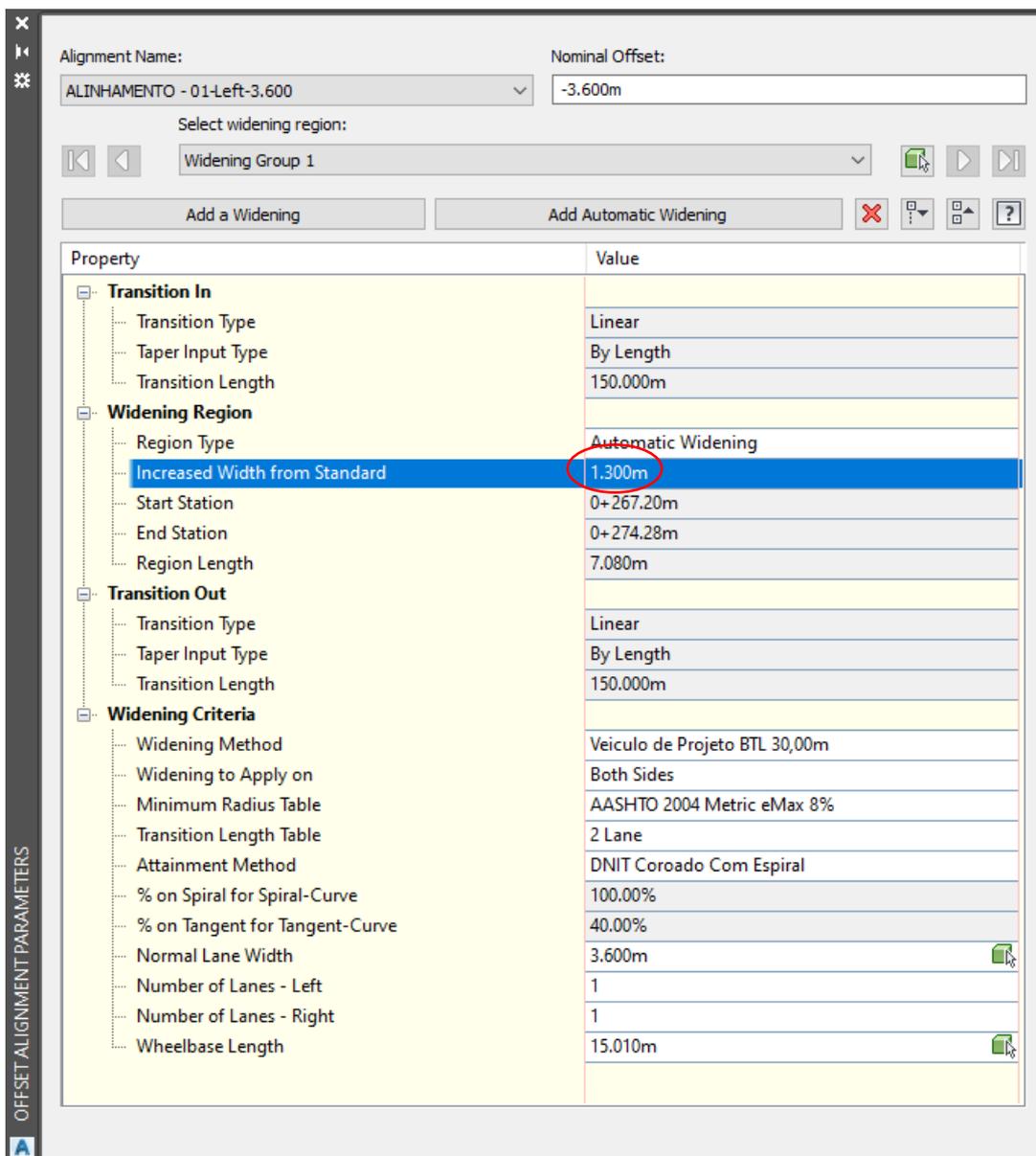


Figura 8 – Distribuição e critérios da superlargura *template* (2).  
Fonte: Própria Autoria (2019).

Apesar de apresentar resultados satisfatórios visualmente, o *template* foi conseguido há pouco tempo o que impossibilitou a decodificação do arquivo, sendo desconhecidos os critérios e formulações utilizados.

Para verificar a veracidade dos resultados apresentados nessa modelagem, foram inseridas as equações necessárias para dimensionamento da superlargura segundo DNIT (2010) no *MS Excel*.

A tabela 1 apresenta os dados de entrada para o cálculo na planilha eletrônica do *software MS Excel*:

DADOS DE ENTRADA	
*Veículo de Projeto: BTL	
L. Veículo ( m )	2,60
F	1,50
e max ( % )	8,00
E1	4,38
E2	10,89
E3	9,36
* Rodovia Classe II	
L.Faixa	3,60
Lb	7,20
N° Faixas	2,00
* Curva	
V. p.	40,00
Rc	100,00

Tabela 1 – Dados de entrada para cálculo da superlargura.  
Fonte: Própria Autoria (2019).

Onde:

- L = largura física do veículo, em metros;
- F = balanço dianteiro do veículo, em metros;
- e = elevação máxima, em porcentagem;
- E = distância entre eixos, em metros;
- L<sub>B</sub> = largura básica da pista em tangente, em metros.
- R = raio de curvatura, em metros;
- V<sub>p</sub> = velocidade de projeto, em km/h.

A tabela 2 apresenta os resultados do dimensionamento da superlargura no *software MS Excel*:

RESOLUÇÃO SUPER LARGURA	
Eq. ( m )	15,01
Gc ( m )	3,73
Gf ( m )	0,24
Gl ( m )	0,90
Fd ( m )	0,40
Lt ( m )	9,90
S ( m )	2,70
S adot. ( m )	2,70
S/2 ( m )	1,35

Tabela 2 – Resultados da superlargura no *software MS Excel*.  
Fonte: Própria Autoria (2019).

A tabela 3 apresenta a nota de serviço da distribuição da superlargura ao longo da curva horizontal com transição.

DISTRIBUIÇÃO DA SUPERLARGURA											
Descrição	ESTACA			Distância do Início da Transição ( m )	Faixa da Esquerda			Cota do Eixo	Faixa da Direita		
					L Faixa	S/2	LB		LB	S/2	L Faixa
	3	+	0,00	-57,20	3,60	0,00	3,60	0,00	3,60	0,00	3,60
	4	+	0,00	-37,20	3,60	0,00	3,60	0,00	3,60	0,00	3,60
	5	+	0,00	-17,20	3,60	0,00	3,60	0,00	3,60	0,00	3,60
<b>TS</b>	<b>5</b>	<b>+</b>	<b>17,20</b>	<b>0,00</b>	<b>3,60</b>	<b>0,00</b>	<b>3,60</b>	<b>0,00</b>	<b>3,60</b>	<b>0,00</b>	<b>3,60</b>
	6	+	0,00	2,80	3,63	0,03	3,60	0,00	3,60	0,03	3,63
	7	+	0,00	22,80	3,81	0,21	3,60	0,00	3,60	0,21	3,81
	8	+	0,00	42,80	3,99	0,39	3,60	0,00	3,60	0,39	3,99
	9	+	0,00	62,80	4,17	0,57	3,60	0,00	3,60	0,57	4,17
	10	+	0,00	82,80	4,35	0,75	3,60	0,00	3,60	0,75	4,35
	11	+	0,00	102,80	4,53	0,93	3,60	0,00	3,60	0,93	4,53
	12	+	0,00	122,80	4,71	1,11	3,60	0,00	3,60	1,11	4,71
	13	+	0,00	142,80	4,89	1,29	3,60	0,00	3,60	1,29	4,89
<b>SC</b>	<b>13</b>	<b>+</b>	<b>7,20</b>	<b>150,00</b>	<b>4,95</b>	<b>1,35</b>	<b>3,60</b>	<b>0,00</b>	<b>3,60</b>	<b>1,35</b>	<b>4,95</b>
	13	+	12,20		4,95	1,35	3,60	0,00	3,60	1,35	4,95
<b>CS</b>	<b>13</b>	<b>+</b>	<b>14,28</b>	<b>150,00</b>	<b>4,95</b>	<b>1,35</b>	<b>3,60</b>	<b>0,00</b>	<b>3,60</b>	<b>1,35</b>	<b>4,95</b>
	14	+	0,00	144,28	4,90	1,30	3,60	0,00	3,60	1,30	4,90
	15	+	0,00	124,28	4,72	1,12	3,60	0,00	3,60	1,12	4,72
	16	+	0,00	104,28	4,54	0,94	3,60	0,00	3,60	0,94	4,54
	17	+	0,00	84,28	4,36	0,76	3,60	0,00	3,60	0,76	4,36
	18	+	0,00	64,28	4,18	0,58	3,60	0,00	3,60	0,58	4,18
	19	+	0,00	44,28	4,00	0,40	3,60	0,00	3,60	0,40	4,00
	20	+	0,00	24,28	3,82	0,22	3,60	0,00	3,60	0,22	3,82
	21	+	0,00	4,27	3,64	0,04	3,60	0,00	3,60	0,04	3,64
<b>ST</b>	<b>21</b>	<b>+</b>	<b>4,28</b>	<b>0,00</b>	<b>3,60</b>	<b>0,00</b>	<b>3,60</b>	<b>0,00</b>	<b>3,60</b>	<b>0,00</b>	<b>3,60</b>
	22	+	0,00	-15,73	3,60	0,00	3,60	0,00	3,60	0,00	3,60
	23	+	0,00	-35,73	3,60	0,00	3,60	0,00	3,60	0,00	3,60
	24	+	0,00	-55,73	3,60	0,00	3,60	0,00	3,60	0,00	3,60

Tabela 3 – Nota de serviço da curva com transição  
Fonte: Própria Autoria (2019).

A tabela 4 apresenta os valores para a superlargura de acordo com o DNIT, confrontando o raio de a curva circular com a velocidade diretriz de projeto, considerando o veículo de BTL de 30 metros e largura de pista de 7,2 metros.

Raio (m)	Largura de Pista de 7,20 m								
	Velocidade diretriz (km/h)								
	30	40	50	60	70	80	90	100	110
25	10,3								
30	8,4								
35	7,1								
40	6,2								
45	5,5	5,6							
50	4,9	5,1							
55	4,4	4,6							
60	4,1	4,2							
65	3,7	3,9							
70	3,5	3,6	3,7						
80	3,0	3,1	3,2						
90	2,7	2,8	2,9						
<u>100</u>	2,4	<u>2,5</u>	2,6						

Tabela 4 – Valores de superlargura para projetos de curvas em trechos contínuos – pistas de 2 faixas (m) veículo de projeto BTL – 30,00 m.  
Fonte: ADAPTADO DNIT: IPR 740 (2010).

De acordo com os critérios inseridos no software *Autodesk Civil 3D* a figura 8 apresenta o valor da taxa de variação unitária da superlargura de 0,008667 m/m a ser inseridos no desenvolvimento da espiral de transição, totalizando um valor 1,3 m em cada bordo no trecho circular.

Já no resultado obtido pelos cálculos através do *MS Excel* conforme a tabela 2, a taxa de variação unitária da superlargura é de 0,009 m/m a ser inserido no desenvolvimento da espiral de transição, totalizando em 1,35 m em cada bordo no trecho circular.

Confrontando os valores da tabela 4 conforme o DNIT, a taxa de variação unitária mínima da superlargura é de 0,008333m/m, totalizando um valor de 1,25m em cada bordo no trecho circular da curva projetada.

Os dados referenciados pelo DNIT apontam uma superlargura total mínima no trecho circular 2,50 metros, entretanto no resultado obtido através do dimensionamento no *MS Excel*; foram 2,70 metros na superlargura total da pista, já o *template* (2) intermedia os resultados com valor total 2,60 metros, atendendo os parâmetros mínimos estabelecidos pelo DNIT, porém menos conservadores que as equações de dimensionamento constantes da literatura de dimensionamento geométrico de vias rodoviárias.

#### 4. Conclusões

Este trabalho teve o objetivo de avaliar o desempenho do *software Autodesk Civil 3D* em relação ao cálculo da superlargura, tendo como base os parâmetros no DNIT. De acordo com resultados obtidos, conclui-se que a eficiência do *Autodesk Civil 3D* é

satisfatória mediante a utilização de um *template* editado, visto ser um software que auxilia e facilita na elaboração de projetos de infraestrutura, podendo sim ser utilizado no dimensionamento de curvas com espiral de transição sem receio de não atendimento das especificações normatizadas.

Porém, ressalva-se a necessidade de se ter alguns cuidados quanto à inserção dos critérios e principalmente na utilização de *templates*, os quais podem ter parâmetros que distorcem a geometria do traçado, além de não serem reconhecidos pelo Autodesk e pelo DNIT. Outro aspecto negativo é a fácil edição dos *templates* por serem arquivos com extensão xml ou txt, os quais são editáveis em qualquer *software* de edição de texto.

Entretanto, se utilizado de forma correta, é uma grande ferramenta, que tem a capacidade de proporcionar todas as vantagens que um software *BIM* oferece, quanto ao dimensionamento, visualização em 3 dimensões, levantamentos de quantitativos e facilitando no planejamento.

Dentre todas essas considerações, a principal é que apesar da facilidade de soluções automáticas oferecidas pelos fabricantes de *softwares*, a prudência e conhecimento da causa são indispensáveis na utilização, não bastando apenas conhecer os comandos da ferramenta, mas sim conhecer a teoria por trás de cada comando.

Como recomendação de trabalhos futuros, fica a sugestão de decodificação do *template* oferecido na instalação do Autodesk Civil 3D e identificação da inconsistência na distribuição da superlargura. Também a validação da distribuição da superelevação no Autodesk Civil 3D é necessária, visto essa ser de suma importância, combinadas com a espiral de transição e superlargura, para a segurança da circulação viária.

## Referências

AUTODESK. **Civil 3D** - Ajuda. 2016. Disponível em: <<http://help.autodesk.com/view/CIV3D/2016/PTB/?guid=GUID-AEDEC810-CBBC-45AA-B35B-E0CE2DE2413A>>. Acesso em: 07 de maio de 2019.

AUTODESK. **Civil 3D**. 2019 Disponível em: < <https://www.autodesk.com.br/products/civil-3d/overview>>. Acesso em: 05 de set. de 2019.

BRANDÃO, R. A; FERREIRA, E. A. M. **Aplicação do BIM no estudo de obras de infraestrutura viária e de terraplenagem**, 1 ed. São Paulo: Agência Imaginera, 2015.

BRASÍLIA (Estado). Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018. **Diário Oficial da União - Seção - 1**, Brasília, p. 3, 2018.



CARDOSO, A; MAIA, B; SANTOS, D; NEVES J; MARTINS M. **BIM: O que é?** Portugal, 2013. 27p. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2013.

CRISTALDO, H. Pesquisa da CNT diz que 42,7% das rodovias são boas ou ótimas– CNT. **CNT pesquisa estradas condições precariedade**. São Paulo, 10set. 2017. Disponível em: < <http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2017-08/pesquisa-da-cnt-diz-que-427-das-rodovias-federais-sao-boas-ou-otimas>>. Acesso em: 09 de maio de 2019.

DNIT: IPR 740 - Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes: **Manual de projeto geométrico de travessias urbanas**. Rio de Janeiro, RJ. 392 p. 2010.

DINO. **O desenvolvimento do modelo BIM no Brasil**. Revista Exame. 5 de jun. de 2018. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/negocios/dino/o-desenvolvimento-do-modelo-bim-no-brasil/>>. Acesso em: 15 de maio de 2019.

ESCOTE, C. A. **Avaliação do uso de Building Information Modeling (BIM) em obras de infraestrutura urbana: estudo de caso de loteamento urbano**. 2018. Originalmente apresentada como conclusão do curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.

FILHO, G. P. **Estradas de Rodagem: Projeto Geométrico**. São Carlos: Bidim, 1998.

JAVAHES, Renato. Civil 3D e Power Civil para o Brasil. **Power Civil X Civil 3D**, Campo Grande, 07 jul. 2011. Disponível em: <<http://javahe.blogspot.com/2011/07/powercivil-x-civil-3d.html>>. Acesso em: 08 de maio de 2019.

MASOTTI, L. F. C. **Análise da implementação e do impacto do BIM no brasil**. Florianópolis, 2014. 79p. Originalmente apresentada como trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

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

ORÇAFASCIO. **Uso do BIM será obrigatório na construção civil a partir de 2021 no Brasil**, 2019. Disponível em:<<https://blog.orcafascio.com/uso-do-bim-no-brasil-obrigatorio/>>. Acesso em: 8 de ago. de 2019.

PINHA, A. P. **Integração entre BIM e BPS: desafios na avaliação de desempenho ambiental na era do projeto e processos digitais**. 2017. 101 p. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, 2017.