

Esboço do Traçado Horizontal Geométrico, para a Implantação de uma Rodovia Ligando a BR-153/TO (km-497) até a TO-080 (km-50)

Randal Silva Gomes^(a), Yan Oliveira Cabral^(a), Ronnyere Pereira Staiger^(a), Rennebri Leandro da Silva^(a)

^(a)Graduados em engenharia civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas

Resumo O projeto geométrico é o componente primordial e que observa as distintas características geométricas do traçado em atribuição das leis do movimento, comportamento dos motoristas, características de operação dos veículos e tráfego, de modo assegurar uma rodovia segura, confortável, eficiente e com custo mais viável possível. A abertura de uma nova rodovia possibilita o escoamento da produção, circulação de cargas e passageiros. Este trabalho apresenta um plano de estudo comparativo de um traçado horizontal para o desenvolvimento do projeto geométrico rodoviário ligando a BR-153/TO até a TO-080, utilizando uma topografia preliminar da região de Paraíso do Tocantins/TO. Com objetivo de determinar uma melhor alternativa para o traçado garantindo conforto estabilidade e segurança os motoristas. Seguindo as recomendações, manuais e normativas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) realiza o processo de desenvolvimento do projeto horizontal geométrico, iniciando com um roteiro de cálculo dos elementos preciso para o projeto. E por fim apresentando o projeto geométrico horizontal finalizado, com todos os seus elementos, estaqueamentos e informações exigidas.

Palavras-chaves: projeto de estrada, interligação rodoviária, geoprocessamento, topografia preliminar

Abstract The geometric project is the primary component, notes that the different geometric characteristics of outline in allocating the laws of motion, the behavior of drivers, the operating characteristics of the vehicle and traffic, so as to ensure safe highway, comfortable, efficient, with the most affordable cost possible. Opening a new highway makes possible the flow of production, the movement of cargo and passengers. This paper presents a comparative study plan of the horizontal geometric outline for the development of a highway linking the BR-153/TO to the TO-080, using a preliminary topography of the region of Paraíso of Tocantins/TO. With the objective of determine a better alternative to the outline ensuring, comfort, stability and security to motorists. Following the recommendations, manuals and regulations of the DNIT (Department National of Infrastructure of Transport) performs the process of developing the horizontal geometric project, starting with a script calculation of precise elements for the project. And finally presenting the finished horizontal geometric project, with all its elements, staking and information required.

Keywords: road project, road interconnection, geoprocessing, preliminar topography

1 Introdução

As especificações para o projeto de rodovias baseiam-se em conceitos da geometria, física e nas qualidades de funcionamento dos veículos. Abrangem cálculos teóricos e resultados empíricos atrelados a observações abundantes como a análise da conduta dos motoristas, capacidade viária, entre outros. Sua concepção deve garantir que a construção da rodovia seja tecnicamente possível, socialmente abrangente e economicamente viável (Pontes Filho, 1998).

Segundo Senço (2008), a ideia de construir uma estrada rodoviária surge, evidentemente, assim que os fatores determinantes do progresso atingem a região, tornando necessário melhorar os meios de locomoção. Sendo uma das funções básicas dos governos federal, estadual e municipal, atender as necessidades da população construindo novas estradas.

O acesso a capital do estado demanda cada vez mais a construção de novas rodovias, o estudo topográfico é

primordial, para a escolha do melhor traçado, desviando de regiões montanhosas, rochosas, alagadiças e etc. A Geometria de uma rodovia é definida pelo traçado do seu eixo em planta e pelos perfis longitudinais e transversais (Costa & Figueiredo, 2007).

Os fatores dos processos determinantes já estão atingindo a região de Paraíso do Tocantins. Para suprir a necessidade da população, torna-se necessário melhorar o acesso para os meios de transporte até à capital Palmas e ao pátio multimodal localizado próximo a TO-080, Necessita-se da iniciativa do governo estadual, para fazer a realização do planejamento e construção da nova rodovia.

O fluxo de veículos no trecho de Paraíso do Tocantins da BR 153/TO possui volume médio diário (VMD) estimado em 7,0 mil veículos/dia (DNIT, 2012). Com o funcionamento do pátio multimodal da Ferrovia Norte/Sul em Porto Nacional o trânsito tende a aumentar.

Com isso, surge a necessidade de redução do tráfego na travessia urbana de Paraíso do Tocantins por meio da

construção de uma nova rodovia. Esta prerrogativa justifica os objetivos deste trabalho que se traduzem na elaboração do esboço do traçado horizontal geométrico rodoviário, ligando a BR-153/TO (km-497) até a TO-080 (km-50), desviando o tráfego da área urbana da cidade de Paraíso do Tocantins/TO.

Resultando em pontos positivos para a diminuição de acidentes na travessia, e a conservação do pavimento da BR-153 na área urbana da cidade. O presente estudo teve como objetivo elaborar o esboço do traçado horizontal geométrico rodoviário, ligando a BR-153/TO (km-497) até a TO-080 (km-50), desviando o tráfego da área urbana da cidade de Paraíso do Tocantins/TO.

2 Materiais e Métodos

Esse trabalho consiste em uma análise teórica com aplicação prática baseada em um esboço de um traçado, que consiste basicamente em apresentar um traçado horizontal para uma nova rodovia.

Para fase de reconhecimento do local foi realizada uma coleta de dados sobre a região através da carta topográfica SC-22-Z-B-II-Paraíso do Tocantins, imagem de satélite, imagem *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) processada através de ferramenta de sistema de informações geográficas (SIG) e visita ao local.

Utilizou-se o software Quantum Gis (Qgis) para processar os dados coletados e obter a topografia preliminar consoante a Figura 1.

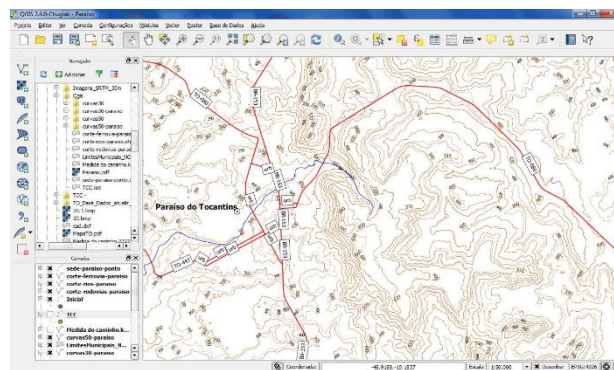


Figura 1 Topografia preliminar processada pelo software

O traçado horizontal geométrico foi realizado numa série de trechos em tangentes e curvas circulares. Foram analisadas três alternativas de traçado frente as condições topográficas e obstáculos existentes para a definição da geometria da rodovia conforme a Figura 2.

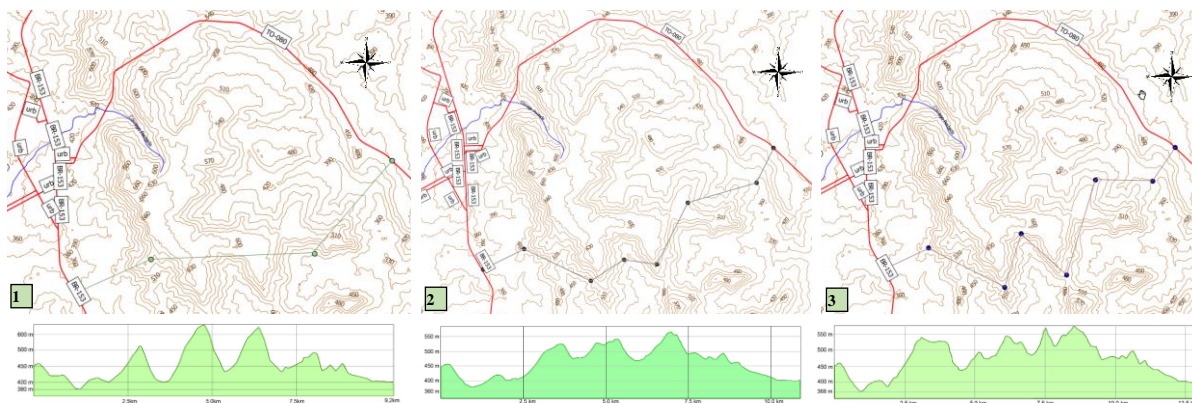


Figura 2 Três alternativas de traçado com os perfis longitudinais.

O Quadro 1 compara as alternativas propostas para a escolha do traçado mais adequado à construção da rodovia.

Quadro 1 - Comparativo dos traçados

Alternativa de traçado	Distância (km)	Nível do terreno Máx. (m) Mín. (m)	Possíveis Curvas	Vantagens	Desvantagens
Primeira	9,20	628 380	2	Conforto horizontal aos motoristas por baixa quantidade de curvas.	Custo elevado, pois, existiria a necessidade de muito corte e aterro.
Segunda	10,71	554 384	6	Topografia favorável considerável a mais plana, com um nível de cota distribuído de maneira uniforme.	Não existe uma desvantagem principal expressiva.
Terceira	12,67	571 368	6	Não existe uma vantagem expressiva.	Aparecimento de curvas muito fechadas, isso consistir em desconforto aos motoristas.

A análise comparativa das propostas evidenciou que a segunda alternativa de traçado é a mais viável para o desenvolvimento do projeto geométrico.

Sequencialmente realizou-se a caracterização da rodovia e os procedimentos de cálculo para obtenção de informações como geometria das curvas e estaqueamentos.

As informações e análises topográficas foram realizadas com o auxílio dos softwares QGis, Google Maps e Google Earth. Ao final elaborou-se o projeto do traçado geométrico horizontal com parte das informações necessárias para a construção da futura rodovia.

3 Resultados e Discussão

Aparentemente, a melhor solução para a ligação de dois pontos por meio de uma rodovia consiste em seguir a

diretriz alinhada. Isto seria possível se não houvesse entre estes dois pontos nenhum obstáculo ou ponto de interesse que forçasse a desviar a estrada de seu traçado ideal. Por não ser possível uma reta entre os dois pontos, foi proposto 3 alternativas, e escolhida a mais viável para o desenvolvimento do emboço do projeto horizontal geométrico.

Foi escolhido a segunda alternativa para o projeto, a Figura 3 apresenta o traçado com um conjunto de alinhamentos retos em metros totalizando aproximadamente 10,71 km do ponto inicial ao ponto final em linhas retas passando pelos pontos intermediários, e os azimutes de cada tangente do traçado, resultando, para os cálculos 6 curvas horizontais.

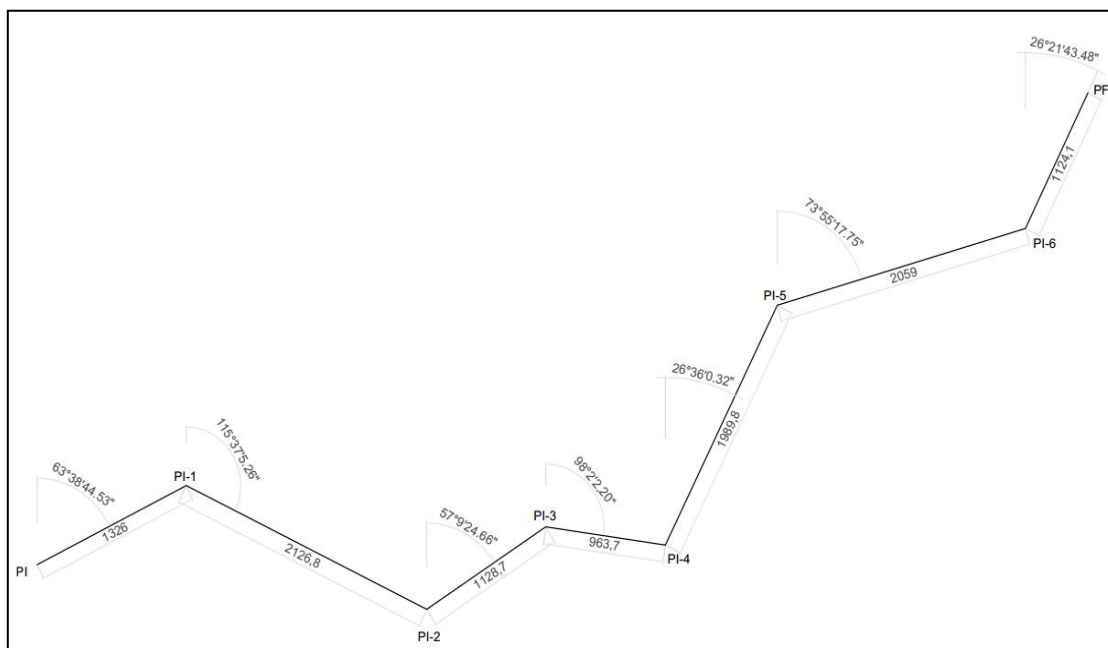


Figura 3 Traçado escolhido com as dimensões.

Resultando em cinco curvas com transição curvas: 1, 2, 4, 5 e 6 e uma curva simples (sem transição) a curva 3.

3.1 Classificação da Rodovia

Conforme informações Departamento de Estrada de Rodagem do Tocantins (DERTINS), o VMD da rodovia TO-080 é cerca de aproximadamente 1000 veículos, a estimativa para a utilização da nova rodovia fica entornu um VMD de 500 veículos.

Portanto, o trecho passa a ser da classe III, rodovia de pista simples, suportando volumes de tráfego em 10 anos compreendido entre os limites de $700 > \text{VMD} \geq 300$ veículos operando em duas direções.

3.2 Velocidade de Projeto

Com a classificação da rodovia definida, é possível identificar a velocidade de projeto em km/h por características de região. A característica do local estudado é denominada por região com uma topografia plana. E de

acordo com o DNIT a velocidade de projeto para esta rodovia é de 80 km/h.

3.3 Veículos de Projeto

No projeto de rodovias, é necessário definir o veículo para projeto, e o mais usual e utilizado para projetos geométricos rodoviários federais e estaduais é o veículo CO, veículos comerciais rígidos, compostos de unidade tratora simples, incluem os caminhões e ônibus convencionais habitualmente de 2 eixos e 6 rodas.

3.4 Raio Mínimo de Curva Horizontal

É o menor raio da curva que pode ser utilizada em projeto visando as condições aceitáveis de segurança e conforto de viagem, utilizando velocidade de projeto 80 km/h, taxa máxima de superelevação admissível de 8% para essa rodovia e o coeficiente máximo de 0,14, encontra-se o raio mínimo para curva de projeto que resultou em **229 metros**.

3.5 Cálculos das Curvas Horizontais

Seguindo o roteiro de cálculo para criação das seis curvas, pensando no conforto para os condutores dos veículos, estabilidade e segurança ao passar por uma curva, calcularam todas as especificações recomendadas de cada curva separadamente. O Quadro 2 apresenta os resultados para as curvas em voga.

Quadro 2 - Quadro das curvas com resultado de cada determinante

Curva	Rc (m)	AC	LS (m)	TT	Dc (m)
1	650,00	52,00 °	100,00	367,33	490,10
2	600,00	58,46 °	100,00	386,12	512,40
3	1250,00	40,88 °	-	465,86	891,86
4	500,00	71,43 °	120,00	420,32	503,50
5	700,00	42,32 °	80,00	346,90	498,12
6	650,00	47,56 °	100,00	336,69	439,40

Ac: Ângulo central, Rc: Raio da curva, TT: Tangente total, D: Desenvolvimento do trecho circular, Ls: comprimento do trecho de transição.

3.6 Estaqueamento

O estaqueamento da curva de projeto foi realizado a cada 20 m. No Quadro 3 estão definidos os pontos notáveis do traçado. *Exemplo: Curva 1 TS = 47 estacas + 18,67 metros.*

Quadro 3 - Estaqueamento de cada curva

Curvas	PC = TS	SC	CS	PT = ST
1	47,00 + 18,67	52,00 + 18,67	77,00 + 8,77	82,00 + 8,77
2	151,00 + 2,12	156,00 + 2,12	181,00 + 14,52	186,00 + 14,52
3	200,00 + 11,24	-	-	245,00 + 3,10
4	249,00 + 0,62	255,00 + 0,62	280,00 + 4,12	286,00 + 4,12

5	347,00 + 6,74	351,00 + 6,74	376,00 + 4,86	380,00 + 4,86
6	449,00 + 0,31	454,00 + 0,31	475,00 + 19,71	480,00 + 19,71

PC: Ponto de concordância horizontal, TS: Tangente-espiral, SC: espiral-circular, CS: circular-espiral, ST: espiral-tangente PT: Ponto de tangência

3.7 Superelevação

É a inclinação transversal na pista necessária nas curvas a fim de combater a força centrífuga, com todos os elementos da curva já definido, e seus estaqueamentos prontos, calcula-se a parte de superelevação da curva com o valor do raio.

O estaqueamento da curva de projeto foi realizado a cada 20 m. No Quadro 3 estão definidos os pontos notáveis do traçado. Calculou-se separadamente as curvas e todas foram admissíveis como mostra o Quadro 4.

Quadro 4 - Superelevação

Curva	e (%)
1	4,64
2	4,94
3	3,00
4	5,65
5	4,38
6	4,94

3.8 Ponto Final

O ponto final do traçado na TO-080 (km-50) localiza-se nas coordenadas 10° 9'54,70" S e 48° 47' 58,42" O. Dando sequência com o estaqueamento da curva, com o ST-6 480 estacas + 19,71 metros. O estaqueamento final portando ficou na estaca 520 estacas + 7,12 metros.

Com projeto horizontal geométrico mostrado na Figura 4, o traçado desenvolvido, calculado, e estaqueado, a rodovia será de aproximadamente de 10,40 km de comprimento com curvas suaves.

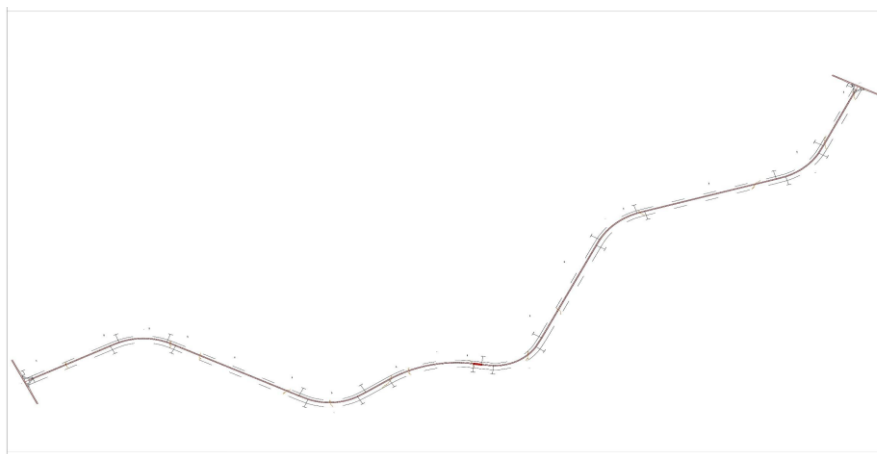


Figura 4 Esboço do traçado escolhido com as dimensões

4 Conclusão

A proposta de criação para uma nova rodovia em estudo é favorável, visto que é uma alternativa de solução para a diminuição do tráfego de veículos pesados na travessia urbana de Paraíso, resultando em pontos positivos para a diminuição de acidentes na travessia, e a conservação do pavimento da BR-153 na área urbana.

A nova rodovia também é benéfica para os motoristas que se dirigem para a capital Palmas/TO, e ao pátio multimodal localizado próximo a TO-080, para os condutores que se locomovem da região sul do estado do Tocantins, além de não passar na área urbana, reduziria aproximadamente 11 quilômetros de extensão.

Concluindo desta maneira, que o projeto geométrico é essencial para o processo executivo de uma rodovia, procurando seguir as normas de diretrizes recomendadas para o desenvolvimento de projeto de rodovia.

Obtendo resultados através dos cálculos dos elementos composto de cada curva separadamente, por final a apresentação do projeto horizontal geométrico finalizado com todos os seus elementos e informações necessárias, chega-se à conclusão que o projeto em estudo é viável para a realização da construção da nova possível rodovia, garantindo aos seus usuários conforto, estabilidade, eficiência e segurança ao transitar.

Referências

ANTAS, P. M. et al. **Estradas. Projeto geométrico e terraplanagem**. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2010. 282p.

CARVALHO, C. A. B. et al. **Projeto geométrico de estradas**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2013. 87p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE - CNT. **Pesquisa CNT de rodovias 2014: relatório gerencial**. Brasília: CNT/SEST/SENAT, 2014. 388p.

COSTA, P. S. D.; FIGUEIREDO, W. C. **Estradas: estudos e projetos**. 3. ed. Salvador: EDUFBA, 2007. 408p.

DNER. **Manual de projeto geométrico de rodovias rurais**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 1999. 195p

DNIT. **Manual de projeto e práticas operacionais para segurança nas rodovias**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 2010. 280p.

_____. **Manual de projeto geométrico de travessias urbanas**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 2010. 392p.

LEE, S. H. **Introdução ao projeto geométrico de rodovias**. 4ª ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2013. 440p.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 15 ago. 2015.

PELLEGRINI P.T. **Trabalho temático – rodovias inteligentes x parâmetros para o projeto geométrico de rodovias**. São Paulo: [s.n.], 2014.

PEREIRA, D. M. et al. **Projeto geométrico de rodovias**. 1 ed. Curitiba: DTT/UFPR, 2013. 116p.

PIMENTA, C. R. T.; OLIVEIRA, M. P. **Projeto geométrico de rodovias**. 2 ed. São Carlos: Rima, 2004. 198p.

PONTES FILHO, G. **Estradas de rodagem: projeto geométrico**. 1 ed. São Carlos: Glauco Pontes Filho, 1998. 432p.

SENÇO, W. D. **Manual de técnicas de projetos rodoviários**. 1 ed. São Paulo: PINI Ltda, 2008. 758p.

SEPLAN. (2014). **Secretaria de planejamento e orçamento**. Disponível em: <<http://seplan.to.gov.br>>http://web.seplan.to.gov.br/Arquivos/download/ZEE/Imagem2014_gcs_15m_municipios/Paraíso%20do%20Tocantins.zip. Acesso em: 04 de ago de 2015.