

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

RAFAEL HIDEKI SANCHES MARQUES

**ANTEPROJETO DE CONTORNO LIGANDO BR-272 À BR-158 EM CAMPO
MOURÃO PARANÁ**

CAMPO MOURÃO – PR

2019

RAFAEL HIDEKI SANCHES MARQUES

**ANTEPROJETO DE CONTORNO LIGANDO BR-272 À BR-
158 EM CAMPO MOURÃO PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior em Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Adalberto Luiz Rodrigues de Oliveira

CAMPO MOURÃO

2019



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Construção Civil
Coordenação de Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso

**ANTEPROJETO DE CONTORNO LIGANDO BR-272 À BR-158 EM CAMPO
MOURÃO PARANÁ**

por

Rafael Hideki Sanches Marques

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 10h00min do dia 02 de Julho de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Me. Douglas Fukunada Surco
(UTFPR)

Prof. Me. Ana Raiza Ciscoto Yoshioka
(UTFPR)

**Prof. Me. Adalberto Luiz Rodrigues de
Oliveira**
(UTFPR)
Orientador

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:
Prof. Dr(a). Paula Cristina de Souza

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço

A meus pais que tanto me apoiaram para essa conquista e que fizeram desse sonho realidade. Aos meus amigos e colegas de classe que suportaram todas as dificuldades comigo e principalmente compartilharam de muitos momentos de alegria durante toda minha estadia em Campo Mourão e é claro, muitas noites de sono perdidas para estudar para aquela prova que precisava tirar um 8 pra salvar o semestre, tudo regado a muito nervosismo e energéticos. Aos professores que nos acompanharam nessa longa trajetória e espero que vendo nosso crescimento como profissionais e seres humanos, que no fim e no conjunto da obra tudo isso, fizeram com que a realização dessa conquista fosse uma experiência para a vida toda pra ninguém botar defeito.

RESUMO

Este presente trabalho trata-se de um anteprojeto para um contorno rodoviário que visa ligar a BR-272 à BR-158 no entorno da cidade de Campo Mourão, já que atualmente esse trajeto se faz obrigatoriamente atravessando uma avenida, localizada em uma região bem movimentada e cercada por áreas residenciais e comerciais de grande movimento.

Baseando-se em dados obtidos, uma sugestão de traçado foi indicada, e assim seus custos e prazos foram definidos para uma suposta construção da via, que foi planejada seguindo as indicações do Manual disponibilizado pelo DNER para orientação correta do procedimento.

Palavras-chave: Contorno. Anteprojeto. Manual.

ABSTRACT

This finishing paper present in here talk about a detour road between BR-272 and BR-158 surrounding Campo Mourão, cause at the present time this route has to be made crossing the city itself with urban life going on and lots of comerce around.

Based on data into this work, a suggestion of road line, its costs and its schedule will be listed for this road all based on the manual given by DNER for the more realistic planning.

Keywords: Detour. Pre-project. Manual.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. BR-272. (Fonte:Google Maps). | 1 |
| Figura 2. BR-158. (Fonte:DNER). | 2 |
| Figura 3. Demonstração basica de traçado. (Fonte:Adaptado de Google Maps). | 2 |
| Figura 4. Esboço de traçado.(Fonte ITCG). | 13 |
| Figura 5. Numeração de Curvas.(Fonte Autoria Própria). | 14 |
| Figura 6.Simbologia de uma curva.(Fonte Manual de projeto geométrico de rodovias rurais DNER). | 15 |
| Figura 7.AC das curvas.(Fonte Autoria Própria)..... | 16 |
| Figura 8.Projeto demonstrado.(Fonte Autoria Própria)..... | 17 |
| Figura 9. Saída BR-158 para contorno.(Fonte Autoria própria)..... | 18 |
| Figura 10. Saída BR-272 para contorno.(Fonte Autoria própria)..... | 18 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|----------------------------------------------------|----|
| Tabela 1. Contagem volumétrica de veículos..... | 10 |
| Tabela 2. Média pluviométrica de Campo Mourão..... | 19 |

LISTA DE SIMBOLOS E SIGLAS

| | |
|--------|--------------------------------------------------------|
| ANA | Agência Nacional de Águas |
| BR | Indicativo de Rodovia Federal |
| CAD | Computer Aided Design |
| CBUQ | Concreto Betuminoso Usinado a Quente |
| CONAMA | Conselho Nacional do Meio Ambiente |
| DNER | Departamento Nacional de Estradas de Rodagem |
| DNIT | Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes |
| DWG | Arquivo em formato de desenho para programa CAD |
| EB | Escopo Básico |
| EIA | Estudo de Impacto Ambiental |
| IS | Instrução de Serviço |
| ITCG | Instituto de Terras, Cartografia e Geologia |
| PA | Estado do Pará |
| PR | Estado do Paraná |
| RIMA | Relatório de Impacto Ambiental |
| RS | Estado do Rio Grande do Sul |
| SP | Estado de São Paulo |
| UTFPR | Universidade Tecnológica Federal do Paraná |

SUMÁRIO

| | |
|---------------------------------------------------------|----|
| 1- INTRODUÇÃO | 1 |
| 2- OBJETIVOS | 3 |
| 2.1- OBJETIVO GERAL..... | 3 |
| 2.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 3 |
| 3- JUSTIFICATIVA | 4 |
| 4- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... | 4 |
| 4.1- PROBLEMÁTICA | 4 |
| 4.2- MÉTODO DE ANÁLISE DO TERRENO | 5 |
| 4.3- COLETA E DADOS | 5 |
| 4.4- ESTRUTURAÇÃO | 6 |
| 4.5- IMPACTO AMBIENTAL | 6 |
| 4.6- ESTUDOS HIDROLOGICOS | 7 |
| 5- METODOLOGIA | 8 |
| 5.1- CARACTERIZAÇÃO DO SOLO | 8 |
| 5.2- ANÁLISE TOPOGRÁFICA | 8 |
| 5.4- CONTAGEM VOLUMÉTRICA DE VEÍCULOS | 9 |
| 5.5- ANTEPROJETO | 10 |
| 5.6- DADOS HIDROLÓGICOS | 10 |
| 6- ANTEPROJETO..... | 11 |
| 6.1- CLASSIFICAÇÃO DA RODOVIA | 11 |
| 6.2- VEÍCULO TIPO | 11 |
| 6.3- DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE PARADA..... | 11 |
| 6.4- DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE PARA ULTRAPASSAGEM | 12 |
| 6.5- ALINHAMENTO HORIZONTAL..... | 13 |
| 6.6 – CUSTO DE IMPLEMENTAÇÃO | 18 |
| | X |

| | |
|------------------------------------|----|
| 6.7 – PLANEJAMENTO DE INICIO | 19 |
| 7- CONCLUSÃO | 20 |
| 8- REFERÊNCIAS..... | 20 |

1- INTRODUÇÃO

As rodovias abordadas neste trabalho serão a BR-272 e BR-158, no entorno da cidade de Campo Mourão. A nomenclatura dada aos nomes das rodovias tem sua origem no Plano Nacional de Viação, em que BR demonstra tratar-se de uma rodovia federal, com o primeiro dígito categorizando a rodovia: se ele for 0 a rodovia é radial com sua origem na capital federal; se 1 a rodovia é longitudinal cortando o país no sentido Norte-Sul e se ele 2 a rodovia é transversal, cortando o país no sentido Leste-Oeste.

Os dois últimos algarismos são variados em função da distância do eixo do país, com o eixo situado no Distrito Federal. No caso das rodovias radiais, o valor varia de 05 a 95 seguindo o sentido horário, nas rodovias longitudinais os algarismos variam de 00 a 50 partindo do extremo oeste do país até sua capital, de 50 a 99 partindo da capital ao extremo leste do país e por fim, as rodovias transversais cujos os algarismos variam em números pares de 00 a 50 do extremo Nordeste do país ao Distrito Federal e de 50-98 partindo da capital até o extremo Sudeste.

A BR-158 é uma rodovia longitudinal que nasce em Altamira-PA e morre em Sant'ana Do Livramento-RS, possuindo 3946 km de extensão. Já a BR-272 é uma rodovia transversal que liga São Paulo-SP à Guaíra-PR com sua extensão total de 905 km.

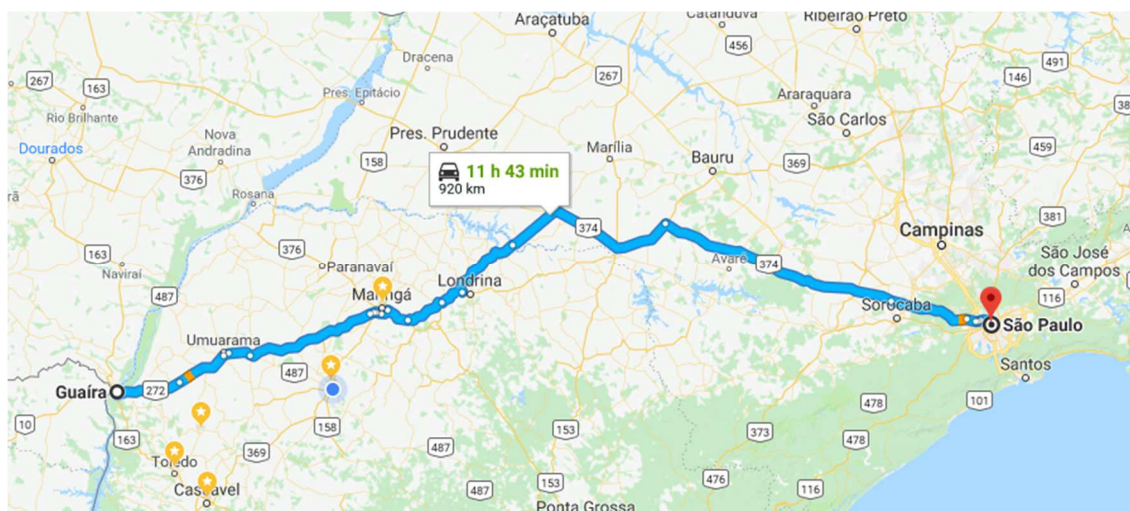


Figura 1. BR-272. (Fonte:Google Maps).



Figura 2. BR-158. (Fonte:DNER).

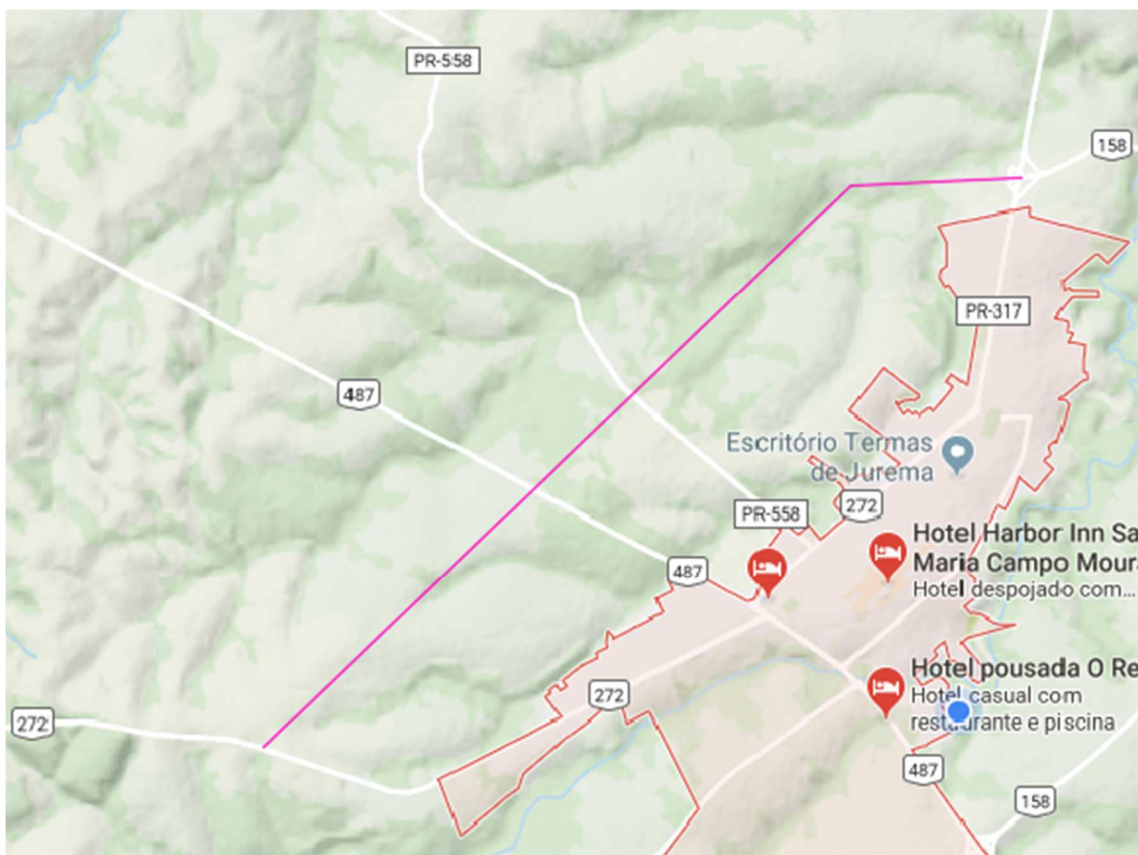


Figura 3. Demonstração básica de traçado. (Fonte:Adaptado de Google Maps).

O presente trabalho se apoia em diretrizes traçadas pelo DNER no escopo básico nº 102 – EB102.

Denomina-se projeto de engenharia para construção de rodovias não submetidas a estudos de viabilidade o conjunto de estudos e projetos a ser desenvolvido para definir o projeto de uma rodovia, da qual não se dispõe de estudo prévio de viabilidade técnica e econômica. (DNER, Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos, 1999)

Serão seguidas as recomendações técnicas de serviço: IS-201 sobre estudos de tráfego, IS-202 sobre estudos geológicos, IS-203 sobre estudo hidrológico, IS-207 sobre estudos preliminares de engenharia para rodovias (estudo de traçado), IS-208 sobre projeto geométrico e IS-246 sobre componentes ambientais de projetos de engenharia rodoviária.

2- OBJETIVOS

2.1- OBJETIVO GERAL

O trabalho busca elaborar uma alternativa de rota para motoristas que pretendem passar da BR-272 para BR-158 ou vice-versa, dispondo um anteprojeto com uma opção de traçado para fins de uma eventual construção de via de contorno à cidade de Campo Mourão.

2.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Este trabalho tem por objetivos específicos:

- Facilitar o transito dos usuários;

- Diminuir acidentes na malha urbana;
- Diminuir ruídos excedentes no centro urbanizado;
- Amenizar a divergência no microclima ao redor da rodovia perimetral Tancredo Almeida Neves.

3- JUSTIFICATIVA

A necessidade de um meio para alívio de fluxo na rodovia perimetral de Campo Mourão torna-se evidente, principalmente ao transitar-se pela via em finais de semana, onde o fluxo de veículos entre a BR-158 e BR-272 aumenta drasticamente com os viajantes da região, gerando um incômodo para os moradores locais, com o alto volume do tráfego, e também para os viajantes que precisam diminuir sua velocidade para 60km/h, já que se trata de uma via urbana além de terem que lidar com instrumentos mitigadores de velocidade, como lombadas e instrumentos de ordenação (semáforos).

A rodovia planejada no presente projeto, seria uma forma eficiente de diminuir o volume de veículos passantes na rodovia perimetral e com isso todos os agravantes causados pela situação, e aumentando a fluidez de deslocamento desses veículos.

4- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1- PROBLEMÁTICA

Os problemas causados pela inserção de uma rodovia que atravessasse uma cidade em meio a sua área urbanizada, são bem demonstrados por Marcus Vinicius Lisboa em sua tese “Contribuição para tomada de decisão na classificação e seleção de alternativas de traçada para rodovias em trechos urbanizados” para obtenção de seu título de mestre em engenharia, no ano de 2002.

Para os fins aos quais este projeto está sendo proposto, serão utilizados como base da problemática apenas os impactos citados na tese de Lisboa (2002), em relação a fase de Operação, que incluem: o aumento de acidentes decorrente da intensidade de tráfego advindo de usuários que apenas desejam atravessar a cidade para continuidade de sua viagem, a alteração dos microclimas devido ao calor gerado pelos motores, alterações na qualidade do ar, problemas físico e psicológicos em indivíduos devido ao excesso de ruídos e trincas e fissuras nas edificações devido a vibrações decorrentes da passagem de veículos pesados nas proximidades.

4.2- MÉTODO DE ANÁLISE DO TERRENO

Grande parte dos projetos de engenharia atualmente utilizam métodos de visualização de terreno para iniciar os planos de um empreendimento. Por mais de 80 anos, a principal alternativa para obtenção dessas imagens vem sendo as fotografias aéreas, principalmente em estudos de implantação de rodovias, apresentando vantagens como: a possibilidade de examinar áreas extensas e não perder de vista locais interessantes para a implantação, a obtenção de um inventário completo das características da superfície de um determinado local em determinado momento e pela comodidade de ter como desenvolver perfis e cortes das seções da estrada sem ter que invadir propriedades privadas, assim evitando transtorno para seus proprietários, como foi citado por O'Flaherty (2002) em seu livro *Highways*.

4.3- COLETA E DADOS

A coleta dos dados necessários para destacar a necessidade do presente projeto será obtida por método de observação, que se trata de uma técnica para conseguir informações utilizando os sentidos, a fim de determinar aspectos da realidade que se deseja evidenciar com auxílio de um exame detalhado das informações obtidas, tendo o método características favoráveis como: uma

forma direta e satisfatória de obtenção de dados de uma ampla variedade de fenômenos, exigir pouco do observador e depender menos da introspecção e reflexão, assim como limitações de não ser possível prever eventos que variem os resultados e da influência que o observador pode exercer que podem divergir da realidade (LAKATOS e MARCONI, 2007).

Para Sellitz (1965) a observação torna-se ciência a partir do momento em que há um plano de pesquisa bem definido, com um registro metódico, relacionando os dados a proposições, submetendo-o a verificações e controles sobre a validade dos resultados.

4.4- ESTRUTURAÇÃO

O presente trabalho terá como base as diretrizes básicas instituídas pelo DNER (1999), subdividido em duas fases, a preliminar e a fase de anteprojeto em si.

Para a conclusão da primeira fase, será necessária a coleta de dados visando uma base de informações para delimitação dos traçados que possam ser atraentes à realização do projeto, assim registrado em relatório, contendo também as conclusões retiradas a partir dos estudos e as recomendações a respeito dos trabalhos a serem efetuados na fase seguinte.

A realização da fase seguinte deve conter um estudo topográfico para anteprojetos, assim como um estudo preliminar de traçados para o projeto, a fim de selecionar os dados uteis à conclusão desse projeto.

Após o término da coleta de dados da fase do anteprojeto deverá ser realizado um relatório parcial contendo as soluções propostas, assim como quadros indicativos das características técnicas e operacionais.

4.5- IMPACTO AMBIENTAL

O sistema capitalista é uma ferramenta poderosa que valoriza bens de transação entre compradores e vendedores, mas que vem desconsiderando a degradação ambiental causada no meio do caminho e ficando com o dever de recuperar os danos causados ao Estado e por consequente à própria sociedade. A própria natureza mostra a consequência desses atos através de mudanças ambientais e não por campanhas publicitárias da sociedade como, efeito estufa, redução de biodiversidade, diminuição de camada de ozônio, aumento dos níveis de poluição a níveis alarmantes, escassez de água potável, entre outros (STAMM, 2003).

Se os nossos bens econômicos são produzidos a partir de recursos naturais – cuja oferta parece ser ilimitada e, por consequência, não precisam ser depreciados, cujos processos de produção não geram subprodutos indesejáveis e cujos produtos depois de consumidos desaparecem sem deixar vestígios -, então estamos em uma verdadeira era de ficção. (CARNEIRO, 1998)

4.6- ESTUDOS HIDROLOGICOS

A distribuição da precipitação pluviométrica ao longo do ano e seus dados quantitativos definem, junto a características térmicas, geológicas e paisagem biótica, os diferentes biomas existentes na extensão do planeta. Seu estudo consequentemente é de grande importância para essa categorização e estudos hídricos, hidrogeológicos, planejamento ambiental, de mudanças climáticas, entre outros. (FRITZSONS et al., 2011)

Existe também a necessidade de um estudo do fluxo da água, como sua velocidade e vazão, sendo este não apenas limitado ao estudo de rios e bacias hidrográficas, mas abrangendo o escoamento vindo de uma região após chuvas e desvios de leitos devidos a acidentes naturais ou incidentes propositais de projetos humanos. (GARCEZ, 1988)

5- METODOLOGIA

5.1- CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

As características do solo da região da cidade de Campo Mourão foram obtidas a partir de ensaios de caracterização de solo, realizados durante as aulas de Mecânica dos Solos ministradas pelo professor Ewerton Fonseca, no ano de 2016, na UTFPR de Campo Mourão.

A partir dos ensaios, concluiu-se que o solo presente na região de Campo Mourão trata-se de um Latossolo mal graduado, onde existe grande amplitude de diâmetros dos grãos que o constituem, evidenciando um grau de compactação compatível com seu uso.

5.2- ANÁLISE TOPOGRÁFICA

Cartas topográficas utilizadas no presente trabalho foram retiradas da base de dados do ITCG (Instituto de Terras, Cartografia e Geologia). As cartas foram disponibilizadas em formato DWG (Drawing), que se trata de um formato disponibilizado pela empresa AutoDesk para uso em seu programa AutoCAD. Essas cartas possuem a topografia da região e cotas de nível em relação ao nível do mar destacadas para melhor entendimento dos relevos, tornando possível a confecção do anteprojeto, permitindo seguir as irregularidades do terreno e, assim, obter o levantamento de volume de cortes e aterros que serão necessários.

5.3- IMPACTO AMBIENTAL

Como se trata de uma via de rodagem com mais de uma pista, é imprescindível a apresentação de um relatório de impacto ambiental no formato EIA RIMA, onde será necessária a listagem dos danos previstos e suas medidas mitigatórias, a partir do momento em que o traçado da rodovia, assim como seu projeto definitivo estiverem prontos para a fase de aprovação para início das atividades.

O diagnóstico ambiental da área de influência do projeto deverá levar em conta os meios físico, biológico e socio-econômico.

O âmbito físico levantará dados da influência que a rodovia terá no subsolo, águas, ar e clima na região, destacando recursos topográficos, aptidão do solo, corpos d'água e regime hidrológico. O contexto biológico buscará listar fauna e flora que possam sofrer impactos negativos e localizar locais de preservação ambiental. Por fim o estudo socio-econômico destacará sítios arqueológicos na região e possíveis relações de dependência entre a sociedade e o local.

5.4- CONTAGEM VOLUMÉTRICA DE VEÍCULOS

A contagem de veículos foi feita durante sete dias nos entornos da rodovia perimetral Tancredo Almeida Neves contando o total de veículos durante um período de uma hora. Para obter uma estimativa superficial do impacto que o projeto teria no volume de veículos transitantes, que apenas desejam atravessar a cidade para a continuidade de sua viagem, a contagem foi efetuada nas proximidades de meios redutores de velocidade existentes na rodovia perimetral, coletando dados a partir das cidades referentes às placas dos veículos supondo que todos aqueles que possuem placas de cidades que não sejam Campo Mourão se tratam de veículos que pretendem apenas transitar de uma BR para outra.

A contagem foi realizada no período de 17/08/2018 a 23/08/2018 no intervalo de 08:00 a 09:00, dividindo os veículos quanto a seu destino assim como o seu número de eixos.

| DIA | HORARIO | NUMERO DE EIXOS | | | | | | | | | |
|-----------|---------|-----------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|
| | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | |
| | | campo mourão | outro | campo mourão | outro | campo mourão | outro | campo mourão | outro | campo mourão | outro |
| 17/ago | 08:00 | 73 | 35 | 9 | 1 | 19 | 13 | 8 | 12 | 0 | 0 |
| 18/ago | 08:00 | 54 | 58 | 7 | 2 | 8 | 10 | 13 | 30 | 0 | 4 |
| 19/ago | 08:00 | 29 | 22 | 7 | 2 | 6 | 2 | 11 | 22 | 0 | 8 |
| 20/ago | 08:00 | 88 | 35 | 12 | 5 | 29 | 14 | 13 | 22 | 2 | 5 |
| 21/ago | 08:00 | 83 | 29 | 13 | 4 | 11 | 8 | 20 | 17 | 4 | 3 |
| 22/ago | 08:00 | 79 | 48 | 19 | 5 | 13 | 9 | 16 | 15 | 3 | 1 |
| 23/ago | 08:00 | 88 | 34 | 18 | 9 | 20 | 7 | 22 | 17 | 6 | 4 |
| SOMATÓRIO | | 494 | 261 | 85 | 28 | 106 | 63 | 103 | 135 | 15 | 25 |

Tabela 1. Contagem volumétrica de veículos.

Após a contagem fica clara a proporção de veículos que poderiam se beneficiar de uma provável via de contorno à cidade, durante os sete dias um total de 1315 veículos cruzaram o ponto de contagem no período focado, sendo desses veículos 61,06464% de moradores da cidade e 38,93536% de motoristas apenas atravessando Campo Mourão. Mas devido a grande parte das patologias encontradas na região serem oriundas de veículos de maior porte, uma nova relação foi feita relacionando o número de eixos à contribuição para tais patologias, originando uma parcela de 57,44627% de danos causados por moradores e 42,55373% causados por transeuntes.

5.5- ANTEPROJETO

O presente trabalho não irá dispor de cálculos de projeto geométrico da rodovia em si, irá apenas propor uma opção de traçado e seus dados referentes a um gasto estimado, comprimento de via, duração da obra e sugestões de períodos propícios para seu início.

5.6- DADOS HIDROLÓGICOS

Informações sobre os níveis de precipitação da região serão retirados da base de dados disponibilizada pela ANA (Agência Nacional de Águas) e compilados em formato de tabela como requisitado pela EB-102 (1999) em suas diretrizes básicas para execução do anteprojeto.

6- ANTEPROJETO

6.1- CLASSIFICAÇÃO DA RODOVIA

Segundo a classificação definida pelo “Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais” disponibilizado pelo DNER, a rodovia de contorno deste trabalho ficou enquadrada na classe 0 de projetos, por ter atingido os seguintes critérios:

- Função absolutamente preponderante da rodovia for a de atender à demanda do tráfego de passagem pela região atravessada, em detrimento do atendimento ao tráfego local e às propriedades lindeiras, que por hipótese serão atendidas por outras vias;
- Interferência recíproca entre atividades humanas nas propriedades lindeiras ou áreas vizinhas à faixa de domínio e o fluxo de tráfego direto causar atritos indesejáveis sob aspectos operacionais ou de segurança.

Portanto, suas características constituem o elevado padrão técnico de construção e operação, oferecendo controle de acesso às vias de rodagem..

6.2- VEÍCULO TIPO

Ainda seguindo recomendações do Manual disponibilizado pelo DNER (1999), o veículo tipo utilizado para fins de planejamento da via foi o CO (caminhões e ônibus convencionais), com largura média de 2,6 metros e comprimento médio de 9,1 metros.

6.3- DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE PARADA

Para verificar a distância de visibilidade necessária para o motorista visualizar um obstáculo e ainda ter tempo para frear o seu veículo, o DNER utiliza uma equação para determinar essa distância em metros.

$$d = 0,7xV + \frac{V^2}{(255x(f + i))}$$

(Equação 1)

Sendo:

- d = distância de visibilidade, em metros;
- V = velocidade diretriz da via, em km/h
- f = coeficiente de atrito que exprime a atuação do processo de frenagem, considerando a eficiência dos freios e o atrito entre os pneus e pista, para o caso de pavimento molhado, com rugosidade normal, em condições superficiais razoáveis, e não especialmente lamacento ou escorregadio;
- i = greide, em m/m. (positivo no sentido ascendente e negativo no sentido descendente)

Todos os valores empregados na equação foram obtidos seguindo todas as indicações dos órgãos competentes que regem o sistema viário, sendo a velocidade diretriz da pista 90km/h, como indicado para veículos de classe CO, o coeficiente de atrito sendo 0,29, como tabelado pelo DNER, ainda seguindo o manual do DNER, o greide será tomado como nulo, que é a única exigência do órgão para fim do projeto a ser realizado.

Seguindo os cálculos então obtivemos a seguinte equação:

$$d = 0,7x90 + \frac{90^2}{(255x(0,29 + 0))}$$

(Equação 2)

Resultando em uma distância de visibilidade de 172,53 metros do veículo ao objeto na pista.

6.4- DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE PARA ULTRAPASSAGEM

Como a via foi enquadrada como uma rodovia de classe 0, ela deverá ter pista dupla em todo seu trajeto, sendo desnecessário o cálculo de distância de visibilidade para ultrapassagem, onde admite a passagem do veículo para a via de sentido oposto e sua volta para a devida pista.

6.5- ALINHAMENTO HORIZONTAL

Foi elaborado um possível traçado para fins de estudo de viabilidade econômica, procurando cruzar o mínimo de curvas de nível possível, resultando no seguinte esboço:

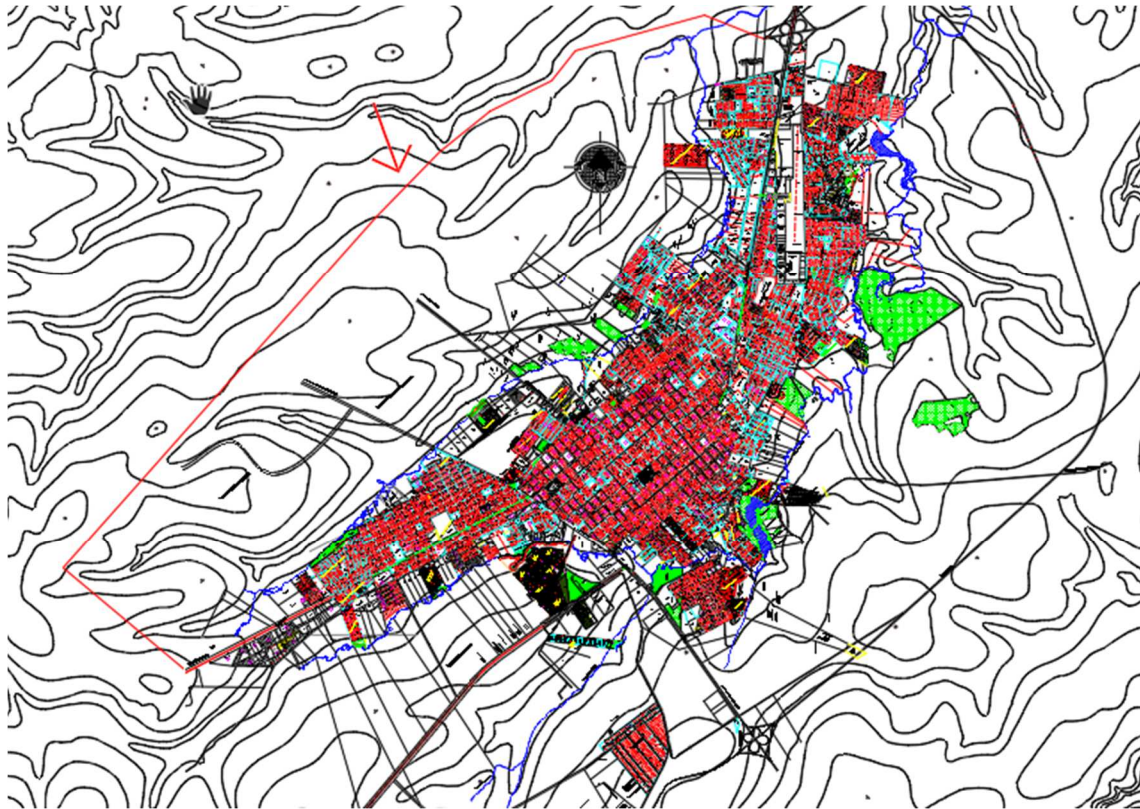


Figura 4. Esboço de traçado. (Fonte ITCG).

O traçado contém em seu trajeto um total de 8 curvas no alinhamento horizontal onde numeraremos da seguinte forma (figura 5).

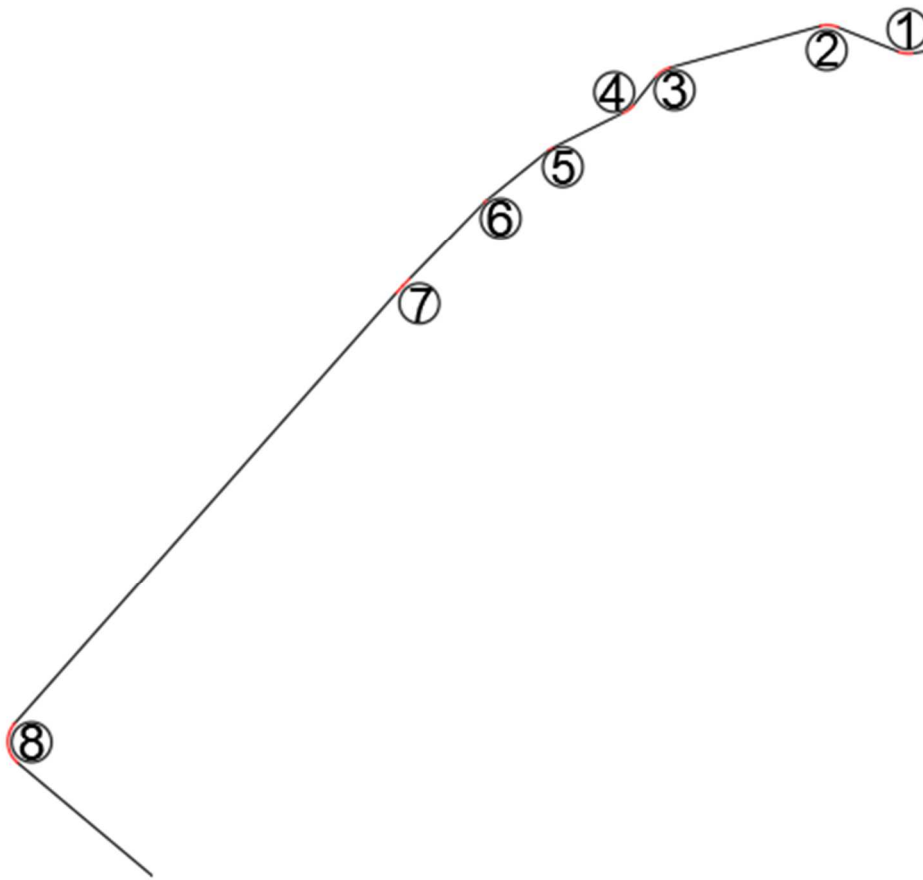


Figura 5. Numeração de Curvas. (Fonte Autoria Própria).

Como indicado pelo manual do DNER (1999), calcularemos as curvas de formas diferentes para seus devidos intervalos de ângulos centrais AC, que são os pontos de intersecção entre as retas perpendiculares resultantes das diferentes direções da via.

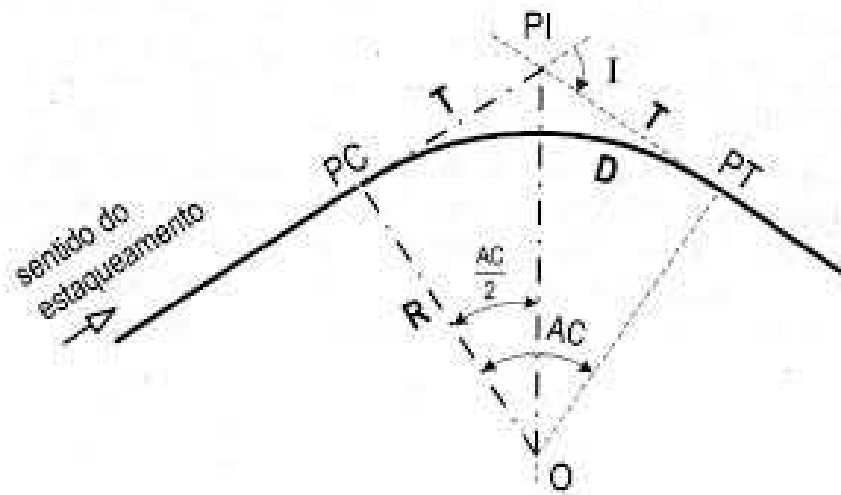


Figura 6. Simbologia de uma curva. (Fonte Manual de projeto geométrico de rodovias rurais DNER).

Assim dividiremos o formato de cálculo da seguinte forma, para ângulos centrais inferiores a $0^{\circ} 15'$ não será feita a curva, devido ao ângulo ser quase inexistente, para ângulos presentes no intervalo de $0^{\circ} 15'$ e 5° o desenvolvimento será definido seguindo a equação a seguir.

$$D \geq 30(10 - AC)$$

(Equação 3)

Sendo:

- D = desenvolvimento em metros;
- AC = ângulo central em graus.

E para ângulos centrais superiores a 5° , utilizaremos a seguinte equação para descobrir o raio mínimo da curva:

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(e_{max} + f_{max})}$$

Equação 4

Sendo:

- R_{min} = Raio mínimo da curva em metros;
- V = Velocidade diretriz da via em km/h;
- e_{max} = Máxima taxa de superelevação adotada em m/m;
- f_{max} = Máximo coeficiente de atrito transversal admissível entre o pneu e pavimento (adimensional).

Utilizando de programas CAD, foram descobertos os ACs de forma que resultassem nas seguintes medidas.

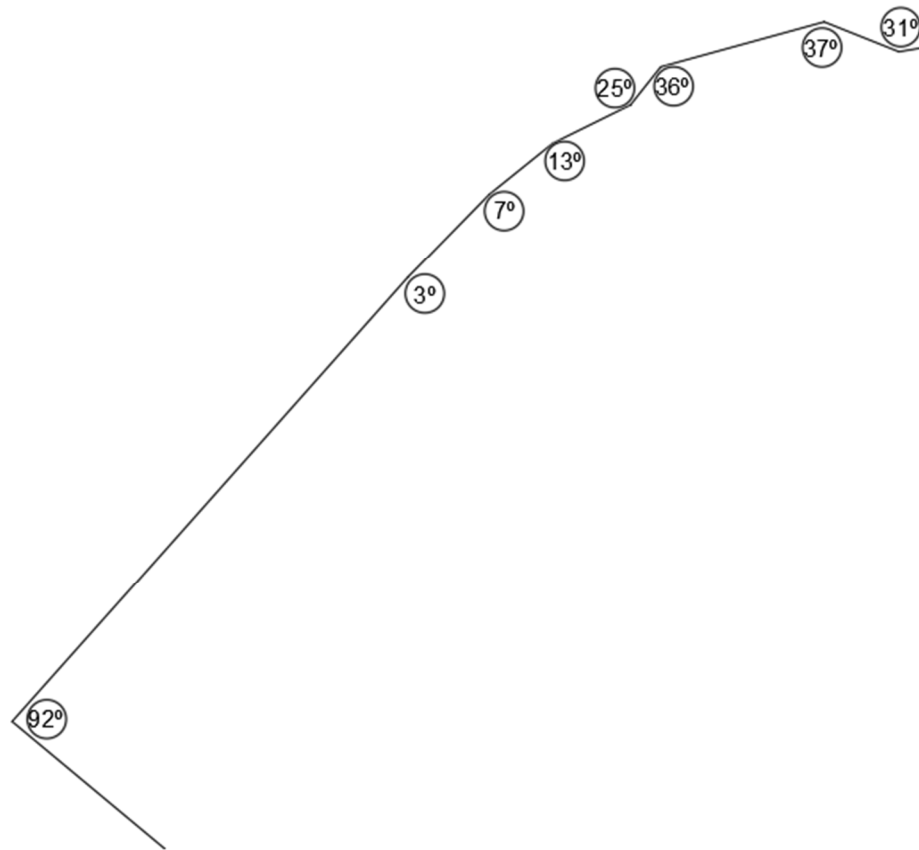


Figura 7.AC das curvas.(Fonte Autoria Própria).

Seguindo o modelo então citado, teremos apenas a curva 7 calculada pela equação do desenvolvimento por se tratar de um AC menor que 5º e o restante das curvas são calculadas pela equação do raio mínimo.

Para a curva 7 então foi definido um desenvolvimento mínimo de 210 metros em uma curva de raio 4495 metros, utilizando de uma taxa de superelevação média de 0,08 m/m e um coeficiente de atrito de 0,14, como indicado pelo manual, para a velocidade diretriz de 90km/h. Obtemos então um raio mínimo de 290 metros e, após modelar em programa CAD o resultado é o exposto a seguir:

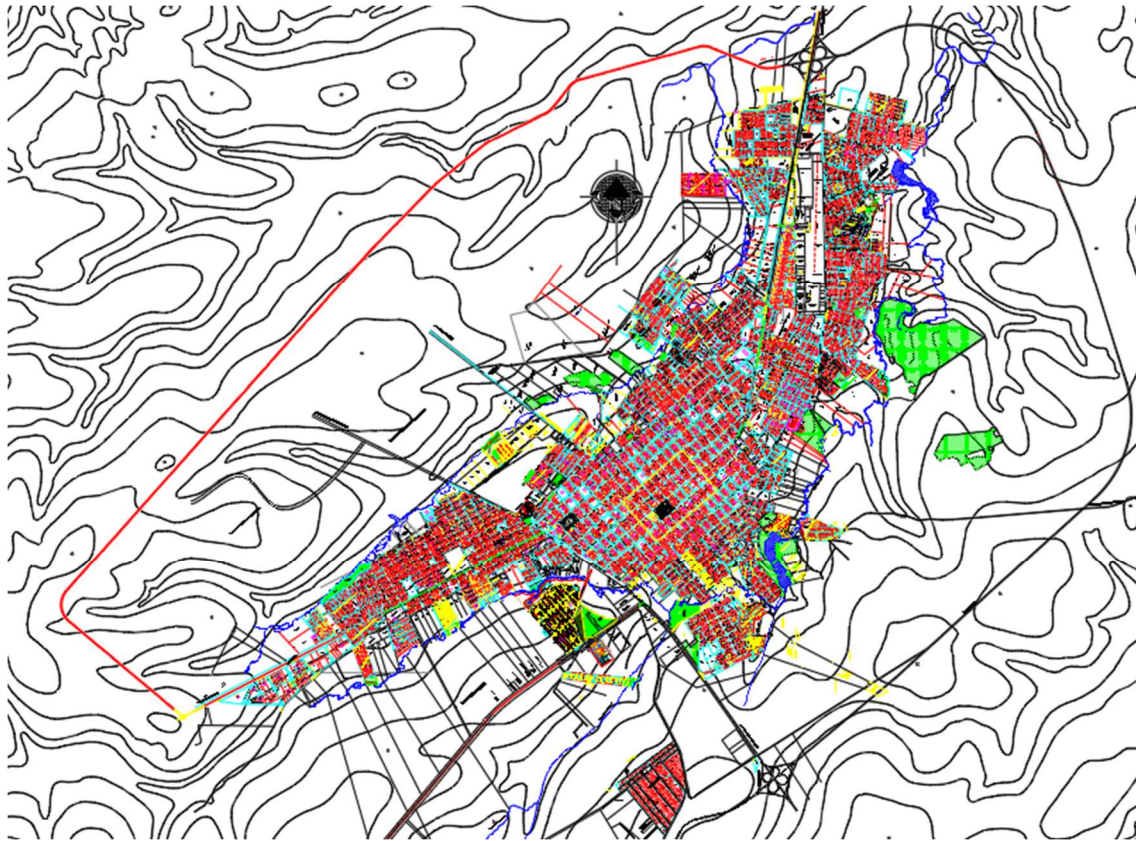


Figura 8. Projeto demonstrado. (Fonte Autoria Própria).

O trajeto é composto por oito curvas, contidas em um trecho de 15175,272 km totais e destacados em vermelho na figura 8. Esse trecho também inclui duas extensões rodoviárias de acesso, conforme as figuras 9 e 10 a seguir:

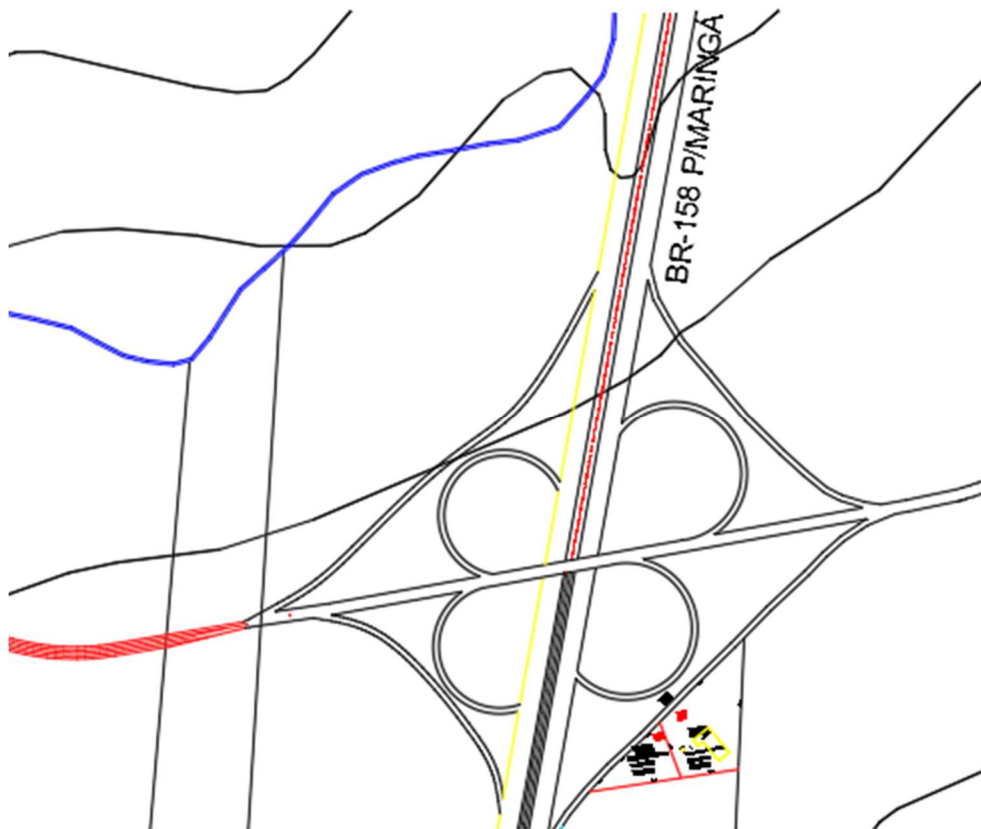


Figura 9. Saída BR-158 para contorno.(Fonte Autoria própria)

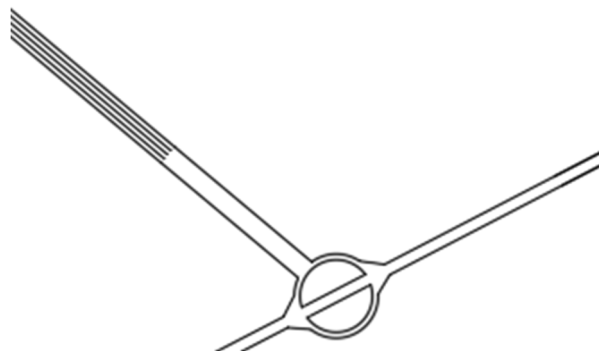


Figura 10. Saída BR-272 para contorno.(Fonte Autoria própria)

6.6 – CUSTO DE IMPLEMENTAÇÃO

O custo de implementação desse contorno rodoviário foi calculado a partir de dados disponibilizados pelo DNIT sobre custo médio de pista construída por km, utilizando asfalto CBUQ (concreto betuminoso usinado a quente), que é o mais utilizado no país.

O custo varia de R\$2.381.786,74/km a R\$5.270.732,08/km decorrente a diferença de custo de mão de obra local e distância quanto à origem da matéria prima. Então utilizaremos uma média de R\$3.826.000,00 para o cálculo dos custos, considerando que a via será dupla e possui acostamento de 2,4 metros nas retas, com camadas de CBUQ de 15 cm para a via principal e 10 cm para o acostamento.

O custo final encontrado foi de R\$58.060.590,70 com um prazo esperado de 58 meses, já que a média de tempo de construção de uma via desse porte varia em torno de 264 metros/mês.

6.7 – PLANEJAMENTO DE INICIO

No início das operações sempre utiliza-se de muito maquinario, em geral alugado para fazer determinadas tarefas cobradas por hora. Então é indicado começar um empreendimento desses em épocas com menor volume de chuvas possível.

Através da Agência Nacional de Águas, foi adquirido o histórico pluviométrico de Campo Mourão a partir de 1974 e retirada uma média para definir qual o período com o menor volume de chuvas.

| MEDIAS (mm/mês) | |
|-----------------|---------|
| media janeiro | 222,53 |
| media fevereiro | 164,965 |
| media março | 121,525 |
| media abril | 114,875 |
| media maio | 122,9 |
| media junho | 98,29 |
| media julho | 84,555 |
| media agosto | 68,595 |
| media setembro | 153,03 |
| media outubro | 187,115 |
| media novembro | 126,32 |
| media dezembro | 172,08 |

Tabela 2. Média pluviométrica de Campo Mourão. (Fonte ANA, 1997 à 2017)

A partir do exposto na tabela acima, pode se concluir que o período de junho a agosto é muito favorável para esse início de incorporação, já que são os únicos meses com média pluviométrica inferior a 100mm/mês.

7- CONCLUSÃO

Segundo os dados obtidos pela contagem de veículos vemos que existe uma grande chance de uma grande diminuição de trânsito por via de avenida perimetral Presidente Tancredo de Almeida Neves já que aproximadamente 39% dos veículos que passam pela região são de pessoas apenas atravessando Campo Mourão.

Como resultado dessa transposição de percentagem do tráfego para uma rota alternativa, obteríamos um fluxo menor na região urbana, facilitando o trânsito dos usuários, diminuindo o risco de acidentes devido à redução do número de veículos e principalmente considerando que grande parte do tráfego a ser transposto é de veículos de grande porte. Seria possível amenizar o ruído excessivo na região, assim como regular o microclima que se forma no local devido a grandes quantidades de calor e gases emitidos pelos automóveis.

8- REFERÊNCIAS

BRASIL. Agência Nacional de Águas.

BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários, 1999.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.

CARNEIRO, Maria José. Ruralidade: novas identidades em construção. **Estudos sociedade e agricultura**, 1998.

FRITZSONS, Elenice et al. Análise da pluviometria para definição de zonas homogêneas no Estado do Paraná. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 23, 2011.

GARCEZ, Lucas Nogueira; ALVAREZ, Guillermo Acosta. Hidrologia. rev. e atual. **São Paulo: E. Blucher, c1988**, 1988.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. Técnicas de Pesquisa. 5.ª ed. **São Paulo: Atlas**, 2007.

LISBOA, Marcus Vinicius. **Contribuição para tomada de decisão na classificação e seleção de alternativas de traçado para rodovias em trechos urbanizados**. 2002. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

O'FLAHERTY, Coleman A. Highways: The Location, Design, Construction and Maintenance of Pavements. **Chapter**, v. 9, p. 239, 2002.

PARANÁ. Instituto de Terras, Cartografia e Geologia.

STAMM, Hugo Roger et al. Método para avaliação de impacto ambiental (AIA) em projetos de grande porte: estudo de caso de uma usina termelétrica. 2003.

SELLTIZ, Claire; DEUTCH, Cook. Métodos de Pesquisa nas relações sociais.[trad.]. **Inah de Oliveira Ribeiro, São Paulo, Ed. Herder**, p. 223-310, 1965.

