

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – GRUPO UNIS

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

TIAGO NOGUEIRA FERREIRA

**ESTUDO PARA SOLUÇÃO DOS PROBLEMAS DE TRÁFEGO DO TRECHO DA
AVENIDA DA PAZ E RUA QUINTINO BOCAIUVA NO MUNICÍPIO DE ELÓI
MENDES - MG**

Varginha 2020

TIAGO NOGUEIRA FERREIRA

**ESTUDO PARA SOLUÇÃO DOS PROBLEMAS DE TRÁFEGO DO TRECHO DA
AVENIDA DA PAZ E RUA QUINTINO BOCAIUVA NO MUNICÍPIO DE ELÓI
MENDES - MG**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Civil do
Centro Universitário do Sul de Minas – Grupo Unis/ MG
como pré-requisito para a obtenção do grau de bacharel,
sob orientação da Prof. Me. Tiely Zurlo Mognhol.

Varginha 2020

TIAGO NOGUEIRA FERREIRA

**ESTUDO PARA SOLUÇÃO DOS PROBLEMAS DE TRÁFEGO DO TRECHO DA
AVENIDA DA PAZ E RUA QUINTINO BOCAIUVA NO MUNICÍPIO DE ELÓI
MENDES - MG**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Civil do
Centro Universitário do Sul de Minas – Grupo Unis/ MG
como pré-requisito para a obtenção do grau de bacharel,
pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

Prof. Me. Tiely Zurlo Mognhol

Prof.

Prof.

OBS:

Dedico este trabalho primeiramente a Deus por guiar meus passos nessa trajetória de estudos e a meus pais e meus tios por tornarem possível esta jornada acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço este trabalho a Deus por ser como a fundação de um edifício, sendo minha base e me capacitando; aos meus pais Maria Stela Nogueira Ferreira e Sebastião Alves Ferreira que foram como os pilares que me ofereceram sustento; a todos meus tios e principalmente meu tio João Evangelista Nogueira Azevedo que financiou meus estudos e tornou possível esta trajetória e a todos os professores e colegas que me ajudaram a construir meu futuro.

Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso! Não se apavore nem desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar".

Josué 1:9

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo principal o estudo para solução dos problemas de tráfego do trecho que compreende a Avenida da Paz e a Rua Quintino Bocaiuva no município de Elói Mendes – MG, devido ao comprometimento da circulação de veículos nesse trecho da via. Para isso foram feitas comparações entre a situação atual do local com as regras apresentadas pelos órgãos brasileiros competentes na área de estudos de tráfego e de rodovias. Foi realizada a contagem volumétrica de veículos a fim de constatar se a geometria atual atende à demanda de tráfego no local e como resultado a via não atendeu aos requisitos necessários. Após isto foram realizadas todas as etapas para obtenção do custo de implantação do empreendimento e verificou-se que os gastos necessários para a desapropriação dos imóveis por consequência da ampliação da via inviabilizam a proposta inicial técnica e economicamente. Por isso foram estabelecidas duas propostas alternativas: A primeira seria a proibição de estacionamento de veículos que prejudicam a trafegabilidade no trecho. Já a segunda foi a proposta de revisão no tráfego. Por fim concluiu-se que de acordo com as três propostas apresentadas, a que apresentou uma melhor solução a fim de resolver o problema de congestionamento no local de estudo foi o plano de revisão no tráfego da via.

Palavras-chave: Tráfego; Geometria; Via; Congestionamento

ABSTRACT

This work had as main objective the study to solve the traffic problems of the stretch that comprises Avenida da Paz and Rua Quintino Bocaiuva in the municipality of Elói Mendes - MG, due to the compromised circulation of vehicles in this stretch of the road. For that, comparisons were made between the current situation of the place with the rules presented by the competent Brazilian bodies in the area of traffic and highway studies. The volumetric counting of vehicles was carried out in order to verify whether the current geometry meets the traffic demand on the site and as a result the road did not meet the necessary requirements. After that, all steps were taken to obtain the cost of implementing the project and it was found that the expenses necessary for the expropriation of the properties as a result of the expansion of the route make the initial proposal technically and economically unfeasible. For this reason, two alternative proposals were established: The first would be the ban on parking vehicles that impair traffic on the stretch. The second was the traffic review proposal. Finally, it was concluded that according to the three proposals presented, the one that presented the best solution in order to solve the congestion problem at the study site was the road traffic review plan.

Keywords: Traffic; Geometry; Highway; Traffic Jam

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pavimento Flexível	17
Figura 2 – Pavimento Rígido.....	17
Figura 3 – Máquina agrícola.....	23
Figura 5 – Placas de regulamentação	33
Figura 6 – Marcas transversais de sinalização horizontal	35
Figura 7 – Inscrições no pavimento de sinalização horizontal.....	36
Figura 8 – Etapas do estudo.....	37
Figura 9 – Área atingida pela ampliação do trecho	39
Figura 10 – Localização da via em estudo no município	40
Figura 11 – Identificação da Avenida da Paz e Rua Quintino Bocaiuva	41
Figura 12 – Avenida	42
Figura 14 – Caminhão gera engarrafamento	42
Figura 15 – Bloqueio do trânsito	43
Figura 16 – Trecho a ser ampliado	43
Figura 17 – Espessuras da Seção-Tipo	49
Figura 18 – Seção transversal do pavimento	49
Figura 19 – Propriedades atingidas na Quadra 1	57
Figura 20 – Propriedades atingidas na Quadra 2.....	57
Figura 21 – Propriedades atingidas na Quadra 3.....	58
Figura 22 – Propriedades atingidas na Quadra 4.....	58
Figura 23 – Propriedades atingidas na Quadra 5.....	59
Figura 24 – Propriedades atingidas na Quadra 6.....	59
Figura 25 – Propriedades atingidas na Quadra 7.....	60
Figura 26 – Propriedades atingidas na Quadra 8.....	60
Figura 27 – Propriedades atingidas na Quadra 9.....	61
Figura 28 – Propriedades atingidas na Quadra 10.....	61
Figura 29 – Propriedades atingidas na Quadra 11	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classes de projeto para novos traçados de rodovias.....	19
Quadro 2 – Características técnicas: projeto de rodovias novas (classes 0, I e II).....	20
Quadro 3 – Características técnicas: projeto de rodovias novas (classes III e IV).....	20
Quadro 4 – Classificação das vias e parâmetros de tráfego	26
Quadro 5 – Espessuras mínimas de revestimento para tráfegos leve e médio	27
Quadro 6 – Espessuras mínimas de revestimento para tráfegos meio pesado, pesado e muito pesado.....	27
Quadro 7 – Espessuras mínima de base e sub-base para tráfegos meio pesado, pesado e muito pesado.....	28
Quadro 8 – Tráfego Meio Pesado.....	28
Quadro 10 – Tráfego Pesado	28
Quadro 12- Projetos Padrão.....	30
Quadro 13 - Caracterização dos projetos-padrão	31
Quadro 14 – Contagem volumétrica de veículos.....	44
Quadro 15 – Classes de projeto para novos traçados de rodovias.....	45
Quadro 16 – Características técnicas: projeto de rodovias novas (classes 0, I e II).....	46
Quadro 17 - Volume médio diário de veículos leves	47
Quadro 18 - Volume médio diário de veículos pesados.....	47
Quadro 19 – Determinação do tráfego de veículos	48
Quadro 20 - Classificação das vias e parâmetros de tráfego	48

LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

BGS - Brita Graduada Simples

BGTC - Brita graduada tratada com cimento

CAUQ - Concreto asfáltico usinado a quente

CTB - Código de Trânsito Brasileiro

CUB - Custo unitário básico

DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte

IP - Instrução de Projetos

KN - KiloNewton

MH - Macadame Hidráulico

PMQ - Pré Mistura a Quente

PMSP - Prefeitura Municipal de São Paulo

SINDUSCON - Sindicatos da Indústria da Construção Estaduais

SIURB - Sistema de Informações Urbanas

Vpd - Veículos por dia

Vph - Veículos por hora

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Justificativa	14
1.2 Objetivos.....	15
1.2.1 Objetivo geral	15
1.2.2 Objetivos específicos	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 Pavimentação: Caracterização e conceitos.....	16
2.1.1 Classificação dos pavimentos	16
2.1.2 Camadas do pavimento.....	18
2.2 Geometria e classificação das vias.....	18
2.2.1 Largura da faixa de trânsito.....	19
2.2.2 Largura dos acostamentos	21
2.3 Características e estudos do tráfego.....	21
2.3.1 Volume de tráfego.....	21
2.3.1.1 Volume Médio Diário (VMD)	21
2.3.2 Composição do Tráfego.....	22
2.3 Contagens Volumétricas	23
2.3.1 Contagens Manuais	24
2.3.2 Contagens mecanizadas	24
2.4 Dimensionamento do Pavimento Flexível - Método PMSP	25
2.4.1 Tráfego Leve e Médio (Método PMSP - IP 04)	26
2.4.2 Tráfego Meio Pesado, Pesado e Muito Pesado (Método PMSP - IP 05)	27
2.5 Desapropriação	29
2.5.1 Conceito de desapropriação.....	29
2.5.2 Custo Unitário Básico – CUB.....	29
2.6 Engenharia de Tráfego.....	31
2.6.1 Planejamento do sistema de trânsito	32
2.6.2 Controle do tráfego em cruzamentos	32
2.6.2.1 Placas de regulamentação.....	32

2.6.3 Sinalização horizontal	34
3 METODOLOGIA.....	37
3.1 Contagem volumétrica	38
3.2 Dimensionamento do pavimento	38
3.3 Estimativa de custo de desapropriação	38
4 DIAGNÓSTICO	40
4.1 Localização	40
4.2 Características do trecho	41
5 RESULTADOS	44
5.1 Volume de tráfego.....	44
5.2 Determinação da seção longitudinal	45
5.3 Determinação da seção transversal.....	46
5.4 Custo do pavimento	49
5.5 Desapropriação	50
5.6 Considerações e revisão de planos	50
5.7 Proposta alternativa 1 - Remoção de estacionamentos	51
5.8 Proposta alternativa 2 – Revisão no trânsito	51
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
REFERÊNCIAS	54
ANEXO A – Ficha de contagem manual de veículos	56
ANEXO B – Áreas atingidas pela desapropriação de imóveis	57
ANEXO C - CUSTOS UNITÁRIOS BÁSICOS DE CONSTRUÇÃO	63
APÊNDICE A – CUSTO TOTAL DO PAVIMENTO.....	64
APÊNDICE B – CUSTO TOTAL ESTIMADO EM DESAPROPRIAÇÕES.....	65

1. INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades e a necessidade de deslocamento dos indivíduos favorece para que os números de veículos nas rodovias cresçam. Deste modo a maioria das vias chega ao seu limite de capacidade, pois não está pronta para comportar esse tráfego, sendo muitas vezes concebidas com projetos mal desenvolvidos, outras apresentam elevado índice de patologias na execução ou de restauração. Assim sendo, a etapa da concepção é essencial para que se possa evitar uma grande obra para reconstruir o pavimento.

As vias têm uma grande importância no desenvolvimento da sociedade, como por exemplo no Brasil, é o modal de transporte mais utilizado. O responsável por definir se as condições de uso da mesma serão coerentes ou não é o projeto geométrico, nele são definidos os fatores que vão conceber fluidez do tráfego e segurança para os usuários.

Mediante aos problemas analisados, este trabalho foi elaborado com o intuito de realizar melhorias no trecho que compreende a Avenida da Paz e a Rua Quintino Bocaiuva no município de Elói Mendes – MG, concluindo a necessidade de ampliação da pista. Logo o trabalho busca apresentar um estudo para definição do anteprojeto do trecho, onde serão apresentadas as novas seções seguindo os princípios do traçado existente. O estudo se origina a partir a contagem volumétrica de veículos que é a responsável por apontar a capacidade da via no trecho e se é necessária ou não a sua ampliação; definição das seções longitudinal (acostamento mais pista de rodagem) e transversal (camadas do pavimento) pelo método da Prefeitura Municipal de São Paulo. Como consequência da ampliação é prevista a desapropriação das propriedades à margem do trecho. Logo após é feita a orçamentação do empreendimento, buscando determinar a viabilidade de implantação.

1.1 Justificativa

Devido ao comprometimento da circulação de veículos mediante à ausência de harmonia entre a Avenida da Paz e a Rua Quintino Bocaiuva, em Elói Mendes/ MG, essa pesquisa se justifica pela ocorrência de congestionamentos e desconforto na utilização pelos motoristas, tendo como vantagem oferecer comodidade à população, e do mesmo modo níveis satisfatórios no fluxo do transporte de pessoas e mercadorias.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo geral realizar um estudo de capacidade da via no trecho que compreende a Avenida da Paz e a Rua Quintino Bocaiuva. O objetivo principal é verificar se a geometria atual da rua suporta o tráfego que é proveniente da avenida, buscando apurar se são atendidos ou não os parâmetros normativos, tendo o intuito de apresentar uma análise de replanejamento e ampliação do trecho, gerando o descongestionamento do fluxo de trânsito de uma das principais vias na cidade de Elói Mendes.

1.2.2 Objetivos específicos

- Estudar a adequação da geometria da via;
- Realizar contagem volumétrica para a obtenção do volume de tráfego do local e definição da capacidade da via;
- Desenvolver os cálculos para o novo pavimento de acordo com os parâmetros normativos;
- Definir as seções necessárias para o novo pavimento do trecho em estudo;
- Fazer um estudo de desapropriação;
- Fazer a planilha de orçamentos referente aos custos totais para a implantação da nova pista;
- Avaliar a viabilidade para implantação da solução proposta e, em caso de inviabilidade, apresentar propostas alternativas que visem a melhoria do fluxo de veículos no local.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Pavimentação: Caracterização e conceitos

Construir vias de transporte é uma preocupação e atividade de remotas civilizações, gerada por razões de ordem econômica, de integração regional e de cunho militar; pavimentar as vias, ainda na antiguidade, tornou-se atividade essencial para a adequação e preservação dos caminhos mais estratégicos (BALBO, 2007).

Segundo Senço (2001) pavimento é a estrutura construída sobre a terraplanagem e destinada econômica, técnica e ao mesmo tempo a resistir e distribuir os esforços verticais oriundos do tráfego; aprimorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança; resistir a deterioração. A estrutura do pavimento pode variar quanto a espessura, aos materiais utilizados e com a própria função que a via poderá exercer. De acordo com Bernucci et all. (2006), este deve ser concebido com a máxima durabilidade e o mínimo custo possível, apresentando o conforto e a segurança para os usuários, garantindo boas condições de rolamento.

Ao se dar condição para uma via de melhor qualidade de rolamento, automaticamente se proporciona aos usuários uma expressiva redução nos custos operacionais, haja vista que os custos de operação e de manutenção dos veículos estão associados às condições de superfície dos pavimentos (BALBO, 2007).

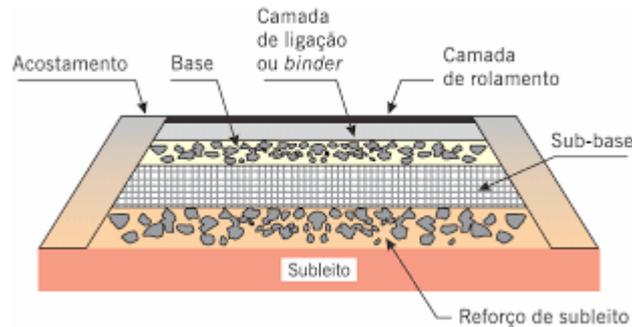
Conforme Senço (1997) explica, o pavimento é composto por várias camadas de espessuras finitas, e com a função de resistir aos esforços solicitantes pelo tráfego de veículos e ao clima, além de auxiliar na melhoria das condições de rolamento, com segurança, conforto e economia aos usuários.

2.1.1 Classificação dos pavimentos

Os pavimentos podem ser classificados em flexíveis, semi-rígidos e rígidos (DNIT, 2006):

- **Flexível:** o pavimento flexível é aquele em que quando aplicado um carregamento, todas as camadas sofrem deformação elástica considerável e, portanto, a carga irá se difundir em parcelas quase que equivalentes entre as camadas, conforme demonstra a Figura 1:

Figura 1 – Pavimento Flexível

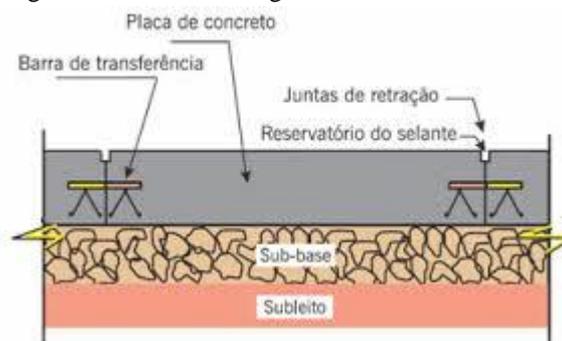


Fonte: Bernucci et all. (2006)

A nomenclatura para pavimento flexível é atualmente conhecida por pavimento asfáltico, onde o revestimento é uma mistura asfáltica e as camadas de base e sub-base podem ter diversas opções de materiais constituintes, desde uma camada granular até uma camada composta por materiais cimentícios. O pavimento flexível já possui sua tecnologia consolidada no meio técnico, o que garante uma adequação execução (VALLEJO, 2019).

- **Semi-Rígido:** define-se por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias como por exemplo, por uma camada de solo cimento revestida por uma camada asfáltica.
- **Rígido:** o revestimento é bem mais espesso quando comparado ao pavimento flexível e possuindo rigidez maior em relação às camadas inferiores e, portanto, retêm quase que todas as tensões provenientes do carregamento aplicado. Na Figura 2, pode-se observar melhor as suas características:

Figura 2 – Pavimento Rígido



Fonte: Bernucci et all. (2006)

De acordo com Vallejo (2019), entre as principais características deste tipo de pavimento está a maior durabilidade ao longo dos anos e a rigidez elevada em comparação a outros tipos de pavimentos.

2.1.2 Camadas do pavimento

Segundo Balbo (2007) a estrutura do pavimento é concebida para receber e transmitir esforços de maneira a diminuir a pressão sobre as camadas inferiores, sendo classificadas da maneira a seguir:

- **Revestimento:** é a camada que recebe cargas estáticas ou dinâmicas provenientes do tráfego, transmitindo as camadas subjacentes. Além de melhorar a superfície de rolamento quanto às condições de conforto e segurança, e resistir aos desgastes.
- **Base:** é a camada de pavimentação destinada a receber os esforços verticais do tráfego e aliviar as pressões sobre as camadas inferiores.
- **Sub-base:** tendo a mesma função da base, origina-se quando a camada da mesma é muito espessa, e por razões de natureza construtiva, procura-se dividi-la em duas camadas.
- **Reforço do subleito:** é a camada que fica logo acima do subleito, possui espessura variável e é usado se a capacidade de suporte à carga do material de subleito for muito baixa.
- **Subleito:** é o material natural consolidado e compactado, sendo a camada mais interna do pavimento, ou seja, sua fundação.

2.2 Geometria e classificação das vias

As vias podem ser classificadas de acordo com a função que exercem, quanto ao tipo de administração e quanto às características físicas como largura e o número de faixas que possuem.

De acordo com Senço (2008), vias que devem dar acesso e vias que devem permitir mobilidade, são os primórdios para uma classificação funcional. Acesso é a função que a rodovia exerce quando se constitui em um elemento de início ou fim de viagem, e está ligada a uma rodovia principal. As vias que recebem esses veículos e os conduzem para outras, também de início e fim de viagem, são a condição de mobilidade. Existem também aquelas que exercem as duas funções descritas, ou seja, são intermediárias entre os sistemas de mobilidade e acesso.

De acordo com DNIT (2006), conceitua-se estudo de engenharia para duplicação ou ampliação da largura do pavimento, o conjunto de pesquisas e projetos que devem ser

estabelecidos, visando sobretudo a ampliação da pista e conseqüentemente das obras especiais existentes e a adaptação dos esquemas de circulação ao novo contexto da pista.

Objetivam, principalmente, o aumento da capacidade viária, a eliminação das características físicas e operacionais da via que se identifiquem como perigosas, aumentando assim as condições de segurança para os usuários (DNIT, 2006).

2.2.1 Largura da faixa de trânsito

A largura mínima adotada para a faixa de trânsito é estabelecida pelas normas do DNIT, tendo variações em função das classes de projeto, conforme indicado na Quadro 1:

Quadro 1 – Classes de projeto para novos traçados de rodovias

CLASSES DE PROJETO	CARACTERÍSTICAS	CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA ⁽¹⁾	VELOCIDADE DE PROJETO (km/h)		
			Plano	Ondulado	Montanhoso
0	Via Expressa (Controle Total de Acessos)	Decisão Administrativa.	120	100	80
I	A Pista Dupla (Controle Parcial de Acessos)	O projeto em pista simples resultaria em Níveis de Serviço inferiores ao aceitável ⁽²⁾ .	100	80	60
	B Pista Simples	Volume de Tráfego projetado: > 200 vph ou > 1.400 vpd.			
II	Pista Simples	Volume de Tráfego projetado: 700 vpd a 1.400 vpd.	100	70	50
III	Pista Simples	Volume de Tráfego projetado: 300 vpd a 700 vpd.	80	60	40
IV	A Pista Simples	Tráfego na data de abertura: 50 vpd a 200 vpd.	60	40	30
	B Pista Simples	Tráfego na data de abertura: < 50 vpd.			

OBSERVAÇÕES: ⁽¹⁾ Os Volumes de Tráfego indicados são bidirecionais e referem-se a veículos mistos; os volumes projetados são os previstos para o fim dos dez primeiros anos de operação da via.

⁽²⁾ Conceito e critérios para o Nível de Serviço: vide o "Highway capacity manual" (TRB, 1994).

Fonte: LEE (2017).

Como explica Lee (2017), a largura da faixa de trânsito deve sempre ser maior que a largura máxima dos veículos que transitam pela rodovia, buscando a acomodação dos mesmos e mantendo uma folga lateral para que possam fazer manobras de desvio ou cruzar com veículos que se deslocam em sentido contrário, sem que sofram danos mediante a um excessivo estreitamento. As normas do DNIT estabelecem larguras de faixa em relação à classe de projeto, como pode ser observado nos Quadros 2 e 3:

Quadro 2 – Características técnicas: projeto de rodovias novas (classes 0, I e II)

DESCRIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	Unidade	CLASSE 0			CLASSE I			CLASSE II		
		Plano	Ondul.	Mont.	Plano	Ondul.	Mont.	Plano	Ondul.	Mont.
Velocidade diretriz mínima	km/h	120	100	80	100	80	60	100	70	50
Distância de visibilid. de parada: - mínimo desejável - mínimo absoluto	m	310	210	140	210	140	85	210	110	65
	m	205	155	110	155	110	75	155	90	60
Distância mínima de visibilidade de ultrapassagem	m	-	-	-	680 ^(B)	560 ^(B)	420 ^(B)	680	490	350
Raio mínimo de curva horizontal (p/superelev. max.)	m	540	345	210	345	210	115 ⁽¹⁾	375	170	80
Taxa de superelevação máxima	%	10	10	10	10	10	10 ⁽²⁾	8	8	8
Rampa máxima	%	3	4	5	3	4,5	6	3	5	7
Valor K para curvas convexas: - mínimo desejável - mínimo absoluto	m/%	233	107	48	107	48	18	107	29	10
	m/%	102	58	29	58	29	14	58	20	9
Valor K para curvas côncavas: - mínimo desejável - mínimo absoluto	m/%	80	52	32	52	32	17	52	24	12
	m/%	50	36	24	36	24	15	36	19	11
Largura da faixa de trânsito	m	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,50	3,30
Largura do acostamento externo: - mínimo desejável - mínimo absoluto	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	m	3,50	3,00 ⁽³⁾	3,00 ⁽³⁾	3,00 ⁽³⁾	2,50	2,50	2,50	2,50	2,00
Largura do acostamento interno: - pistas de 2 faixas - pistas de 3 faixas - pistas de 4 faixas	m	0,60-1,20	0,60-1,00	0,50-0,60	Somente para a classe IA. Aplicam-se os mesmos valores indicados para a classe 0			-	-	-
	m	2,50-3,00	2,00-2,50	2,00-2,50				-	-	-
	m	3,00	2,50-3,00	2,50-3,00				-	-	-
Gabarito vertical (altura livre): - mínimo desejável - mínimo absoluto	m	-	-	-	-	-	-	5,50	5,50	5,50
	m	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	4,50	4,50	4,50
Afast. mín. da borda do acost.: - obstáculos contínuos - obstáculos isolados	m	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
	m	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Largura do canteiro central: - largura desejável - valor normal - mínimo absoluto	m	10 – 18	10 – 18	10 – 18	10 – 12	10 – 12	10 – 12	-	-	-
	m	6 – 7	6 – 7	6 – 7	≥ 6	≥ 6	≥ 6	-	-	-
	m	3 – 7	3 – 7	3 – 7	3 – 7	3 – 7	3 – 7	-	-	-

Fonte: LEE (2017).

Quadro 3 – Características técnicas: projeto de rodovias novas (classes III e IV)

DESCRIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	Unidade	CLASSE III			CLASSE IV A			CLASSE IV B		
		Plano	Ondul.	Mont.	Plano	Ondul.	Mont.	Plano	Ondul.	Mont.
Velocidade diretriz mínima	km/h	80	60	40	60	40	30	60	40	30
Distância de visibilid. de parada: - mínimo desejável - mínimo absoluto	m	140	85	45	85	45	30	85	45	30
	m	110	75	45	75	45	30	75	45	30
Distância mínima de visibilidade de ultrapassagem	m	560	420	270	420	270	180	420	270	180
Raio mínimo de curva horizontal (p/ superelev. max.)	m	230	125	50	125	50	25	125	50	25
Taxa de superelevação máxima	%	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Rampa máxima	%	4	6	8	4	6	8	6	8	10 ⁽¹⁾
Valor K para curvas convexas: - mínimo desejável - mínimo absoluto	m/%	48	18	5	18	5	2	18	5	2
	m/%	29	14	5	14	5	2	14	5	2
Valor K para curvas côncavas: - mínimo desejável - mínimo absoluto	m/%	32	17	7	17	4	17	7	4	12
	m/%	24	15	7	15	4	15	7	4	11
Largura da faixa de trânsito	m	3,50	3,30	3,30	3,00	3,00	3,00	2,50	2,50	2,50
Largura do acostamento externo	m	2,50	2,00	1,50	1,30	1,30	0,80	1,00	1,00	0,50
Gabarito vertical (altura livre): - mínimo desejável - mínimo absoluto	m	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50
	m	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
Afast. mín. da borda do acost.: - obstáculos contínuos - obstáculos isolados	m	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
	m	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50

Fonte: LEE (2017).

2.2.2 Largura dos acostamentos

Os acostamentos exercem função básica de melhorar as condições de segurança para o trânsito de veículos, melhorando também as condições de fluidez e os níveis de serviço oferecidos pela rodovia, por favorecer a redução de interferências no tráfego (LEE, 2017).

Quando os acostamentos propiciam folgas laterais adequadas fica possível o melhor posicionamento dos veículos que trafegam nas faixas de trânsito e para o estacionamento dos que necessitam parar fora da pista.

Ainda segundo Lee (2017), a largura ideal para o acostamento deve ser capaz de abranger com segurança o espaço para o veículo estacionado e o espaço para uma pessoa se movimentar ao seu lado, mantendo ainda o afastamento em relação a faixa de trânsito. É relevante atribuir à superfície dos acostamentos com coloração ou textura distinta da pista de trânsito, favorecendo um diferenciamento ótico dos usuários.

2.3 Características e estudos do tráfego

2.3.1 Volume de tráfego

De acordo com Baerwald (1976), o volume de tráfego é a taxa de tempo para o fluxo de tráfego, sendo determinado pela contagem do número de veículos que passa por um determinado ponto de observação em uma unidade de tempo. O volume desta forma provê uma medição direta da quantidade do fluxo de veículos em uma seção da via.

O volume de tráfego é definido, segundo DNIT (2006), como o número de veículos que passam por uma seção de uma via em um determinado intervalo de tempo. Para os estudos de planejamento das vias e estimativas de crescimento do tráfego, o intervalo de tempo dos volumes de tráfego normalmente é o dia (veículos/dia).

2.3.1.1 Volume Médio Diário (VMD)

É a média dos volumes de veículos que circulam durante 24 horas em um trecho de via. Ele é computado para um período que geralmente é de um ano. Esse volume é usado para indicar a necessidade de novas vias ou reformas nas já existentes, estimar benefícios esperados de uma via, determinar as prioridades de investimentos, prever o índice de acidentes, prever as receitas dos postos de pedágio etc

O volume de tráfego inclui todos os veículos que passam pela via em um só sentido ou em ambos, ou ainda, os que circulam por apenas uma faixa. São normalmente usados os seguintes conceitos de volume médio diário:

- Volume Médio Diário Anual (VMDa): número total de veículos trafegando em um ano dividido por 365.
- Volume Médio Diário Mensal (VMDm): número total de veículos trafegando em um mês dividido pelo número de dias do mês. É sempre acompanhado pelo nome do mês a que se refere.
- Volume Médio Diário Semanal (VMDs): número total de veículos trafegando em uma semana dividido por 7. É sempre acompanhado pelo nome do mês a que se refere. É utilizado como uma amostra do VMDm.
- Volume Médio Diário em um Dia de Semana (VMDd): número total de veículos trafegando em um dia de semana. Deve ser sempre acompanhado pela indicação do dia de semana e do mês correspondente.

2.3.2 Composição do Tráfego

A composição do tráfego é dada por veículos que diferem entre si quanto ao tamanho, peso e velocidade. O conhecimento da composição dos volumes é essencial pelas seguintes razões (DNIT, 2006):

- Os efeitos que os veículos exercem dependem de suas características e isto influencia diretamente na capacidade da via em questão;
- Os percentuais de veículos maiores determinam as características geométricas que devem ter as vias;
- Os recursos que podem ser obtidos dos usuários de uma via dependem da composição do seu tráfego.

Para realizar projetos que envolvem a Engenharia de Tráfego é sempre necessário que os veículos estejam classificados de acordo um conjunto de categorias. Um exemplo de classificação de veículos é a seguinte:

- **Biciclos:** motocicletas e bicicletas com ou sem motor. Não influenciam muito na capacidade das vias e geralmente são muito envolvidos em acidentes.
- **Ligeiros:** São de grande importância para o estudo do tráfego pois representam a maior porcentagem dos veículos, sendo os que mais provocam congestionamentos. São automóveis e veículos tradicionais, que transportam de 4 a 9 pessoas. Também incluem caminhões e pequenos furgões, com carga útil de até 2 toneladas.
- **Pesados:** caminhões e ônibus, respectivamente para o transporte de mercadorias pesadas e o transporte coletivo de pessoas.

- **Especiais:** tratores agrícolas, máquinas com carga de transporte industriais ou públicas etc. São veículos de grandes dimensões e têm lentidão de movimentos. As vias normalmente não são dimensionadas para a circulação deste tipo de veículo, sendo necessária a autorização para transporte. As Figuras 3 e 4 apresentam exemplos das dimensões destes meios de transporte:

Figura 3 – Máquina agrícola



Fonte: <https://www.buzzero.com>

Figura 4 – Carga industrial



Fonte: <https://www.unicam.org.br/>

2.3 Contagens Volumétricas

As contagens têm o intuito de determinar a quantidade, o sentido e a composição do fluxo de veículos que passam por um ou vários pontos selecionados do local de estudo, durante uma unidade de tempo. Tais informações são usadas na análise de capacidade, na avaliação das causas de congestionamento e de elevados índices de acidentes, no dimensionamento do pavimento, nos projetos de canalização do tráfego e outras melhorias (DNIT, 2006).

As contagens volumétricas podem ser realizadas nos trechos contínuos (entre interseções), que têm como objetivo determinar o fluxo em uma via, ou podem ser feitas nas interseções, tendo como objetivo principal levantar os fluxos das vias que se cruzam. Podem ser classificadas da seguinte maneira:

- **Contagem Global:** É registrado o número de veículos que circulam por um trecho de via, independentemente de seu sentido, com um agrupamento por classe de veículo. Empregadas para o cálculo de volumes diários, preparação de mapas de fluxo e determinação de tendências do tráfego.
- **Contagens Direcionais:** É registrado o número de veículos por sentido do fluxo e são empregadas para cálculos de capacidade, determinação de intervalos de sinais,

justificação de controles de trânsito, estudos de acidentes, previsão de faixas adicionais em rampas ascendentes etc.

- **Contagens Classificatórias:** Registram-se os volumes para os vários tipos ou classes de veículos, sendo empregadas para o dimensionamento estrutural e projeto geométrico, cálculo de capacidade etc.

De acordo com DNIT (2006), em um projeto de implantação ou de reabilitação de rodovia nas áreas urbanas, fazem-se normalmente as contagens nas interseções de maior importância deverão ser realizadas no mínimo durante três dias, sendo ideal que seja realizada de forma que inclua o provável horário de pico.

No caso de estudos de capacidade, devem ser obtidos os volumes de pico que caracterizam o local. A amostra mínima desejável é, portanto, a que representa o fluxo de um dia útil, no pico da manhã e da tarde, obtida por contagens de 2 a 4 horas em cada um dos períodos. Uma maior precisão pode ser obtida no caso de se realizar contagens em vários dias úteis, extraindo-se o valor médio no período (DNIT, 2006).

2.3.1 Contagens Manuais

As contagens podem ser executadas de forma manual ou por meio de contadores automáticos. As contagens manuais são feitas por pesquisadores, com auxílio de fichas de contagem volumétrica, que são preenchidas por traços que simbolizam o veículo (Anexo A). São normalmente utilizadas para a análise de movimentos de veículos em interseções e contagens em rodovias com muitas faixas. O critério de grupamento de veículos é adequado para as contagens em vias urbanas, sendo levado em conta as características semelhantes de operação (automóveis, ônibus e caminhões).

Uma das desvantagens é que como os veículos são contados e classificados diretamente por pessoas, os observadores necessitam ser trocados a cada 2 ou 3 horas, por motivo de fadiga.

2.3.2 Contagens mecanizadas

De acordo com o Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006), este método de contagem é feito através de contadores automáticos de diversos tipos, que detectam os veículos através de dispositivos como sensores, radares, etc. Atualmente são usados contadores que são acoplados a computadores, fornecendo um registro permanente dos volumes e podem ser programados para outros objetivos específicos.

Os contadores automáticos possuem dois componentes: o captador que detecta a passagem dos veículos e o acumulador de dados. Podem ser de instalação permanente ou serem móveis, dependendo de sua finalidade. Apresentam a desvantagem do custo elevado e de sua exposição a roubos e vandalismo.

2.4 Dimensionamento do Pavimento Flexível - Método PMSP

O método de dimensionamento da Prefeitura Municipal de São Paulo – PMSP foi instituído pela portaria 248/SIURB-G/2002. As Instruções de Projeto (IP) de 01 a 06 regem o dimensionamento dos pavimentos flexíveis urbanos, tendo como base o método do DNER.

De acordo com o Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006), como em uma via ou rodovia trafegam diferentes tipos de veículos e com variadas cargas em seus eixos, introduziu-se o conceito do Número Equivalente de Operações de Eixo Padrão (Número N). Ele expressa a quantidade de efeitos destrutivos unitários que o pavimento deverá estar preparado para suportar. É equivalente ao desgaste provocado pela passagem de veículos, que são convertidos em um eixo-padrão de 8,2 toneladas, considerado durante o período de vida útil da via.

De acordo com o método da PMSP, segundo a IP – 02/2004 “Classificação das Vias”, para fins de dimensionamento de pavimento, as vias urbanas a serem pavimentadas serão classificadas de acordo com tráfego previsto, sendo dos seguintes tipos:

Tráfego Leve - Ruas residenciais, podendo existir ocasionalmente passagens de caminhões e ônibus em número não superior a 20 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número "N" típico de 10^5 solicitações do eixo simples padrão (80 KN) para o período de projeto de 10 anos.

Tráfego Médio - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 21 a 100 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 5×10^5 solicitações do eixo simples padrão (80 KN) para o período de 10 anos.

Tráfego Meio Pesado - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número 101 a 300 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 2×10^6 solicitações do eixo simples padrão (80 KN) para o período de 10 anos.

Tráfego Pesado - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número 301 a 1000 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 2×10^7 solicitações do eixo simples padrão (80 KN) para o período de 10 a 12 anos.

Tráfego Muito Pesado - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número 1001 a 2000 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico superior a 5×10^7 solicitações do eixo simples padrão (80 KN) para o período de 12 anos.

O Quadro 4 resume os principais parâmetros adotados para a classificação das vias da Prefeitura do Município de SP:

Quadro 4 – Classificação das vias e parâmetros de tráfego

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto	Volume inicial faixa mais carregada		Equivalente / Veículo	N	N característico
			Veículo Leve	Caminhão/ Ônibus			
Via local	LEVE	10	100 a 400	4 a 20	1,50	$2,70 \times 10^4$ a $1,40 \times 10^5$	10^5
Via Local e Coletora	MÉDIO	10	401 a 1500	21 a 100	1,50	$1,40 \times 10^5$ a $6,80 \times 10^5$	5×10^5
Vias Coletoras e Estruturais	MEIO PESADO	10	1501 a 5000	101 a 300	2,30	$1,4 \times 10^6$ a $3,1 \times 10^6$	2×10^6
	PESADO	12	5001 a 10000	301 a 1000	5,90	$1,0 \times 10^7$ a $3,3 \times 10^7$	2×10^7
	MUITO PESADO	12	> 10000	1001 a 2000	5,90	$3,3 \times 10^7$ a $6,7 \times 10^7$	5×10^7

Fonte: PMSP, IP – 02/2004 Classificação das Vias

Em relação às seções transversais dos pavimentos, o método da PMSP oferece projetos-tipo variando de acordo com a faixa de volume de tráfego. As vias urbanas a serem pavimentadas são classificadas de acordo com a Instrução de Projeto 04 e 05.

2.4.1 Tráfego Leve e Médio (Método PMSP - IP 04)

Para a determinação das camadas do pavimento, considerando um tráfego leve, o revestimento asfáltico será constituído de uma camada de espessura mínima de 4 cm de Pré-Misturado a Quente (PMQ) ou 3,5 cm de Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ).

Já a base poderá ser do tipo mista convencional, constituída por macadame betuminoso e de macadame hidráulico, obedecendo as espessuras mínimas para cada tipo de tráfego.

Para um tráfego médio, a espessura da camada de rolamento deve ter no mínimo 5,0 cm de Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ). A base poderá ser do tipo mista constituída por macadame betuminoso e de macadame hidráulico.

O Quadro 5 resume as espessuras mínimas das camadas para as vias urbanas com tráfego leve e médio:

Quadro 5 – Espessuras mínimas de revestimento para tráfegos leve e médio

DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA DO PAVIMENTO		
Espessuras mínimas para revestimento		
Tipo de tráfego	Tipo de revestimento	Espessura (cm)
Leve	PMQ	4
	CAUQ	3,5
Médio	CAUQ	5
Espessuras mínimas para base		
Tipo de tráfego	Tipo de base	Espessura (cm)
Leve	Macadame Betuminoso	5
	Macadame Hidráulico	10
Médio	Binder	4
	Macadame Betuminoso	5
	Macadame Hidráulico/ BGS	10

Fonte: PMSP – IP 04 (2004) (Adaptado)

2.4.2 Tráfego Meio Pesado, Pesado e Muito Pesado (Método PMSP - IP 05)

Para tais tipos de tráfego, a PMSP fixa a espessura mínima a adotar para os revestimentos asfálticos de acordo com o Quadro 6:

Quadro 6 – Espessuras mínimas de revestimento para tráfegos meio pesado, pesado e muito pesado

N	TRÁFEGO	ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO ASFÁLTICO
$2 \times 10^6 \leq N < 5 \times 10^6$	Meio pesado	Concreto asfáltico com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 \leq N < 10^7$	----	Concreto asfáltico com 7,5 cm de espessura
$10^7 \leq N < 5 \times 10^7$	Pesado	Concreto asfáltico com 10,0 cm de espessura
$N \geq 5 \times 10^7$	Muito pesado	Concreto asfáltico com 12,5 cm de espessura

Fonte: PMSP – IP 05 (2004)

O Quadro 7 indica as espessuras mínimas e o tipo de material que deverão ser utilizados nas camadas de base e sub-base:

Quadro 7 – Espessuras mínima de base e sub-base para tráfegos meio pesado, pesado e muito pesado

TRÁFEGO	N	BASE		SUB-BASE	
		MATERIAL	ESPESSURA MÍNIMA (cm)	MATERIAL	ESPESSURA MÍNIMA (cm)
Meio Pesado	2×10^6	Granular	15,0	Granular	10,0
		Granular Tratado com Cimento	15,0		
Pesado	2×10^7	Granular Tratado com Cimento	15,0	Granular	10,0
Muito Pesado	5×10^7	Granular Tratado com Cimento	20,0	Granular	10,0

Fonte: PMSP – IP 05 (2004)

Os Quadros 8 e 9 apresentam as camadas do pavimento para tráfego meio pesado e os Quadros 10 e 11 apresentam para tráfego pesado e muito pesado:

Quadro 8 – Tráfego Meio Pesado

CAUQ	5,0 CM
IMPR LIGANTE	
BINDER	7,0 CM
IMP IMPERM	
MB	7,5 CM
BGS/MH	15,0 CM

Fonte: PMSP – IP 05 (2004)

Quadro 9 – Tráfego Meio Pesado

CAUQ	5,0 CM
IMPR LIGANTE	
BINDER	5,0 CM
IMP IMPERM	
BGTC	19,0 CM
BGS	10,0 CM

Fonte: PMSP – IP 05 (2004)

Quadro 10 – Tráfego Pesado

CAUQ	5,0 CM
IMPR LIGANTE	
BINDER	7,5 CM
IMPR IMPERM	
BGTC	19,0 CM
BGS/MH	10,0 CM

Fonte: PMSP – IP 05 (2004)

Quadro 11 – Tráfego Muito Pesado

CAUQ	5,0 CM
IMPR LIGANTE	
BINDER	7,5 CM
IMPR IMPERM	
BGTC	20,0 CM
BGS/MH	10,0 CM

Fonte: PMSP – IP 05 (2004)

2.5 Desapropriação

De acordo com a política nacional de transportes, a ampliação do sistema de rodovias, prevê obras de duplicação, pavimentação, acesso a portos, contornos e travessias urbanas, para a eliminação de pontos de estreitamento em eixos estratégicos buscando a melhoria da qualidade e tráfego nas rodovias e redução do índice de acidentes.

2.5.1 Conceito de desapropriação

Desapropriação é o procedimento administrativo pelo qual o Poder Público ou seus delegados, mediante prévia declaração de necessidade pública, utilidade pública ou interesse social, impõe ao proprietário a perda de um bem, substituindo-o em seu patrimônio por justa indenização (DI PIETRO, 2010).

O interesse social está essencialmente relacionado à justa distribuição da propriedade, buscando prestigiar a concretude das finalidades sociais. O Poder Público anseia, por meio da desapropriação, dar melhor aproveitamento da propriedade em benefício da coletividade (CRETELLA, 1998).

De acordo com as diretrizes básicas para desapropriação (DNIT, 2011), o DNIT tem a responsabilidade de declarar a utilidade pública de bens e propriedades a serem desapropriados para implantação do Sistema Federal de Viação, procedendo às desapropriações pertinentes à execução das obras, em sua esfera de atuação.

2.5.2 Custo Unitário Básico – CUB

O CUB é um valor calculado e publicado todos os meses pelos Sindicatos da Indústria da Construção Estaduais (Sinduscon) que serve como uma estimativa básica de preços de imóveis para cada região do país. Atualmente a Norma Brasileira que estabelece a metodologia de cálculo do CUB/m² é a ABNT NBR 12721:2006, portanto, este é o arcabouço técnico do CUB/m² (SINDUSCON, 2007).

Mensalmente os Sinduscon's realizam cotações de materiais, mão de obra e equipamentos necessários para se construir projetos padronizados e divide esse custo pela área construída dessas edificações. O resultado do cálculo é divulgado nos sites em R\$/m².

Para estimar o custo dos imóveis, como cada obra é diferente do outra, a NBR 12721 estabeleceu os projetos padrão que são, de acordo com a norma, projetos selecionados para

representar os diferentes tipos de edificações, que são usualmente objeto de incorporação para construção, definidos por suas características principais:

- Número de pavimentos;
- Número de dependências por unidade;
- Padrão de acabamento da construção;
- Número total de unidades.

De acordo com a ABNT NBR 12721:2006, os projetos-padrão utilizados no cálculo do CUB/m² são os apresentados na Quadro 12, onde é considerado o padrão de acabamento residencial:

Quadro 12- Projetos Padrão

Projetos-padrão Residenciais

Padrão Baixo	Padrão Normal	Padrão Alto
R-1	R-1	R-1
PP-4	PP-4	R-8
R-8	R-8	R-16
PIS	R-16	

Projetos-padrão Comerciais CAL (Comercial Andares Livres) e CSL (Comercial Salas e Lojas)

Padrão Normal	Padrão Alto
CAL-8	CAL-8
CSL-8	CSL-8
CSL-16	CSL-16

Projetos-padrão Galpão Industrial e Residência Popular

RP1Q
GI

Fonte: SINDUSCON, 2007

- Residenciais
 - Residência Unifamiliar – **R1**
 - Prédio Popular – **PP4**
 - Residência Multifamiliar – **R8 e R16**
 - Projeto de Interesse Social – **PIS**
 - Residência Popular – **RP1Q**

- Comerciais
 - Comercial de Andares Livres – **CAL8**
 - Comercial de Salas e Lojas – **CSL8 e CSL16**
 - Galpão Industrial – **GI**

Conforme a ABNT NBR 12721:2006, os projetos-padrão são categorizados quanto ao acabamento como baixo, normal e alto, o que corresponde a diferentes projetos arquitetônicos. Assim são apresentadas as especificações dos acabamentos nos orçamentos dos projetos-padrão residenciais, comerciais, galpão industrial e residência popular.

Cada projeto-padrão possui uma planta de arquitetura e um memorial descritivo, como se pode observar na Quadro 13:

Quadro 13 - Caracterização dos projetos-padrão

Sigla	Nome e Descrição	Dormitórios	Área Real (m ²)	Área Equivalente (m ²)
R1-B	Residência unifamiliar padrão baixo: 1 pavimento, com 2 dormitórios, sala, banheiro, cozinha e área para tanque.	2	58,64	51,94
R1-N	Residência unifamiliar padrão normal: 1 pavimento, 3 dormitórios, sendo um suíte com banheiro, banheiro social, sala, circulação, cozinha, área de serviço com banheiro e varanda (abrigo para automóvel).	3	106,44	99,47
R1-A	Residência unifamiliar padrão alto: 1 pavimento, 4 dormitórios, sendo um suíte com banheiro e <i>closet</i> , outro com banheiro, banheiro social, sala de estar, sala de jantar e sala íntima, circulação, cozinha, área de serviço completa e varanda (abrigo para automóvel).	4	224,82	210,44
RP1Q	Residência unifamiliar popular: 1 pavimento, 1 dormitório, sala, banheiro e cozinha.	1	39,56	39,56

Fonte: SINDUSCON, 2007 (Adaptado)

2.6 Engenharia de Tráfego

A Engenharia de Tráfego tem o objetivo de planejar o tráfego e a operação das vias públicas, buscando um trânsito de veículos e pessoas com o máximo de eficiência e segurança.

FERRAZ, FORTES e SIMÕES (1999), descrevem que o traçado do trânsito deve ser realizado com segurança, fluidez e comodidade: vias e passeios com superfícies regularizadas e bom estado de conservação; vagas para estacionamento; sinalização de trânsito apropriada; etc.

A Engenharia de Tráfego tem uma importância primordial, uma vez que a qualidade do trânsito impacta diretamente na qualidade de vida da população. Eles afirmam que todas as

idades necessitam de contar com técnicos capazes de organizar o trânsito em razão do grande crescimento da frota veicular.

2.6.1 Planejamento do sistema de trânsito

Sistema de Trânsito é o conjunto de normas de operação do sistema viário (definição dos sentidos das vias, velocidades máximas permitidas, espaços destinados a estacionamento, sinalização de trânsito, etc.).

Os objetivos do planejamento dos sistemas viário e de trânsito são proporcionar:

- Fluidez no movimento de veículos e pedestres;
- Segurança nos deslocamentos de veículos e pedestres;
- Facilidade de estacionamento;
- Priorização do transporte coletivo.

Para atingir tais objetivos é necessário ampliar o sistema viário na mesma proporção ao crescimento da cidade, definir as vias principais e sentidos de fluxo, sinalizar adequadamente o sistema viário, utilizar estratégias para controle de velocidade dos veículos, etc.

2.6.2 Controle do tráfego em cruzamentos

O propósito do controle de tráfego de veículos e pedestres nos cruzamentos viários é fazer com que a circulação ocorra no local com segurança, fluidez e comodidade.

Aparelhos viários de ordenação e canalização do tráfego, assim como sinalização adequada e geometria satisfatória, devem ser empregados nos cruzamentos para facilitar a percepção dos motoristas quanto ao posicionamento dos veículos.

Segundo FERRAZ (1999) em cruzamentos com sinal de parada obrigatória ou de dê a preferência, os veículos da via preferencial passam sem parar e os da via secundária param (no caso do sinal de parada obrigatória – PARE), e param ou reduzem a velocidade (no caso do sinal dê preferência – triângulo com vértice para baixo).

De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro a placa vertical de cruzamento com via preferencial é sempre obrigatória. A utilização de sinalização horizontal é facultativa, apenas empregada em cruzamentos com baixa visibilidade e com alto índice de acidentes.

2.6.2.1 Placas de regulamentação

De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro, as placas de regulamentação são utilizadas para regulamentar, ou seja, para indicar obrigações, limitações e proibições. A

infração destas placas pelo condutor, compõe uma infração do CTB, ficando este sujeito a multas e penalidades. Estas placas são vermelhas, com fundo branco e têm um formato redondo, à exceção da placa de ‘Parada Obrigatória’, que tem um formato hexagonal e com fundo vermelho e a placa ‘Dê a preferência’, com uma forma de triângulo invertido. Na Figura 5, estão ilustradas as placas de regulamentação existentes e seus significados.

Figura 5 – Placas de regulamentação



Fonte: <https://www.cursosdetransito.com.br/blog>

2.6.3 Sinalização horizontal

"A sinalização horizontal tem a finalidade de transmitir e orientar os usuários sobre as condições de utilização adequada da via, compreendendo as proibições, restrições e informações que lhes permitam adotar comportamento adequado, de forma a aumentar a segurança e ordenar os fluxos de tráfego". (Resolução nº 236/07 do Contran).

MORAES (2002) afirma que a sinalização horizontal tem a intensão de comunicar as mensagens aos usuários sem desviar-lhes a atenção da pista. Ele salienta que ela deve receber atenção especial no que diz respeito à manutenção em função dos sinais estarem sujeitos ao tráfego intenso, ações das intempéries e sujeiras, procurando sempre deixá-los visíveis à quem está dirigindo.

A sinalização horizontal pode ser classificada da seguinte maneira:

Marcas longitudinais – separam e ordenam as correntes de tráfego definindo a parte da pista destinada ao rolamento, à divisão de fluxos opostos, às faixas de uso exclusivo de um tipo de veículo, às reversíveis, assim como estabelecer as regras de ultrapassagem, conforme descrito a seguir:

Linhas de divisão de fluxos opostos (AMARELA)

Simples Contínua:



Não permite ultrapassagem e deslocamentos laterais

Simples Seccionada:



Permite ultrapassagem e deslocamentos laterais

Dupla Contínua:



Não permite ultrapassagem e deslocamentos laterais

Contínua/Seccionada:



Permite a ultrapassagem para um único sentido

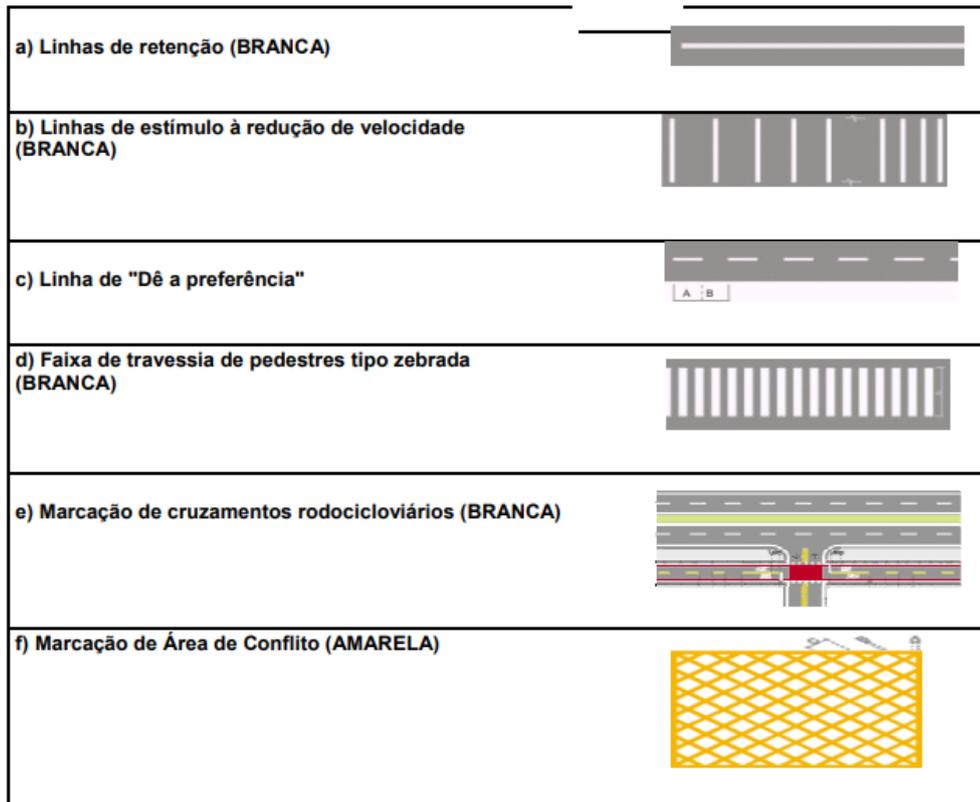
Dupla Seccionada:



Permite ultrapassagem

Marcas transversais – ordenam os deslocamentos frontais dos veículos e os ajustam com os deslocamentos dos demais veículos e dos pedestres, ou seja, orienta o condutor sobre a necessidade de reduzir a velocidade e indica a posição de parada, de modo a garantir a própria segurança e dos demais usuários da via. A figura 6 indica alguns exemplos de marcas transversais:

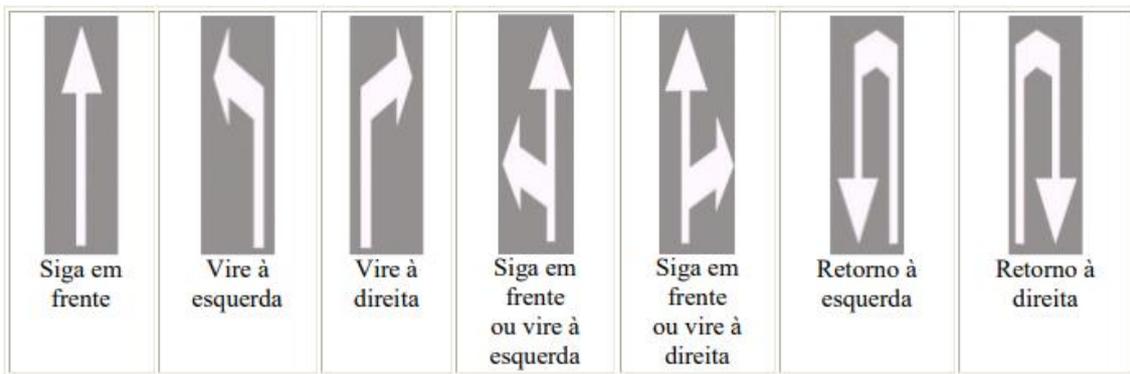
Figura 6 – Marcas transversais de sinalização horizontal



Fonte: <http://www.perkons.com.br/educacao/index.php>

Inscrições no pavimento – aumentam a percepção do motorista em relação às condições de operação da via, tornando possível uma tomada de decisão adequada, no tempo apropriado, para situações que se apresentam, conforme ilustração da Figura 7:

Figura 7 – Inscrições no pavimento de sinalização horizontal



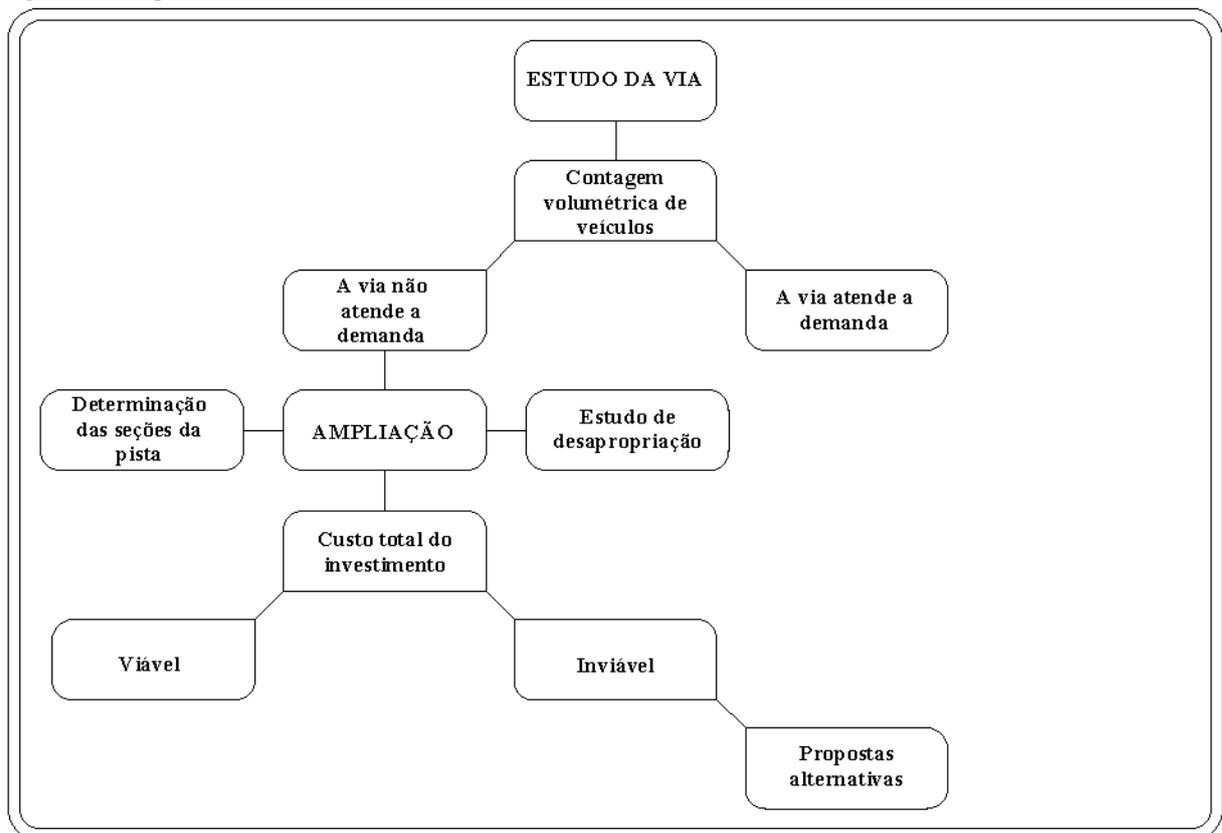
Fonte: <http://www.perkons.com.br/educacao/index.php>

3 METODOLOGIA

A metodologia de estudo adotada para verificar se as condições atuais do trecho em estudo atendem ou não os parâmetros normativos, tiveram origem na realização da contagem volumétrica de veículos, que tem a função de apontar se a via tem a capacidade de oferecer uma fluidez no tráfego ou não, gerando engarrafamentos e desconforto.

Caso a via não atenda a demanda de tráfego, será necessária a sua ampliação, que por sua vez gerará o estudo de desapropriação. Deste modo, o estudo do volume de tráfego estabelece o perfil longitudinal do pavimento, ou seja, qual será a largura necessária da pista e o perfil transversal, que são as camadas do pavimento. Assim, tendo determinado todas as características da pista, será feita a verificação de viabilidade de execução do empreendimento e, caso sua implantação seja considerada inviável, será verificada a possibilidade de atingir o mesmo objetivo por meio da adoção de propostas alternativas. A Figura 8 é um fluxograma que representa as etapas do estudo:

Figura 8 – Etapas do estudo



Fonte: O autor

3.1 Contagem volumétrica

Com base no Manual de Estudos de tráfego (DNIT, 2006), na contagem volumétrica adotada foi registrado o número de veículos que circulam por uma intersecção de via, sendo considerado o sentido do fluxo e com o agrupamento por classe de veículo, por carga exercida e número de eixos. A contagem estabelecida foi do tipo manual, sendo que foi realizada de segunda a sexta-feira, do dia 11 ao dia 15 de maio.

Após a identificação dos horários mais carregados de fluxo, a contagem foi realizada em dois turnos, primeiramente de 7h às 9h da manhã e o segundo turno de 16h às 18h da tarde. Foi utilizada a ficha de contagem volumétrica do Anexo A para a realização da contagem.

3.2 Dimensionamento do pavimento

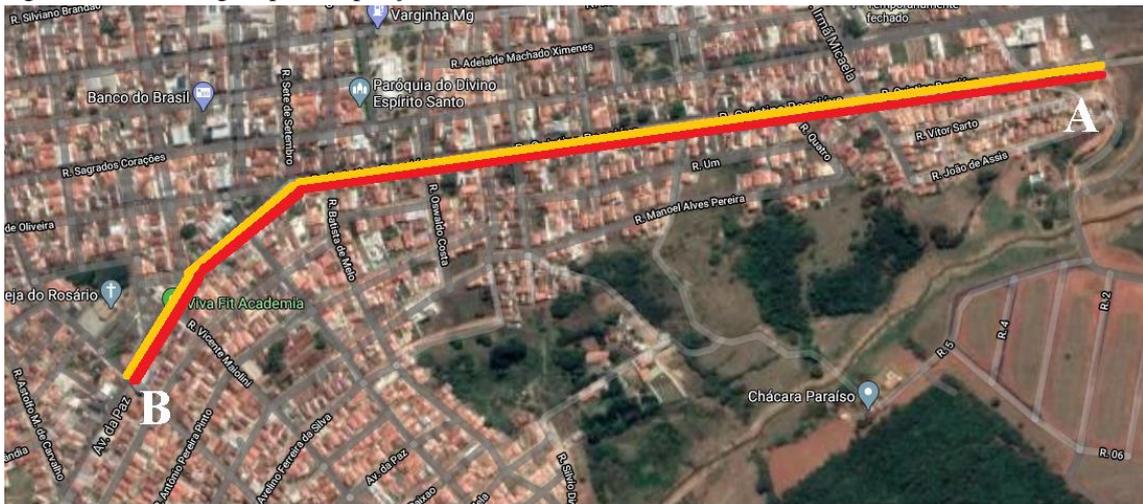
Como visto no referencial teórico, a largura mínima adotada para a faixa de trânsito é estabelecida em função das classes de projeto, que leva em consideração o volume médio diário de trânsito determinado pela contagem de veículos.

Já para a determinação da seção transversal do pavimento, foi utilizado o dimensionamento do pavimento flexível para o local em estudo a partir dos dados de contagem de tráfego realizado. Como visto anteriormente, o método da Prefeitura Municipal de São Paulo – PMSP foi usado para obtenção das espessuras das camadas a serem utilizados.

3.3 Estimativa de custo de desapropriação

Para a ampliação da via, conseqüentemente, é prevista a desapropriação das propriedades. A área definida para essa finalidade foi a margem esquerda do trecho que sofre com as situações de congestionamento, considerando um sentido de A para B, conforme a Figura 9. Na mesma é possível identificar a posição das propriedades atingidas, que é representada pela linha vermelha, sendo que a rua é representada pela linha amarela. Para melhor visualização da área desapropriada, consultar o Anexo B.

Figura 9 – Área atingida pela ampliação do trecho



Fonte: Google Maps (Adaptado)

Deste modo foram determinadas o número total de propriedades atingidas e que devem ser indenizadas, sendo que a sua classificação foi de acordo com o método do custo unitário básico – CUB, assim para se ter uma estimativa básica do custo total de desapropriação foi considerado em qual projeto-padrão se encaixa cada propriedade.

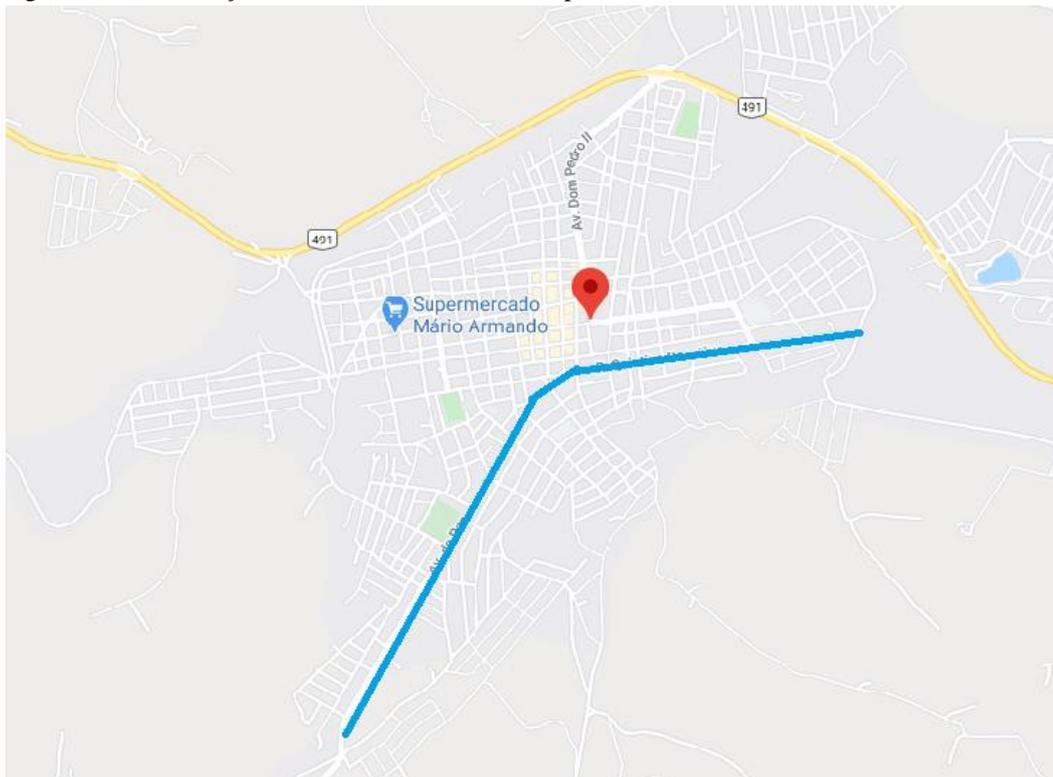
4 DIAGNÓSTICO

A qualidade das vias é fundamental para o desenvolvimento de uma cidade, buscando oferecer comodidade à população e, do mesmo modo, níveis satisfatórios de segurança, velocidade e economia no transporte, sendo esses exemplos de funções de uma obra viária bem estruturada. Neste tópico serão apresentadas as características geométricas do trecho alvo do estudo que compreende a Avenida da Paz e a Rua Quintino Bocaiuva, na cidade de Elói Mendes/ MG, sua importância e patologias.

4.1 Localização

A via em estudo se localiza no Município de Elói Mendes/ MG, cidade que pertence à região do sul de Minas. Conforme a Figura 10, é representada a localização do trecho na cidade, que é representado pela linha azul:

Figura 10 – Localização da via em estudo no município



Fonte: Google Maps (Adaptado)

4.2 Características do trecho

Nas condições de desenvolvimento, a via em questão possui grande influência no tráfego da cidade, sendo necessária para as diversas atividades no município, levando em consideração que a agricultura da região que é grande produtora de café e que se fazem presentes indústrias e comércio no local. Assim sendo, o seu mau planejamento leva o fluxo do trânsito da Avenida da Paz para a Rua Quintino Bocaiuva. Como a avenida, naturalmente, é mais larga que a rua e, sendo que ambas são interligadas, foi identificada uma situação de estreitamento que gera lentidão e insuficiência na circulação dos veículos que por ali trafegam devido à tal inconformidade geométrica entre esses dois elementos. Na Figura 11 é possível identificar a avenida e a rua:



Fonte: Google Maps (Adaptado)

Nas Figuras 12 e 13, fica destacado a diferença entre as larguras da avenida e da rua, sendo medido em pesquisas de campo que a Avenida da Paz possui as dimensões de 12 metros de largura, sendo 4 metros de acostamento mais 8 metros de faixa de rodagem em toda a sua extensão e a Rua Quintino Bocaiuva possui 6 metros de faixa de rodagem, não apresentando acostamento nos pontos mais críticos.

Figura 12 – Avenida



Fonte: O autor

Figura 13 - Rua



Fonte: O autor

A deficiência deste importante elemento para a cidade de Elói Mendes acentua os índices de precariedade na cidade, comprometendo a circulação de veículos e mercadorias. Como pode ser observado na Figura 14, o fornecedor descarregando mercadorias pode gerar o bloqueio do trânsito:

Figura 14 – Caminhão gera engarrafamento



Fonte: O autor

Como sendo uma das suas principais vias de acesso do município, a demanda de veículos na mesma é acentuada, porém mediante ao seu mau dimensionamento e, mesmo assim, mantendo o fluxo de veículos nas duas direções, ficam propícias ocasiões de congestionamento, devido a tais distúrbios na sua articulação. Como pode ser observado na Figura 15, em alguns trechos mais críticos, onde não há sequer acostamento, até mesmo uma motocicleta estacionada pode bloquear todo o escoamento do trânsito:

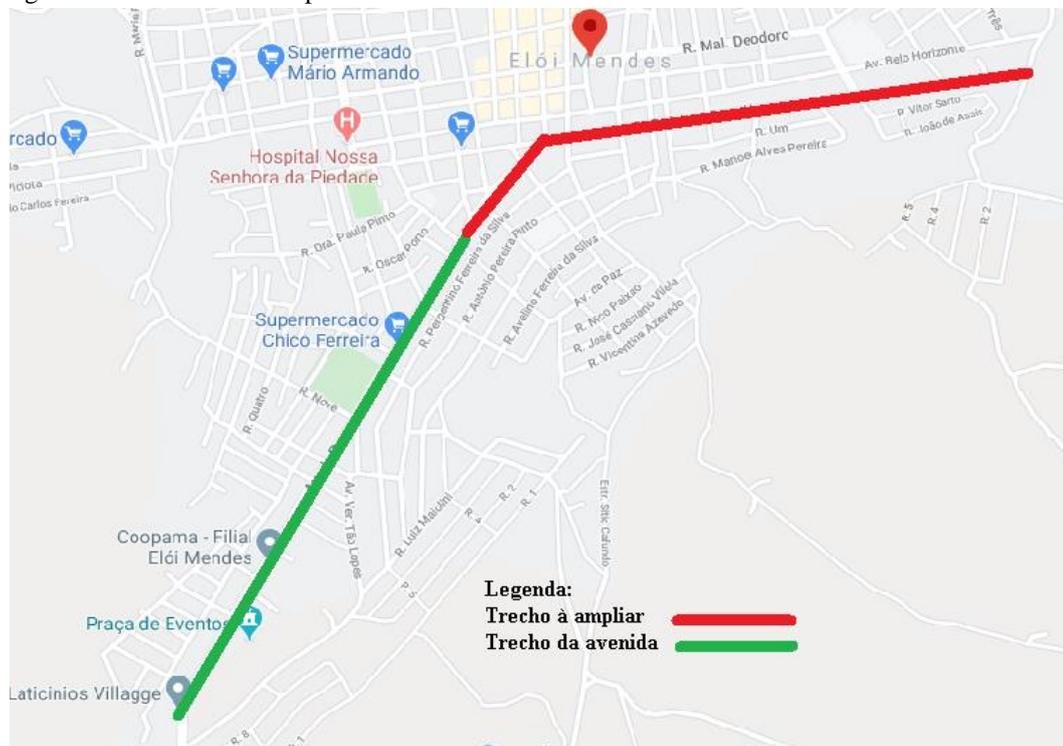
Figura 15 – Bloqueio do trânsito



Fonte: O autor

Assim sendo, para estudar este problema será feito a análise de capacidade do trecho da rua, representada em vermelho conforme a Figura 16, que possui uma extensão de 1,43 quilômetros, buscando ampliar e adequar-se à geometria/ demanda da avenida, tendo como benefício um alívio no fluxo de trânsito.

Figura 16 – Trecho a ser ampliado



Fonte: Google Maps (Adaptado)

5 RESULTADOS

5.1 Volume de tráfego

A partir dos dados das contagens volumétricas foram obtidos os fluxos médios de tráfego nos horários de pico, por tipo de veículo conforme apresentado no Quadro 14. Os veículos estão divididos em leves e pesados, que é a classificação necessária para o cálculo determinação do tipo de tráfego.

O volume médio diário é de 11428 veículos, sendo obtido pela média de VMD dos 5 dias de estudo, que por sua vez foi extrapolado nas 24h do dia, considerando a média constatada no período de contagem para cada dia.

Quadro 14 – Contagem volumétrica de veículos

Contagem de veículos									
Dia	Período	Sentido	Veículo		Total	Total no período	Média	VMDd	VMD (5 dias)
			Leve	Pesado					
11/mai	7 as 8h	A para B	158	7	165	323	459	11010	
		B para A	149	9	158				
	8 as 9h	A para B	169	10	179	356			
		B para A	163	14	177				
	16 as 17h	A para B	259	12	271	527			
		B para A	244	12	256				
	17 as 18h	A para B	294	16	310	629			
		B para A	301	18	319				
12/mai	7 as 8h	A para B	150	7	157	316	475	11388	
		B para A	151	8	159				
	8 as 9h	A para B	166	14	180	357			
		B para A	159	18	177				
	16 as 17h	A para B	278	16	294	573			
		B para A	260	19	279				
	17 as 18h	A para B	299	14	313	652			
		B para A	318	21	339				
13/mai	7 as 8h	A para B	140	10	150	324	481	11550	11428
		B para A	160	14	174				
	8 as 9h	A para B	177	13	190	378			
		B para A	171	17	188				
	16 as 17h	A para B	266	20	286	548			
		B para A	244	18	262				
	17 as 18h	A para B	327	23	350	675			
		B para A	309	16	325				
14/mai	7 as 8h	A para B	155	8	163	321	489	11736	
		B para A	148	10	158				
	8 as 9h	A para B	172	11	183	352			
		B para A	157	12	169				
	16 as 17h	A para B	291	15	306	608			
		B para A	282	20	302				
	17 as 18h	A para B	317	16	333	675			
		B para A	322	20	342				
15/mai	7 as 8h	A para B	155	10	165	332	477	11454	
		B para A	160	7	167				
	8 as 9h	A para B	181	14	195	383			
		B para A	177	11	188				
	16 as 17h	A para B	249	11	260	545			
		B para A	267	18	285				
	17 as 18h	A para B	290	16	306	649			
		B para A	323	20	343				

Fonte: O autor.

Como as contagens foram realizadas nos horários de pico, onde o fluxo dos veículos é superior ao tráfego nas demais horas do dia, para fim de estudos de projeto, com a intenção de evitar o superdimensionamento da estrutura do pavimento, foi adotado apenas 50 % do Volume médio obtido que é de 11428 veículos, resultando em 5714 veículos que estão trafegando na via em um único dia, considerando ambos os sentidos.

5.2 Determinação da seção longitudinal

De acordo com o Quadro 15, levando em conta o volume de veículos bidirecionais, a via se enquadra na Classe de Projeto I B com pista simples, já que possui volume médio diário maior 1.400 veículos por dia.

Para a determinação da largura da via de acordo com o Volume de Tráfego que foi igual a 5714, sendo um dado minorado em 50%, mesmo assim a quantidade de Veículos por dia (vpd) foi maior que 1400 veículos, o que em hipótese resultaria na mesma largura que se não houvesse tal minoração. Assim é necessário ter em mente que tal adoção foi adotada principalmente para a determinação da seção transversal.

Quadro 15 – Classes de projeto para novos traçados de rodovias

CLASSES DE PROJETO	CARACTERÍSTICAS	CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA ⁽¹⁾	VELOCIDADE DE PROJETO (km/h)		
			Plano	Ondulado	Montanhoso
0	Via Expressa (Controle Total de Acessos)	Decisão Administrativa.	120	100	80
I	A Pista Dupla (Controle Parcial de Acessos)	O projeto em pista simples resultaria em Níveis de Serviço inferiores ao aceitável ⁽²⁾ .	100	80	60
	B Pista Simples	Volume de Tráfego projetado: > 200 vph ou > 1.400 vpd.			
II	Pista Simples	Volume de Tráfego projetado: 700 vpd a 1.400 vpd.	100	70	50
III	Pista Simples	Volume de Tráfego projetado: 300 vpd a 700 vpd.	80	60	40
IV	A Pista Simples	Tráfego na data de abertura: 50 vpd a 200 vpd.	60	40	30
	B Pista Simples	Tráfego na data de abertura: < 50 vpd.			

OBSERVAÇÕES: ⁽¹⁾ Os Volumes de Tráfego indicados são bidirecionais e referem-se a veículos mistos; os volumes projetados são os previstos para o fim dos dez primeiros anos de operação da via.

⁽²⁾ Conceito e critérios para o Nível de Serviço: vide o "Highway capacity manual" (TRB, 1994).

Fonte: LEE (2017) (Adaptado)

Deste modo, como previsto, as condições atuais do trecho em estudo não atendem à demanda de tráfego, pois de acordo com a Quadro 16 e a classe da via obtida, as larguras para faixa de trânsito e de acostamento devem ser respectivamente 3,60 e 2,50 metros, totalizando 12,2 metros seção longitudinal. Esta largura é exatamente a largura atual da Avenida da Paz

que gerará continuidade com fluidez entre ela e a Rua Quintino Bocaiuva que é o trecho a ser ampliado.

Quadro 16 – Características técnicas: projeto de rodovias novas (classes 0, I e II)

DESCRIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	Unidade	CLASSE 0			CLASSE I			CLASSE II		
		Plano	Ondul.	Mont.	Plano	Ondul.	Mont.	Plano	Ondul.	Mont.
Velocidade diretriz mínima	km/h	120	100	80	100	80	60	100	70	50
Distância de visibilid. de parada: - mínimo desejável - mínimo absoluto	m m	310 205	210 155	140 110	210 155	140 110	85 75	210 155	110 90	65 60
Distância mínima de visibilidade de ultrapassagem	m	-	-	-	680 ^(B)	560 ^(B)	420 ^(B)	680	490	350
Raio mínimo de curva horizontal (p/superelev. max.)	m	540	345	210	345	210	115 ⁽¹⁾	375	170	80
Taxa de superelevação máxima	%	10	10	10	10	10	10 ⁽²⁾	8	8	8
Rampa máxima	%	3	4	5	3	4,5	6	3	5	7
Valor K para curvas convexas: - mínimo desejável - mínimo absoluto	m/% m/%	233 102	107 58	48 29	107 58	48 29	18 14	107 58	29 20	10 9
Valor K para curvas côncavas: - mínimo desejável - mínimo absoluto	m/% m/%	80 50	52 36	32 24	52 36	32 24	17 15	52 36	24 19	12 11
Largura da faixa de trânsito	m	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,50	3,30
Largura do acostamento externo: - mínimo desejável - mínimo absoluto	m m	- 3,50	- 3,00 ⁽³⁾	- 3,00 ⁽³⁾	- 3,00 ⁽³⁾	- 2,50	- 2,50	- 2,50	- 2,50	- 2,00
Largura do acostamento interno: - pistas de 2 faixas - pistas de 3 faixas - pistas de 4 faixas	m m m	0,60-1,20 2,50-3,00 3,00	0,60-1,00 2,00-2,50 2,50-3,00	0,50-0,60 2,00-2,50 2,50-3,00	Somente para a classe IA. Aplicam-se os mesmos valores indicados para a classe 0					
Gabarito vertical (altura livre): - mínimo desejável - mínimo absoluto	m m	- 5,50	- 5,50	- 5,50	- 5,50	- 5,50	- 5,50	5,50 4,50	5,50 4,50	5,50 4,50
Afast. mín. da borda do acost.: - obstáculos contínuos - obstáculos isolados	m m	0,50 1,50	0,50 1,50	0,50 1,50	0,50 1,50	0,50 1,50	0,50 1,50	0,50 1,50	0,50 1,50	0,50 1,50
Largura do canteiro central: - largura desejável - valor normal - mínimo absoluto	m m m	10 – 18 6 – 7 3 – 7	10 – 18 6 – 7 3 – 7	10 – 18 6 – 7 3 – 7	10 – 12 ≥ 6 3 – 7	10 – 12 ≥ 6 3 – 7	10 – 12 ≥ 6 3 – 7	- - -	- - -	- - -

Fonte: LEE (2017) (Adaptado)

5.3 Determinação da seção transversal

Para determinar a seção transversal é necessário saber qual é a classificação da via. A classificação da via é feita de acordo com a faixa mais carregada, considerando os volumes de veículos separados em leves e pesados. Deste modo é necessário determinar qual dos sentidos é o mais carregado, ou seja, qual apresenta o maior número de veículos de acordo com os dados da contagem volumétrica.

Os Quadros 17 e 18 apresentam respectivamente a média de veículos leves e pesados contabilizados:

Quadro 17 - Volume médio diário de veículos leves

DETERMINAÇÃO DO VOLUME DE TRÁFEGO LEVE			
Dia	Sentido da faixa	Média de veic. leves no período de contagem	VMDd
11/mai	A para B	220	5280
	B para A	214	5142
12/mai	A para B	223	5358
	B para A	222	5328
13/mai	A para B	228	5460
	B para A	221	5304
14/mai	A para B	234	5610
	B para A	227	5454
15/mai	A para B	219	5250
	B para A	232	5562
VMD (5 dias)	A para B	5392	
	B para A	5358	

Fonte: O autor

Quadro 18 - Volume médio diário de veículos pesados

DETERMINAÇÃO DO VOLUME DE TRÁFEGO PESADO			
Dia	Sentido da faixa	Média de veic. pesados no período de contagem	VMDd
11/mai	A para B	11	270
	B para A	13	318
12/mai	A para B	13	306
	B para A	17	396
13/mai	A para B	17	396
	B para A	16	390
14/mai	A para B	13	300
	B para A	16	372
15/mai	A para B	13	306
	B para A	14	336
VMD (5 dias)	A para B	316	
	B para A	362	

Fonte: O autor

Conforme os quadros acima, foi aplicado então o fator de redução de 50 % para evitar um superdimensionamento, conforme mencionado, resultando então nos dados do Quadro 19:

Quadro 19 – Determinação do tráfego de veículos

APLICAÇÃO DO FATOR DE REDUÇÃO			
Tipo de veículo	Sentido do tráfego	VMD	Aplicação da redução
Leve	A para B	5392	2696
	B para A	5358	2679
Pesado	A para B	316	158
	B para A	362	181

Fonte: O autor

Deste modo, a faixa mais carregada é no sentido de B para A, pois mesmo com o tráfego leve sendo levemente superior na faixa de A para B, as maiores solicitações ocorrem em relação ao tráfego pesado, sendo 181 veículos.

Por fim, considerando o volume de 2679 veículos leves e 181 veículos pesados, de acordo com o Quadro 20, a classificação da via é de tráfego meio pesado, pois está entre um intervalo de 1501 a 5000 veículos leves e 101 a 300 veículos pesados.

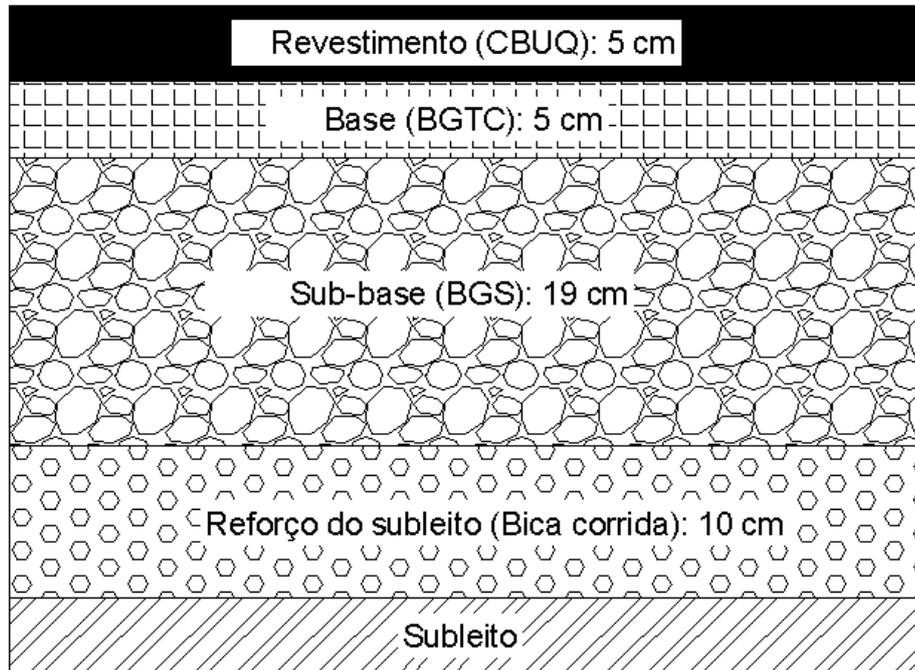
Quadro 20 - Classificação das vias e parâmetros de tráfego

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto	Volume inicial faixa mais carregada		Equivalente / Veículo	N	N característico
			Veículo Leve	Caminhão/ Ônibus			
Via local	LEVE	10	100 a 400	4 a 20	1,50	2,70 x 10 ⁴ a 1,40 x 10 ⁵	10 ⁵
Via Local e Coletora	MÉDIO	10	401 a 1500	21 a 100	1,50	1,40x 10 ⁵ a 6,80x 10 ⁵	5 x 10 ⁵
Vias Coletoras e Estruturais	MEIO PESADO	10	1501 a 5000	101 a 300	2,30	1,4 x 10 ⁶ a 3,1 x 10 ⁶	2 x 10 ⁶
	PESADO	12	5001 a 10000	301 a 1000	5,90	1,0 x 10 ⁷ a 3,3 x 10 ⁷	2 x 10 ⁷
	MUITO PESADO	12	> 10000	1001 a 2000	5,90	3,3 x 10 ⁷ a 6,7 x 10 ⁷	5 x 10 ⁷

Fonte: PMSP, IP – 02/2004 (Adaptado)

Assim sendo, o dimensionamento das camadas do pavimento teve como base as espessuras para o tráfego meio-pesado, tendo em mente que os materiais utilizados sofreram alterações mediante à disponibilidade na região. A figura 17 ilustra a seção-tipo do pavimento:

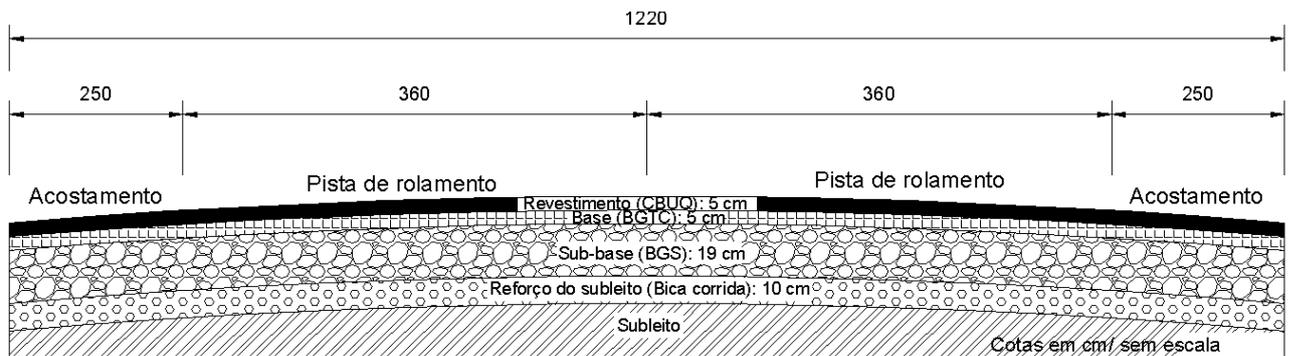
Figura 17 – Espessuras da Seção-Tipo



Fonte: O autor

Desta maneira, sendo determinados tais parâmetros, a seção transversal da pista fica determinada de acordo com a Figura 18:

Figura 18 – Seção transversal do pavimento



Fonte: O autor

5.4 Custo do pavimento

Tendo como referência o quadro de preços disponibilizado pelo Departamento de Edificações e Estradas de Rodagem de Minas Gerais (DER-MG, 2020), foi determinada a especificação dos materiais e serviços, bem como o custo total do pavimento como pode ser observado no Apêndice A.

Sendo que o comprimento do pavimento é 1430 metros e a largura é de 12,2 metros, foi determinado o volume de material necessário para cada camada do pavimento flexível, bem como os demais serviços para a execução do investimento.

Após isso foi estabelecido o custo do transporte dos materiais, com os agregados obtidos na Pedreira Santo Antônio e o concreto betuminoso na empresa Pavican, ambas empresas residentes na cidade de Varginha/ MG.

O custo total de acordo com a planilha de orçamentos foi uma quantia de R\$ 1.013.693,55 (Um milhão, treze mil, seiscentos e noventa e três mil e cinquenta e cinco centavos).

5.5 Desapropriação

Como dito previamente o CUB é o valor calculado e publicado todos os meses pelo Sinduscon, que serve como uma estimativa básica de preços de imóveis para cada região do país. Assim sendo, foi determinado o CUB considerando os valores para o estado de Minas Gerais, para os padrões construtivos para cada propriedade, de acordo com o mês mais recente e em reais por metro quadrado. Os valores publicados podem ser verificados de acordo com o Anexo C.

Para o estudo de desapropriação foi feito o levantamento e concluiu-se que para a ampliação da pista é previsto um total de 88 imóveis desapropriados, ao longo de sua extensão, totalizando 11 quadras.

Assim, multiplicando-se o custo unitário básico pela metragem de cada construção, obteve-se o valor total estimado para cada propriedade, como representado no Apêndice B, totalizando um valor total em indenizações de R\$ 36.878.170,19 (Trinta e seis milhões, oitocentos e setenta e oito mil, cento e setenta reais e dezenove centavos).

5.6 Considerações e revisão de planos

Vale salientar que é evidente a complexidade do processo de desapropriação, tendo em mente o grande número de imóveis que serão atingidos e partindo para as questões jurídicas que poderiam gerar atrasos e turbulências, ou até mesmo o prejuízo da não aprovação do projeto e, se aprovado, podendo resultar em uma obra atrasada ou paralisada, prejudicando duplamente a população, sem trazer o retorno esperado.

Como visto, levando em consideração o custo total necessário para implantação do novo pavimento, o estudo de ampliação da Rua Quintino Bocaiuva terá que ser revisto. A proposta

prevê um custo alto para ser realizada, resultando em um total de cerca de R\$ 37 milhões, sendo que aproximadamente 36 milhões são provenientes do processo de desapropriação, o que em hipótese inviabilizaria o projeto técnica e economicamente.

Por isso foram apresentadas duas propostas alternativas, com o objetivo de gerar um menor impacto para o município e um baixo custo. A primeira alternativa para resolver o problema de congestionamento é a proibição de estacionamento dos veículos no trecho. Já a segunda busca uma revisão no trânsito do local, sendo realizado um conjunto de ações com sugestões de melhorias.

5.7 Proposta alternativa 1 - Remoção de estacionamentos

A via é localizada na região central da cidade onde há maior demanda por estacionamento em razão da grande concentração de estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços sem estacionamento próprio.

Com o crescimento da cidade e com o aumento de pessoas que possuem automóveis individuais, é gerado um grande conflito na hora de estacionar esses veículos no espaço urbano.

Levando em conta o mal planejamento na concepção da via, ficam propícias as situações de ineficiência do tráfego que por nela percorre, principalmente em relação aos automóveis que estão estacionados. No local os veículos estão em competição contínua a fim de satisfazer suas necessidades, promovendo o conflito entre aqueles que buscam circular e os que buscam estacionar.

Deste modo, buscando eliminar tal situação indesejável, uma alternativa seria impedir o estacionamento dos veículos no trecho, fazendo com que as pessoas procurem estacionar em outros pontos como nas ruas próximas.

Todavia a desvantagem disto poderia ser justamente o comprometimento das vias vizinhas com a nova demanda por estacionamentos que foram removidos da rua principal e, como a região possui grande concentração de atividades comerciais, tal decisão poderia gerar um impacto no comércio devido à redução de locais para estacionar.

5.8 Proposta alternativa 2 – Revisão no trânsito

- Mudança de sentido de circulação da via

Como alternativa de mudança de sentido de circulação buscou-se, com cautela, a alteração na via em estudo sem prejudicar as demais vias e jogar o problema para frente. Priorizou-se desviar o trânsito para aquelas vias adjacentes que apresentam mão única e que

possam receber a nova demanda. Deste modo, a seguir são descritas as alterações realizadas, tendo em mente que a Rua Quintino Bocaiuva foi dividida em dois subtrechos para melhor compreensão. Tais alterações no sentido do tráfego podem ser conferidas no Anteprojeto disponibilizado de acordo com Apêndice C.

- O sentido do tráfego no **Subtrecho I** foi alterado de mão dupla para mão única, sendo que o sentido oposto foi desviado para a Rua Doutor Pinto de Oliveira, que por sua vez vira na Rua Cel. Brasilino e finalmente retorna à Avenida da Paz;
- O sentido do tráfego no **Subtrecho II** foi alterado de mão dupla para única, e o seu sentido oposto foi alterado para a Rua Cel. Antônio Pedro Mendes que, por sua vez, segue em direção à Avenida Belo Horizonte.
- Da mesma maneira, as ruas que cruzam com a Rua Quintino Bocaiuva conseqüentemente foram adaptadas aos novos sentidos de tráfego.

Como ambas as ruas as quais receberam a nova demanda são vias de mão única, foi possível aliviar o trânsito no local desejado e conseqüentemente o descongestionamento do trecho.

- Alteração de sinalização vertical de horizontal

Com o objetivo orientar o condutor do automóvel a ter mais segurança, e para informar sobre os novos sentidos do trânsito que o mesmo deve obedecer, foi feito o anteprojeto que contempla as mudanças feitas, alterações tanto na sinalização vertical quanto horizontal (Apêndice D).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo verificar se o trecho de via Avenida da Paz/ Rua Quintino Bocaiuva na cidade de Elói Mendes/MG tem capacidade para suportar o tráfego a ela imposto, visto os frequentes engarrafamentos no trecho.

Deste modo, de acordo com os estudos realizados conclui-se que a largura atual da via não atende aos parâmetros normativos. Assim foram levantados os parâmetros necessários para que a proposta inicial, que era a ampliação da via, fosse levada adiante, o que resultaria no dimensionamento das seções do pavimento, bem como o estudo de desapropriação dos imóveis atingidos no processo.

Assim sendo, mediante à análise de viabilidade e custo de implantação do empreendimento, o objetivo inicial se deparou com uma grande barreira, a alta complexidade, tanto técnica quanto econômica para a realização da desapropriação dos imóveis. O custo total em indenizações chegou a ser cerca de 36 vezes o custo que seria investido nos materiais para a construção do novo pavimento, o que tornou a proposta inicial inviavelmente executável.

Deparando-se com tal situação, foi necessária a busca de propostas mais simples, que buscassem solucionar ou diminuir o congestionamento no local, e que pudessem ser executadas sem grandes atribulações.

A primeira proposta alternativa foi a impedir o estacionamento dos veículos no trecho, fazendo com que as pessoas procurem estacionar em outros pontos como nas ruas próximas. Contudo esta opção poderia atrapalhar funcionamento do comércio local e de prestação de serviços, visto que os motoristas teriam que estacionar em locais mais distantes daquele mesmo local que era frequentado antes. Outra desvantagem seriam os imprevistos que a nova demanda por estacionamentos poderia gerar nas proximidades.

Então foi feita a segunda proposta alternativa que procura revisar o trânsito, buscando-se alterar o tráfego para as vias adjacentes que apresentam capacidade de receber a nova demanda. Por fim foram elaborados todos os procedimentos necessários e verificou-se que tal proposta foi a que mais se adequou no sentido de satisfazer as necessidades do trânsito e combate ao congestionamento do trecho da Avenida da Paz e Rua Quintino Bocaiuva no município de Elói mendes – MG.

REFERÊNCIAS

- BAERWALD, J. E. (Ed.). **Manual de engenharia de transporte e tráfego**. USA: The Institute of Traffic Engineers, 1976. ISBN: 0-13-930578-5.
- BALBO, J. T. **Pavimentação Asfáltica: materiais, projetos e restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- BERNUCCI, Liedi Bariani et all. **Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: Petrobras: Abeda, 2006.
- CRETELLA JÚNIOR, José. **Comentários à Lei da desapropriação: constituição de 1988 e leis ordinárias**. 4. Ed. Rio de Janeiro: Forense, 1998.
- DER/ MG – Departamento de Edificações e Estradas de Rodagem do Estado de Minas Gerais. **Tabela Referencial de Preços**. Disponível em: <<http://www.deer.mg.gov.br/obras/tabela-referencial-de-precos>>. Acesso em: 14/ 09/ 20
- DI PIETRO, Maria Sylvia Zanella. **Direito Administrativo**. 23^a ed. São Paulo: Atlas, 2010. Disponível em:<<https://ambitojuridico.com.br/cadernos/direito-administrativo/o-instituto-da-desapropriacao-e-seus-aspectos-gerais/>>. Acesso em: 06/ 04/ 20.
- DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Diretrizes básicas para desapropriação**. IPR 746. Rio de Janeiro, 2011.
- DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de estudos de tráfego**. 1º ed. Rio de Janeiro, 2006.
- FERRAZ, A.C.P.; FORTES, F.Q.; SIMÕES, F.A. (1999). **Engenharia de Tráfego Urbano – fundamentos práticos**. EESC – USP, São Carlos, edição preliminar.
- GOOGLE. Google Earth Pro. Elói Mendes – MG. Disponível em: <www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>.
- LEE, Shu Han. **Introdução ao Projeto Geométrico de Rodovias**. Florianópolis: 4. ed. UFSC, 2017.
- MORAES, R. D. (2002). **Estudo de impacto visual de alguns sinais horizontais de trânsito – avaliação utilizando métodos psicofísicos**. 122p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

PMSP – PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **IP - 02/2004 Classificação das vias.** Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/obras/normas_tecnicas/index.php?p=31336>. Acesso em: 15/ 04/ 20.

PMSP – PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **IP - 04/2004 Dimensionamento de pavimentos flexíveis para tráfego leve e médio .** Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/obras/normas_tecnicas/index.php?p=31336>. Acesso em: 18/ 04/ 20.

PMSP – PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **IP - 05/2004 Dimensionamento de pavimentos flexíveis tráfego meio pesado, pesado, muito pesado e faixa exclusiva de ônibus.** Disponível em:

<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/obras/normas_tecnicas/index.php?p=31336>. Acesso em: 18/ 04/ 20.

SENÇO, Wlastermiler de. **Manual de técnicas de pavimentação.** São Paulo: Pini, 1997.

SENÇO, Wlastermiler de. **Manual de Técnicas de Pavimentação.** vol. 1. 2. ed. São Paulo: Pini, 2001.

SENÇO, Wlastermiler de. **Manual de Técnicas de Pavimentação.** vol. 1. ed. São Paulo: Pini, 2008.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Custo Unitário Básico (CUB/m²): principais aspectos.** Belo Horizonte: SINDUSCON-MG, 2007.

ANEXO B – Áreas atingidas pela desapropriação de imóveis

Figura 19 – Propriedades atingidas na Quadra 1



Fonte: Google Earth Pro (Adaptado)

Figura 20 – Propriedades atingidas na Quadra 2



Fonte: Google Earth Pro (Adaptado)

Figura 21 – Propriedades atingidas na Quadra 3



Fonte: Google Earth Pro (Adaptado)

Figura 22 – Propriedades atingidas na Quadra 4



Fonte: Google Earth Pro (Adaptado)

Figura 23 – Propriedades atingidas na Quadra 5



Fonte: Google Earth Pro (Adaptado)

Figura 24 – Propriedades atingidas na Quadra 6



Fonte: Google Earth Pro (Adaptado)

Figura 25 – Propriedades atingidas na Quadra 7



Fonte: Google Earth Pro (Adaptado)

Figura 26 – Propriedades atingidas na Quadra 8



Fonte: Google Earth Pro (Adaptado)

Figura 27 – Propriedades atingidas na Quadra 9



Fonte: Google Earth Pro (Adaptado)

Figura 28 – Propriedades atingidas na Quadra 10



Fonte: Google Earth Pro (Adaptado)

Figura 29 – Propriedades atingidas na Quadra 11



Fonte: Google Earth Pro (Adaptado)

ANEXO C - CUSTOS UNITÁRIOS BÁSICOS DE CONSTRUÇÃO

<h1 style="margin: 0;">CUB/m²</h1>	Custos Unitários Básicos de Construção	 Sinduscon-MG <small>ORGANIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO</small>
---	---	---

(NBR 12.721:2006 - CUB 2006) - Maio/2020

Os valores abaixo referem-se aos Custos Unitários Básicos de Construção (CUB/m²), calculados de acordo com a Lei Fed. nº. 4.591, de 16/12/64 e com a Norma Técnica NBR 12.721:2006 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e são correspondentes ao mês de **Maio/2020**. "Estes custos unitários foram calculados conforme disposto na ABNT NBR 12.721:2006, com base em novos projetos, novos memoriais descritivos e novos critérios de orçamentação e, portanto, constituem nova série histórica de custos unitários, não comparáveis com a anterior, com a designação de CUB/2006".

"Na formação destes custos unitários básicos não foram considerados os seguintes itens, que devem ser levados em conta na determinação dos preços por metro quadrado de construção, de acordo com o estabelecido no projeto e especificações correspondentes a cada caso particular: fundações, submuros, paredes-diafragma, tirantes, rebaixamento de lençol freático; elevador(es); equipamentos e instalações, tais como: fogões, aquecedores, bombas de recalque, incineração, ar-condicionado, calefação, ventilação e exaustão, outros; playground (quando não classificado como área construída); obras e serviços complementares; urbanização, recreação (piscinas, campos de esporte), ajardinamento, instalação e regulamentação do condomínio; e outros serviços (que devem ser discriminados no Anexo A - quadro III); impostos, taxas e emolumentos cartoriais, projetos: projetos arquitetônicos, projeto estrutural, projeto de instalação, projetos especiais; remuneração do construtor; remuneração do incorporador."

VALORES EM R\$/m²

PROJETOS - PADRÃO RESIDENCIAIS

PADRÃO BAIXO		PADRÃO NORMAL		PADRÃO ALTO	
R-1	1.487,08	R-1	1.810,20	R-1	2.194,33
PP-4	1.355,62	PP-4	1.698,28	R-8	1.759,32
R-8	1.284,71	R-8	1.465,66	R-16	1.833,81
PIS	989,26	R-16	1.420,46		

PROJETOS - PADRÃO COMERCIAIS CAL (Comercial Andares Livres) e CSL (Comercial Salas e Lojas)

PADRÃO NORMAL		PADRÃO ALTO	
CAL-8	1.680,64	CAL-8	1.814,66
CSL-8	1.437,11	CSL-8	1.575,40
CSL-16	1.915,87	CSL-16	2.100,18

PROJETOS - PADRÃO GALPÃO INDUSTRIAL (GI) E RESIDÊNCIA POPULAR (RP1Q)

RP1Q	1.529,85
GI	779,88

Número Índice: Projeto-padrão R8-N (Maio/2020)

Número índice: 218,101 (Base Fev/2007 = 100)
 Variação Global: 0,12%

APÊNDICE A – CUSTO TOTAL DO PAVIMENTO

QUADRO ORÇAMENTÁRIO						
SERVIÇO	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	REFERÊNCIA	
CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE - CBUQ (EXECUÇÃO, INCLUINDO USINAGEM, APLICAÇÃO, ESPALHAMENTO E COMPACTAÇÃO, FORNECIMENTO DOS AGREGADOS E MATERIAL BETUMINOSO, EXCLUÍ TRANSPORTES DOS AGREGADOS E DO MATERIAL BETUMINOSO ATÉ USINA E DA MASSA PRONTA ATÉ A PISTA)	m³	872,3	R\$ 662,37	R\$ 577.785,35	DER-MG	
BASE, COM MISTURA EM USINA, DE BRITA GRADUADA TRATADA COM 1,5% DE CIMENTO, COMPACTADA NA ENERGIA DO PROCTOR MODIFICADO (EXECUÇÃO, INCLUINDO FORNECIMENTO E TRANSPORTE DO CIMENTO, FORNECIMENTO DA BRITA, CARGA E DESCARGA, ESPALHAMENTO E COMPACTAÇÃO DA MISTURA; EXCLUÍ O TRANSPORTE DA BRITA E DA MISTURA)	m³	872,3	R\$ 99,93	R\$ 87.168,94	DER-MG	
SUB-BASE, SEM MISTURA, COMPACTADO NA ENERGIA DO PROCTOR MODIFICADO (EXECUÇÃO, INCLUINDO ESCAVAÇÃO, CARGA, DESCARGA, ESPALHAMENTO, UMIDECIMENTO E COMPACTAÇÃO DO MATERIAL; EXCLUÍ AQUISIÇÃO E TRANSPORTE DO MATERIAL)	m³	3314,74	R\$ 14,83	R\$ 49.157,59	DER-MG	
REFORÇO DO SUB-LEITO COM ADIÇÃO DE 3% DE CAL E COMPACTAÇÃO À 100% (EXECUÇÃO, INCLUINDO FORNECIMENTO DA CAL, ESCAVAÇÃO, CARGA, DESCARGA, HOMOGENIZAÇÃO, UMIDECIMENTO, ESPALHAMENTO E COMPACTAÇÃO DO MATERIAL)	m³	1744,6	R\$ 22,07	R\$ 38.503,32	DER-MG	
REGULARIZAÇÃO DO SUB-LEITO (PROCTOR NORMAL)	m²	17446	R\$ 0,76	R\$ 13.258,96	DER-MG	
IMPRIMAÇÃO (EXECUÇÃO E FORNECIMENTO DO MATERIAL BETUMINOSO, EXCLUSIVE TRANSPORTE DO MATERIAL BETUMINOSO)	m²	17446	R\$ 5,94	R\$ 103.629,24	DER-MG	
TRANSPORTE DE AGREGADOS PARA CONSERVAÇÃO. DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE DE 25,10 A 30,00 KM	m³ x km	155408,968	R\$ 0,78	R\$ 121.219,00	PEDREIRA STO. ANTÔNIO ¹	
TRANSPORTE DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE. DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE DE 15,10 A 20,00 KM (VOLUME COMPACTADO)	m³ x km	17271,54	R\$ 1,33	R\$ 22.971,15	PAVICAN ²	
TOTAL				R\$ 1.013.693,55		
¹ Pedreira situada na cidade de Varginha, portadora do CNPJ:25.860.537/0001-52, obtendo uma distância de 26,2 km do trecho estudado.						
² Empresa de Pavimentação e terraplanagem situada na cidade de Varginha, portadora do CNPJ:03.091.412/0001-72, obtendo uma distância de 19,8 km do trecho estudado.						

APÊNDICE B – CUSTO TOTAL ESTIMADO EM DESAPROPRIAÇÕES

Quadra	Identificação	Padrão	Classificação	Nº de pavimentos	CUB (R\$/m²)	Área (m²)	Valor total (R\$)
1	Propriedade 01	Normal	Prédio Popular	4	R\$ 1.689,28	1571,9	R\$ 2.655.362,34
	Propriedade 02	Normal	Residência Unifamiliar	2	R\$ 1.810,20	379,4	R\$ 686.789,88
	Propriedade 03	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	194,6	R\$ 352.264,92
	Propriedade 04	Normal	Residência Unifamiliar	3	R\$ 1.810,20	666,7	R\$ 1.206.787,93
	Propriedade 05	Normal	Residência Unifamiliar	2	R\$ 1.810,20	414,5	R\$ 750.346,00
	Propriedade 06	Normal	Residência Unifamiliar	2	R\$ 1.810,20	364,3	R\$ 659.419,66
2	Propriedade 07	Normal	Residência Unifamiliar	3	R\$ 1.810,20	764,4	R\$ 1.383.716,88
	Propriedade 08	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	127,3	R\$ 230.492,77
	Propriedade 09	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	112,5	R\$ 203.701,81
	Propriedade 10	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	159,9	R\$ 289.360,47
	Propriedade 11	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	181,7	R\$ 328.949,54
	Propriedade 12	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	271,2	R\$ 490.835,73
	Propriedade 13	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	214,2	R\$ 387.726,74
	Propriedade 14	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	207,7	R\$ 375.978,54
Propriedade 15	Alto	Residência Unifamiliar	1	R\$ 2.194,33	182,6	R\$ 400.772,43	
3	Propriedade 16	Alto	Residência Unifamiliar	2	R\$ 2.194,33	653,0	R\$ 1.432.985,26
	Propriedade 17	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	173,2	R\$ 313.562,84
	Propriedade 18	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	304,0	R\$ 550.337,00
	Propriedade 19	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	375,9	R\$ 680.399,87
	Propriedade 20	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	177,8	R\$ 321.799,25
	Propriedade 21	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	229,1	R\$ 414.789,23
4	Propriedade 22	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	163,6	R\$ 296.166,82
	Propriedade 23	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	194,7	R\$ 352.373,53
	Propriedade 24	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	180,2	R\$ 326.270,45
	Propriedade 25	Alto	Residência Unifamiliar	1	R\$ 2.194,33	209,4	R\$ 459.536,59
	Propriedade 26	Alto	Residência Unifamiliar	1	R\$ 2.194,33	226,6	R\$ 497.125,46
	Propriedade 27	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	238,7	R\$ 432.094,74
	Propriedade 28	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	171,8	R\$ 311.010,46
	Propriedade 29	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	208,7	R\$ 377.716,33
	Propriedade 30	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	229,1	R\$ 414.662,51
5	Propriedade 31	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	166,3	R\$ 301.090,57
	Propriedade 32	Normal	Residência Unifamiliar	2	R\$ 1.810,20	401,9	R\$ 727.446,97
	Propriedade 33	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	165,9	R\$ 300.384,59
	Propriedade 34	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	135,0	R\$ 244.322,69
	Propriedade 35	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	170,4	R\$ 308.439,98
6	Propriedade 36	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	176,6	R\$ 319.645,12
	Propriedade 37	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	124,6	R\$ 225.496,61
	Propriedade 38	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	155,6	R\$ 281.576,61
	Propriedade 39	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	206,5	R\$ 373.818,97
7	Propriedade 40	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	231,1	R\$ 418.373,42
	Propriedade 41	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	152,1	R\$ 275.412,88
	Propriedade 42	Alto	Residência Unifamiliar	1	R\$ 2.194,33	202,7	R\$ 444.696,33
	Propriedade 43	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	214,0	R\$ 387.310,39
	Propriedade 44	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	235,9	R\$ 426.935,67
	Propriedade 45	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	182,1	R\$ 329.646,47
	Propriedade 46	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	181,1	R\$ 327.847,13
Propriedade 47	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	189,4	R\$ 342.824,73	
8	Propriedade 48	Alto	Residência Unifamiliar	1	R\$ 2.194,33	196,1	R\$ 430.211,56
	Propriedade 49	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	153,5	R\$ 277.896,47
	Propriedade 50	Alto	Residência Unifamiliar	1	R\$ 2.194,33	223,6	R\$ 490.623,66
	Propriedade 51	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	194,5	R\$ 352.150,88
	Propriedade 52	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	201,6	R\$ 364.860,29
	Propriedade 53	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	299,9	R\$ 542.931,48

	Propriedade 54	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	262,8	R\$ 475.773,06
	Propriedade 55	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	181,7	R\$ 329.000,23
9	Propriedade 56	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	110,3	R\$ 199.688,59
	Propriedade 57	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	164,4	R\$ 297.575,16
	Propriedade 58	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	242,4	R\$ 438.759,90
	Propriedade 59	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	131,0	R\$ 237.208,61
	Propriedade 60	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	128,9	R\$ 233.394,52
	Propriedade 61	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	153,1	R\$ 277.136,19
	Propriedade 62	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	147,9	R\$ 267.721,34
	Propriedade 63	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	293,8	R\$ 531.882,02
	Propriedade 64	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	130,6	R\$ 236.435,65
	Propriedade 65	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	129,3	R\$ 233.990,07
10	Propriedade 66	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	302,6	R\$ 547.797,29
	Propriedade 67	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	129,4	R\$ 234.268,84
	Propriedade 68	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	318,5	R\$ 576.498,01
	Propriedade 69	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	238,2	R\$ 431.119,04
	Propriedade 70	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	213,5	R\$ 386.452,36
11	Propriedade 71	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	173,9	R\$ 314.871,62
	Propriedade 72	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	166,7	R\$ 301.794,73
	Propriedade 73	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	203,3	R\$ 367.941,25
	Propriedade 74	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	139,6	R\$ 252.655,04
	Propriedade 75	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	274,4	R\$ 496.630,18
	Propriedade 76	Baixo	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.487,08	140,8	R\$ 209.315,43
	Propriedade 77	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	183,3	R\$ 331.876,64
	Propriedade 78	Baixo	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.487,08	192,3	R\$ 286.033,89
	Propriedade 79	Baixo	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.487,08	153,9	R\$ 228.916,63
	Propriedade 80	Baixo	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.487,08	146,7	R\$ 218.132,33
	Propriedade 81	Baixo	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.487,08	105,8	R\$ 157.330,09
	Propriedade 82	Baixo	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.487,08	101,3	R\$ 150.574,29
	Propriedade 83	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	128,4	R\$ 232.482,18
	Propriedade 84	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	150,1	R\$ 271.636,80
	Propriedade 85	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	133,0	R\$ 240.731,26
	Propriedade 86	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	143,7	R\$ 260.143,84
	Propriedade 87	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	141,4	R\$ 255.962,28
	Propriedade 88	Normal	Residência Unifamiliar	1	R\$ 1.810,20	159,7	R\$ 289.161,35
	TOTAL						R\$ 36.878.170,19