

duplo sentido, além de estar localizada em uma área de alta movimentação comercial e residencial. Ao longo de sua extensão, encontram-se diversos tipos de estabelecimentos, desde mercados e farmácias a restaurantes e padarias, o que contribui para um fluxo constante de veículos de pequeno a grande porte.

Além disso, é importante salientar que há quatro linhas de ônibus urbano que circulam diariamente em ambos os sentidos da via, duas vezes em cada sentido, sendo elas as linhas TI Camaragibe / Parque Capibaribe, TI TIP / Parque Capibaribe, TI Caxangá / Parque Capibaribe e, no período noturno, a linha São Lourenço / Bacurau. Em complemento, enfatiza-se que além do alto fluxo de ônibus, há três pontos de parada em cada sentido, contribuindo em desgastes pontuais nessas áreas. De forma geral, é evidente a alta intensidade de tráfego na via, que requer uma pavimentação compatível com essa demanda de veículos para garantir segurança e conforto para os usuários.

2.2. VISITA TÉCNICA

Foi realizada uma visita técnica na Av. Cláudio Alves de Souza no dia 21 de Abril, às 13h, onde o foco foi a verificação do estado de conservação da via, em que se identificou seus pontos característicos.



Figura 02: Via em Estudo.

Além disso, durante a visita técnica foi possível identificar múltiplas falhas existentes no pavimento, principalmente panelas, remendos e couros de jacaré. Nessa perspectiva, a causa pode estar relacionada à falta de manutenção e à má execução do pavimento, como também por intervenções feitas por terceiros, como a Compesa, que normalmente realiza seus serviços no subsolo do pavimento e não reconstrói o trecho modificado da maneira correta, contribuindo para o aparecimento de falhas futuras.

Em complemento, enfatiza-se que o estado de conservação da infraestrutura urbana apresenta falhas como calçadas desniveladas e irregulares, além de apresentarem uma ausência de equipamentos de drenagem, em que podem comprometer a mobilidade dos pedestres e o escoamento pluvial respectivamente. Ademais, vale salientar que foram observadas irregularidades quanto à espessura do pavimento presente na via, com variação de espessura entre 3,0 e 4,5 cm, o que está abaixo do dimensionamento mínimo recomendado, que seria de 5,0 cm.



Figura 03: Espessura do pavimento ao longo da via

3. RELATOS

Para complementação do nosso estudo, foram coletados depoimentos de pessoas que moram ao longo da avenida, para isso foi montado um questionário, para que cada um pudesse preenchê-lo a partir de sua vivência e conhecimento acerca do histórico da via.

O questionário era composto por 7 perguntas, que foram elencadas na seguinte ordem:

1. Você percebe muitos “buracos” (panelas) na avenida? Em quais trechos eles são mais frequentes?
2. Existem rachaduras ou fissuras no asfalto? Elas estão aumentando com o tempo?
3. Você já notou o chamado “couro de jacaré” (trincas em malha)? Isso afeta o tráfego?
4. Como a pavimentação interfere no conforto ao dirigir ou caminhar por essa avenida?
5. Você acha que a manutenção do asfalto tem sido feita com frequência suficiente?
6. Em dias de chuva, os defeitos no asfalto pioram a situação do tráfego?
7. Na sua opinião, quais seriam as principais melhorias urgentes no pavimento dessa via?

Perguntas	Entrevistados			
	1	2	3	4
1	Sim, especialmente em momentos de muito tráfego.	Sim, geralmente após obras de empresas de serviços públicos, afetando o trânsito.	Sim. Os trechos mais críticos estão próximos ao comércio, onde há grande rotatividade.	Sim, especialmente em vias de grande fluxo.
2	Sim, com o tempo as rachaduras pioram.	Sim, os buracos aumentam com o tempo, especialmente no período de chuvas.	Sim, devido ao tráfego intenso de ônibus. A via precisa de calçamento de qualidade.	Sim, as fissuras tendem a aumentar com o tempo.
3	Sim, devido ao asfalto velho e desgastado.	Nunca notei couro de jacaré.	Sim, os reparos feitos são temporários e o asfalto piora em pouco tempo.	Sim, devido ao envelhecimento e desgaste do asfalto.
4	Sim, atrapalha por conta de buracos, ondulações e rachaduras.	Ruas bem pavimentadas facilitam o tráfego e contribuem para a economia.	A avenida não foi planejada para o atual fluxo de veículos e pedestres.	Sim, interfere por conta de buracos, ondulações e trincas.
5	Não, a manutenção deveria ser feita com mais frequência.	-	A manutenção existe, mas não tem sido suficiente.	Não, deveria ser verificado com mais frequência.
6	Sim, a chuva reduz a visibilidade do asfalto.	Sim, os buracos pioram com a chuva.	Sim, os buracos enchem de água e causam grandes transtornos.	Sim, a chuva reduz a visibilidade e agrava os problemas.
7	Recuperação completa do asfalto seria uma melhoria urgente.	Melhorias no tempo de execução dos serviços e maior atenção da administração pública.	Deveria ser feito um recapeamento completo com asfalto de qualidade, não apenas reparos.	Recuperação urgente do asfalto.



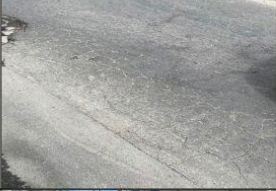




Quadro 01: Resposta dos Entrevistados.








Tais respostas nos mostram a deficiência existente no pavimento, pois há um grande número de defeitos presentes e ainda há uma constatação por parte dos entrevistados que há uma degradação constante do pavimento especialmente em épocas de chuva, agravado pela ausência de um sistema de drenagem eficiente. Além disso, pode-se perceber uma não conclusão quanto à questão 3 por parte do entrevistado número dois, o que salienta a falta de manutenção da via por parte dos órgãos responsáveis.





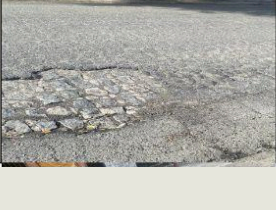
4. IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE DANOS








4.1. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

Inicialmente, para que fosse possível a identificação e estudo dos danos existentes, foi montado um relatório fotográfico onde foram elencadas as coordenadas de cada item, além de sua respectiva foto e estado em que foi encontrado no dia da visita. Também foram elencadas suas possíveis causas e o valor atribuído ao seu reparo seguindo o nosso cálculo orçamentário.

ITEM	DEFEITOS	REGISTRO FOTOGRÁFICO	ESTADO	CAUSAS	VALOR
1	PANELA 1 (-8,005305 ; -35,038203)		Nível moderado de erosão	Ao fazer a nova pavimentação, pode ter ocorrido de não ter sido feito de forma correta. Gerando em alguns pontos uma degradação maior	526,32 JM
2	REMEMDO 1 (-8,004833 ; -35,039832)		Remendo pequeno	Ao tentar corrigir os defeitos causados na pavimentação, faz-se os remendo que neste caso, causam desnível na via	263,16 JM
3	COURO DE JACARÉ 1 (-8,004865 ; -35,039712)		Couro de jacaré sem erosão acentuada nas bordas	AS TRINCAS OCORREM DEVIDO AS VARIAÇÕES DE TEMPERATURA E DEVIDO A ANTIGA PAVIMENTAÇÃO DE BLOCOS SEMIRRÍGIDOS	438,6 JM
4	COURO DE JACARÉ 2 (-8,004898 ; -35,039705)		Couro de jacaré sem erosão acentuada nas bordas	As trincas ocorrem devido as variações de temperatura e devido a antiga pavimentação de blocos semirrigidos	438,6 JM
5	REMEMDO 2 (-8,004898 ; -35,039594)		Remendo médio	Ao tentar corrigir os defeitos causados na pavimentação, faz-se os remendo que neste caso, causam desnível na via	263,16 JM
6	AFUNDAMENTO 1 (-8,004911 ; -35,039601)		Leve afundamento de trilha de roda	O local fica em uma zona de Frenagem de carros	350,88 JM
7	REMEMDO 3 (-8,004932 ; -35,039479)		Remendo médio	Ao tentar corrigir os defeitos causados na pavimentação, faz-se os remendo que neste caso, causam desnível na via	263,16 JM

ITEM	DEFEITOS	REGISTRO FOTOGRÁFICO	ESTADO	CAUSAS	VALOR
8	TRINCA TRANSVERSAL 1 (-8,004970 ; -35,039454)		Trincas curtas	As trincas ocorrem devido Retração Térmica ou Dissecção de Temperatura	175,44 JM
9	TRINCA TRANSVERSAL 2 (-8,004968 ; -35,039424)		Trincas curtas	As trincas ocorrem devido Retração Térmica ou Dissecção de Temperatura	175,44 JM
10	COURO DE JACARÉ 3 (-8,005004 ; -35,039344)		Couro de jacaré sem erosão acentuada nas bordas	AS TRINCAS OCORREM DEVIDO AS VARIAÇÕES DE TEMPERATURA E DEVIDO A ANTIGA PAVIMENTAÇÃO DE BLOCOS SEMIRRÍGIDOS	438,6 JM
11	PANELA 2 (-8,004999 ; -35,039352)		Nível moderado de erosão com trincas associadas	Ao fazer a nova pavimentação, pode ter ocorrido de não ter sido feito de forma correta. Gerando em alguns pontos uma degradação maior	526,32 JM
12	DESGASTE 1 (-8,005006 ; -35,039212)		Desgastes usuais	Desgastes devido a variação de temperatura e ao tempo de serviço da via, que ao longo do tempo apresenta essa degradação	175,44 JM
13	TRINCA LONGITUDINAL (-8,005014 ; -35,039178)		Trincas longas	As trincas ocorrem devido Retração Térmica ou Dissecção de Temperatura	175,44 JM
14	COURO DE JACARÉ 4 (-8,005028 ; -35,039130)		Início de couro de jacaré	AS TRINCAS OCORREM DEVIDO AS VARIAÇÕES DE TEMPERATURA E DEVIDO A ANTIGA PAVIMENTAÇÃO DE BLOCOS SEMIRRÍGIDOS	438,6 JM

ITEM	DEFEITOS	REGISTRO FOTOGRÁFICO	ESTADO	CAUSAS	VALOR
15	COURO DE JACARÉ 5 (-8,005075 ; -35,039100)		Couro de jacaré sem erosão acentuada nas bordas	AS TRINCAS OCORREM DEVIDO AS VARIAÇÕES DE TEMPERATURA E DEVIDO A ANTIGA PAVIMENTAÇÃO DE BLOCOS SEMIRRÍGIDOS	438,6 JM
16	REMEMDO 4 (-8,005080 ; -35,039076)		Remendo médio	Ao tentar corrigir os defeitos causados na pavimentação, faz-se o remendo que neste caso, causam desnível na via	263,16 JM
17	PANELA 3 (-8,005065 ; -35,039084)		Nível moderado de erosão	Ao fazer a nova pavimentação, pode ter ocorrido de não ter sido feito de forma correta. Gerando em alguns pontos uma degradação maior	526,32 JM
18	DESGASTE 2 (-8,005080 ; -35,039076)		Desastes usuais	Desgastes devido a variação de temperatura e ao tempo de serviço da via, que ao longo do tempo apresenta essa degradação	175,44 JM
19	REMEMDO 5 (-8,005132 ; -35,038888)		Remendo grande	Ao tentar corrigir os defeitos causados na pavimentação, faz-se o remendo que neste caso, causam desnível na via	263,16 JM
20	PANELA 4 (-8,005153 ; -35,038756)		Nível moderado de erosão	Ao fazer a nova pavimentação, pode ter ocorrido de não ter sido feito de forma correta. Gerando em alguns pontos uma degradação maior	526,32 JM
21	PANELA 5 (-8,005165 ; -35,038716)		Nível moderado de erosão	Ao fazer a nova pavimentação, pode ter ocorrido de não ter sido feito de forma correta. Gerando em alguns pontos uma degradação maior	526,32 JM

ITEM	DEFEITOS	REGISTRO FOTOGRÁFICO	ESTADO	CAUSAS	VALOR
22	ESCORREGAMENTO (-8,005184 ; -35,038588)		Desnível acentuado em relação a via	Deformação plástica do revestimento ou da camada de base, provocada por tráfego repetido	350,88 JM
23	REMENDO 6 (-8,005241 ; -35,038499)		Remendo grande	Ao tentar corrigir os defeitos causados na pavimentação, faz-se o remendo que neste caso, causam desnível na via (O afundamento aparente já foi relatado no "Afundamento 2")	263,16 JM
24	AFUNDAMENTO 2 (-8,005280 ; -35,038423)		Afundamento local acentuado	O local fica em uma zona de Frenagem em frete a parada de ônibus	350,88 JM
25	REMENDO 7 (-8,005264 ; -35,038423)		Remendo médio	Ao tentar corrigir os defeitos causados na pavimentação, faz-se o remendo que neste caso, causam desnível na via	263,16 JM
26	PANELA 6 (-8,005300 ; -35,038323)		Nível moderado de erosão	Ao fazer a nova pavimentação, pode ter ocorrido de não ter sido feito de forma correta. Gerando em alguns pontos uma degradação maior	526,32 JM
27	TAMPÃO APRESENTANDO DESNÍVEL (-8,005289 ; -35,038301)		Tampa com pouco desgaste nas bordas, mas já apresentando um grande desnível em relação a via	Provável falha na execução da nova pavimentação. Não deram o devido acabamento nas Tampas dos Bueiros	350,88 JM
28	PANELA 7 (-8,005305 ; -35,038203)		Nível moderado de erosão	Ao fazer a nova pavimentação, pode ter ocorrido de não ter sido feito de forma correta. Gerando em alguns pontos uma degradação maior	526,32 JM

É importante ressaltar o constante agravamento do estado da avenida pois, durante uma segunda visita, que ocorreu no dia 01/06/2025, às 15h, foi observado que as placas 4 e 5 mencionadas no relatório acima, que ficavam lado a lado, se tornaram maiores e formaram uma única placa, representando um problema ainda maior para os moradores e usuários da via em questão.



Figura 04: Agravamento dos Danos.

4.2. CROQUI

Com base nas informações obtidas durante a visita técnica e o registros do memorial fotográfico anexado, é possível identificar múltiplos defeitos encontrados ao longo da via. Desse modo, pôde-se desenvolver um croqui que compreende a via analisada, com os defeitos encontrados e classificados de acordo com os padrões do DNIT.



HAIGHWAY			INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO																				Data: 16/05/2025		
			TRECHO: Avenida Cláudio Alves de Souza, São Lourenço da Mata - PE																						
			REVESTIMENTO TIPO: CBUQ																						
Estaca	KM	SENTIDO	X	Y	Trincas Isoladas						FC-2		FC-3		ALFA	TF	O	P	EX	D	R	ALC	AT C	E	OBSERVAÇÕES
					FI	TTC	TTL	TLC	TLL	TRR	J	TB	JE	TBE											
E1	0,02	SD	-0,0049	-35,0399														X							
E1+6,10 m	0,0261	SD	-0,0049	-35,0398																	X				
E1+13,50 m	0,0335	SD	-0,0049	-35,0397									X												
E2	0,04	SD	-0,0049	-35,0396																	X	X			
E2+9,05 m	0,049	SD	-0,0049	-35,0395		X															X				
E2+15,70 m	0,0557	SD	-8,005	-35,0394		X																			
E3	0,06	SD	-8,005	-35,0394																					
E3+4,30 m	0,0643	SD	-8,005	-35,0394									X					X							
E3+13,50 m	0,0735	SD	-8,005	-35,0392																X					
E3+17,00 m	0,077	SD	-8,005	-35,0392					X																
E4	0,08	SD	-8,005	-35,0392									X												
E4+6,30 m	0,0863	SD	-0,0051	-35,0391									X					X							
E4+10,00 m	0,09	SD	-0,0051	-35,0391																		X			
E4+16,00 m	0,096	SD	-0,0051	-35,039																X					
E5	0,1	SD	-0,0051	-35,0389																	X				
E6	0,12	SD	-0,0052	-35,0387														X							
E6+5,05 m	0,125	SD	-0,0052	-35,0387														X							
E7	0,14	SD	-0,0052	-35,0385																				X	
E7+12,20 m	0,1522	SD	-0,0053	-35,0384																	X	X			
E8	0,16	SD	-0,0053	-35,0383																					
E9	0,164	SD	-0,0053	-35,0382														X							
E9+2,40 m	0,1664	SD	-0,0053	-35,0382																		X			
E9+8,00 m	0,168	SD	-0,0053	-35,0381														X							
E10	0,184	SD	-0,0054	-35,038																					

Quadro 02: Inventário de Defeitos.

De forma resumida, pode-se condensar as informações definidas em uma tabela de defeitos simplificada, em que contém o defeito apresentado e quantitativo correspondente.

DEFEITOS	QUANTITATIVOS
 Trinca	3
 Afundamento	2
 Remendo	7
 Panela	7
 Escorregamento	1
 Couro de Jacaré	5
 Desgaste	2
 Tampão com Afundamento	1

Quadro 03: Legenda de Danos.

Em nota, quando há atuação de uma grande carga pelo tráfego, é necessário que o dimensionamento seja correspondente conforme os padrões do DNIT, entretanto, quando isto não ocorre, a via torna-se propensa para o surgimento de manifestações patológicas, como também o agravamento dos defeitos já existentes.

Para maior detalhamento, pode-se consultar o projeto do mapa de defeitos para mais informações.

4.4. PROJETO - MAPA DE DEFEITOS



Av. Cláudio Alves de Souza

DEFEITOS	QUANTITATIVOS
Trinca	3
Afundamento	2
Remendo	7
Panela	7
Escorregamento	1
Curo de Jacaré	5
Desgaste	2
Tampão com Afundamento	1

HAIGHWAY	Empresa:
	Highway Engenharia
	Projeto:
	Mapa de Danos
Data:	
16/05/2025	
Projeta 1:	
Camila Cavalcanti	
Projeta 2:	
Felipe Oliveira	
Projeta 3:	
Pedro Moraes	
Projeta 4:	
Vinicius Cordeiro	
Cliente:	
PolEng	

5. LEVANTAMENTO DO TRÁFEGO

Para compreender a dinâmica real de circulação viária da Avenida Cláudio Alves de Souza, foi realizada uma contagem manual de tráfego, que serviu de base para os cálculos de dimensionamento. A contagem foi conduzida no dia 11/06/2025, uma quarta-feira, durante um intervalo de 30 minutos, entre 17h44 e 18h14, justamente no horário de maior fluxo observado na via, buscando refletir um momento representativo do uso real da avenida.

Durante o período de observação, foram registrados diversos tipos de veículos que caracterizam o tráfego cotidiano da avenida, incluindo motocicletas, automóveis de passeio, caminhões de pequeno porte e ônibus urbanos de dois eixos, responsáveis pelo transporte coletivo da região.

Dentre os principais destaques, é importante mencionar a presença constante de ônibus urbanos, pertencentes a quatro linhas distintas. Vale destacar que os ônibus, por operarem em linhas regulares, passam pela via quatro vezes: duas no trajeto de ida e outras duas no de retorno, o que quadruplica sua contribuição no volume total de tráfego e, conseqüentemente, no desgaste do pavimento.

Além desses, destaca-se também a passagem de um ônibus da empresa Mec-Tronic, que, embora tenha sido registrado apenas duas vezes durante a contagem (entrando e saindo da via), foi identificado pelos moradores como tendo circulação regular em três horários distintos ao longo do dia: no início da manhã, ao meio-dia e no final da tarde.

O tráfego de caminhões de pequeno e médio porte é também expressivo, principalmente em decorrência das atividades comerciais locais, como supermercados, padarias e farmácias, que demandam serviços de entrega frequentes. Esse tráfego pesado contribui significativamente para a deterioração da via, especialmente considerando a baixa espessura do revestimento identificada em campo.

Nesse cenário, foi possível constatar a seguinte contagem:

- Veículos de Passeio: 109
- Caminhonetes: 23
- Ônibus: 20,25 (6 ônibus distintos somados a uma fração equivalente ao volume diário de ônibus de linha que transitam pela via)
- Caminhões: 2

A contagem foi organizada em uma planilha específica, onde os veículos foram classificados por tipo e associados ao número de eixos padrão correspondentes. Isso porque, do ponto de vista estrutural, o que mais importa para o pavimento não é apenas a quantidade de veículos, mas sim quantas vezes uma carga é aplicada sobre ele, e isso é representado pelo número de eixos padrão, um eixo simples de duas rodas com um carregamento de 8,2 toneladas, que é tomado como base para a realização dos cálculos.

Com esses dados, foi possível calcular o total de eixos que passaram na via durante os 30 minutos observados. Em seguida, esse valor foi extrapolado para estimar quanto seria o tráfego em um dia inteiro, supondo que o fluxo médio se mantenha constante ao longo das horas. E, a partir disso, estimou-se o volume total ao longo de toda a vida útil do pavimento, que é de 10 anos.

Esse processo teve como objetivo calcular o chamado número de repetições de carga equivalente (N), um parâmetro utilizado pelo DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes) para definir quanto esforço o pavimento deverá suportar ao longo da sua vida útil. Ele representa, de forma acumulada, quantas vezes uma carga padrão atua sobre a estrutura do pavimento.

Com o valor de N obtido a partir da contagem e dos cálculos da planilha, foi possível utilizar as tabelas e fórmulas do DNIT para definir a espessura necessária das camadas do pavimento (revestimento, base e sub-base), garantindo que ele tenha resistência adequada ao volume e tipo de tráfego que realmente utiliza a via.

Portanto, essa etapa foi essencial para garantir que o dimensionamento proposto não seja apenas teórico, mas sim fundamentado na realidade do tráfego atual da avenida, evitando sub dimensionamentos que resultam em deterioração precoce ou, por outro lado, gastos desnecessários com estruturas superdimensionadas.

6. DIMENSIONAMENTO DA VIA

6.1 Dimensionamento considerando apenas base e sub-base

Para o dimensionamento do pavimento, utilizou-se o número "N", previamente calculado conforme os critérios estabelecidos nas diretrizes do DNIT. Com base nesse valor e a partir das tabelas fornecidas pelo órgão, determinou-se que a espessura mínima da camada de rolamento em concreto betuminoso deve ser de 10 cm.

Quantidade de Eixos (n)	$1,03 \times 10^7$ eixos
-------------------------	--------------------------

Quadro 04: Valor do número "N".

Em seguida, com base na tabela de coeficientes de equivalência estrutural (K), adotou-se o valor de $K = 2$ para o concreto betuminoso (capa de rolamento). Para as camadas de base e sub-base, compostas por solos granulares, foi adotado $K = 1$, conforme as mesmas tabelas do DNIT.

Coeficiente de Ponderação	
Kr	2
Kb	1
Ksb	1

Quadro 05: Coeficientes de Ponderação.

Também foi necessário definir os valores de CBR (California Bearing Ratio) das camadas de subleito e sub-base. Para a sub-base, adotou-se o valor mínimo de $CBR = 20\%$, compatível com vias de tráfego moderado. Já para o subleito, considerando a possibilidade de condições menos favoráveis, foi adotado um valor conservador de $CBR = 2\%$, de acordo com os intervalos previstos nas normas (2 a 5%).

CBR de projeto para o subleito	CBR de projeto para a sub-base - Min de 20%
$CBR = 2$	$CBR = 20$

Quadro 06: Valores de CBR adotados.

Com esses dados, procedeu-se ao cálculo da espessura de proteção utilizando a fórmula recomendada pelo DNIT. Os resultados obtidos para espessura de proteção foram de 28,20 cm para a sub-base e 111,75 cm para o subleito. A partir desses valores, foram aplicadas as equações correspondentes para determinar a espessura final das camadas estruturais do pavimento.

Espessura de proteção (cm)

$$H_t (CBR) = 77,67 \times (N^{0,0482}) \times (CBR^{-0,598})$$

Quadro 07: Fórmula para Cálculo de Espessura de Proteção.

Espessura de proteção até o subleito / Espessura de proteção até a sub-base

$$H_{t(sl)} (2) = 111,7522 \quad ; \quad H_{t(sb)} (20) = 28,2005$$

Quadro 08: Resultados obtidos a partir da fórmula.

A espessura da base calculada foi de 8,20 cm, valor inferior ao mínimo exigido pela norma, que é de 15 cm. Por isso, foi adotada a espessura mínima normativa de 15 cm para essa camada. Com esse ajuste, recalculou-se a espessura da sub-base, resultando em 76,75 cm, valor superior ao mínimo requerido de 15 cm, estando, portanto, em conformidade com a norma.

Espessura da camada da Sub-base / Espessura da camada da base

$$E_{sb} = \frac{H_{t(sl)} - R \times Kr - E_b \times Kb}{Ksb} > 15$$

$$E_{sb} = 76,7522 > 15 \text{ (OK)}$$

$$E_b = \frac{H_{t(sb)} - R \times Kr}{Kb} > 15$$

$$E_b = 8,2005 > 15 \text{ (NÃO)}$$

logo: Adota-se 15cm

Quadro 09: Espessuras das camadas de Sub-base e Base.

Dessa forma, o dimensionamento final do pavimento foi composto por:

- Capa de rolamento (CBUQ): 10 cm
- Base granular: 15 cm
- Sub-base granular: 76,75 cm

Esse dimensionamento está em conformidade com os critérios técnicos exigidos pelo DNIT e adequado às condições observadas na via analisada.

6.2 Dimensionamento considerando reforço do subleito

Adicionalmente, foi realizado um novo dimensionamento do pavimento considerando a introdução de uma camada de reforço do subleito. Neste cálculo, diversos parâmetros do dimensionamento anterior foram mantidos, como o número de repetições de carga (N), a espessura da camada de revestimento (10 cm) e os coeficientes de equivalência estrutural (K) para as camadas já consideradas. Como novidade, foi incluído o coeficiente de equivalência estrutural do reforço do subleito (K_{ref}), adotado como $K_{ref} = 1$, uma vez que a camada será composta por material granular.

Coeficiente de Ponderação	
K_r	2
K_b	1
K_{sb}	1
K_{ref}	1

Quadro 10: Coeficientes de Ponderação, adicionando o (K_{ref}).

Os valores de CBR para as camadas de sub-base e subleito foram mantidos em 20% e 2%, respectivamente. Para a nova camada de reforço do subleito, com base na análise das condições da via, adotou-se um valor de CBR = 8%, considerado suficiente para a função que a camada exercerá.

CBR de projeto para o subleito	CBR de projeto para a sub-base - Min de 20%	CBR de projeto para o reforço do subleito
$CBR = 2$	$CBR = 20$	$CBR = 8$

Quadro 11: Valores de CBR adotados, adicionando o CBR da camada de reforço.

Em seguida, aplicou-se novamente a fórmula de espessura de proteção, resultando nos mesmos valores anteriores para as camadas de sub-base e subleito, e obtendo-se um novo valor de 48,78 cm para a camada de reforço do subleito.

Espessura de proteção até o subleito / até a sub-base / até o reforço do subleito
$H_{t(si)}(2) = 111,7522$; $H_{t(sb)}(20) = 28,2005$; $H_{t(r)} = 48,7780$

Quadro 12: Resultados obtidos a partir da fórmula.

Posteriormente, foram utilizados esses resultados nas fórmulas específicas para o cálculo das espessuras finais de cada camada. A espessura da base permaneceu inalterada em relação ao dimensionamento anterior, resultando em 8,20 cm, valor inferior ao mínimo normativo, sendo então adotado o valor de 15 cm conforme exigido pelo DNIT.

A fórmula da sub-base, no entanto, sofreu uma alteração em sua estrutura: a parcela correspondente à espessura de proteção do subleito foi substituída pelo valor da espessura de proteção da nova camada de reforço, já que essa passa a ser a camada imediatamente inferior à sub-base. Com isso, a nova espessura calculada

da sub-base foi de 13,78 cm, inferior ao mínimo exigido de 15 cm. Portanto, conforme estabelecido em norma, foi adotado o valor de 15 cm para esta camada.

Por fim, o cálculo da espessura da camada de reforço do subleito resultou em 62,97 cm, valor superior ao mínimo exigido, sendo, portanto, aceito.

Espessura da camada da Sub-base / Espessura da camada da base / Espessura da camada de reforço do subleito		
$E_{sbr} = \frac{H_{t(r)} - R \times Kr - E_{br} \times Kb}{Ksb} > 15$	$E_{br} = \frac{H_{t(sbr)} - R \times Kr}{Kb} > 15$	$E_r = \frac{H_{t(sl)} - R \times Kr - E_{br} \times Kb - E_{sbr} \times Ksb}{Kref} > 15$
$E_{sbr} = 13,778 \text{ cm} > 15 \text{ (NÃO)}$	$E_{br} = 8,2005 > 15 \text{ (NÃO)}$	$E_r = 62,9742 \text{ cm} > 15 \text{ (OK)}$
<i>Logo: Adota – se 15 cm</i>	<i>logo: Adota – se 15cm</i>	

Quadro 13: Espessuras das camadas de Sub-base, Base e Reforço do Subleito.

Assim, o dimensionamento com a inclusão da camada de reforço do subleito resultou nas seguintes espessuras finais:

- **Capa de rolamento (CBUQ):** 10 cm
- **Base granular:** 15 cm
- **Sub-base granular:** 15 cm
- **Reforço do subleito:** 62,97 cm

Esse dimensionamento mostra-se vantajoso, pois a adoção de uma camada de reforço mais espessa com material granular menos nobre pode representar uma alternativa economicamente mais viável, mantendo-se em conformidade com as exigências normativas e o desempenho estrutural esperado da via.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da comparação entre a espessura de revestimento determinada conforme as normas e recomendações do DNIT (10 cm) e os valores medidos durante a visita técnica à via analisada, observou-se uma significativa discrepância. No local, as espessuras identificadas variaram entre 3,5 cm e 5,5 cm, o que está consideravelmente abaixo do valor mínimo recomendado. Essa variação indica, possivelmente, falhas na execução do serviço original ou degradação ao longo do tempo.

Cabe destacar que o pavimento em questão foi construído há aproximadamente 30 anos. É plausível supor que, à época de sua implantação, a estrutura atendesse às exigências normativas então vigentes. Contudo, com o passar dos anos, a via passou a receber um volume significativamente maior de tráfego, tanto em função do crescimento demográfico quanto da intensificação das atividades comerciais da região.

Apesar disso, não houve ações eficazes de manutenção ou requalificação estrutural por parte dos órgãos públicos responsáveis. As intervenções observadas são pontuais e limitadas à correção de defeitos localizados, sem considerar a reavaliação global da capacidade estrutural do pavimento para a nova realidade de uso.

Diante desse cenário, faz-se necessária uma análise técnica aprofundada da via, com o objetivo de propor soluções viáveis e sustentáveis. Duas alternativas principais podem ser consideradas:

1. Reaproveitamento da capa de rolamento existente, mediante a execução de uma camada adicional de concreto betuminoso que complemente a espessura necessária, conforme os critérios do DNIT.
2. Reconstrução total do pavimento, partindo da remoção completa da estrutura atual e projetando um novo pavimento adequado às condições atuais e futuras de tráfego da via.

A escolha entre as alternativas dependerá de uma análise técnica mais detalhada, considerando fatores como o estado de conservação das camadas inferiores, a viabilidade econômica e a durabilidade esperada da intervenção. De toda forma, a ausência de uma solução definitiva poderá comprometer ainda mais o desempenho da via e a segurança dos usuários.