

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
COMISSÃO DE GRADUAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**HENRIQUE SONAGLIO DALLA VECCHIA**

**ESTUDO DE CASO  
PROJETO E EXECUÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO DA RODOVIA ERS-118  
TRECHO VIAMÃO-LAMI**

Porto Alegre

2022

HENRIQUE SONAGLIO DALLA VECCHIA

**ESTUDO DE CASO**  
**PROJETO E EXECUÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO DA RODOVIA ERS-118**  
**TRECHO VIAMÃO-LAMI**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Comissão de Graduação  
do Curso de Engenharia Civil da Escola  
de Engenharia da Universidade Federal  
do Rio Grande do Sul, como parte dos  
requisitos para obtenção do título de  
Engenheiro Civil

Orientador: Prof. Dr. Lélío Antônio Teixeira Brito

Porto Alegre

2022

Dedico a todos que ao longo de  
minha trajetória fizeram possível  
que meu nome esteja nesta capa.

## **AGRADECIMENTOS**

Aqui se inicia o fim da primeira parte da minha vida acadêmica. Longos sete anos na faculdade que mudou minha vida e me tornou a pessoa que sou hoje. Dela sairei com vários amigos, colegas e companheiros de profissão que sei que seguirão ao meu lado pela vida toda, a eles agradeço por toda a ajuda, a felicidade e o conhecimento que compartilhamos durante esse tempo. Agradeço também aos professores, que fazem esta Universidade ser do tamanho que merece ser, que instigam os alunos a serem mais e a buscar este mais em suas vidas. Em especial, agradeço ao meu professor orientador Lélío Brito, de quem me lembro estar presente, mesmo que por um breve momento, em uma conversa das cadeiras introdutórias na PUCRS, falando sobre o que poderíamos encontrar no nosso futuro, e futuro esse que tive o prazer de ser seu aluno anos depois na UFRGS.

Sou muito grato à minha família, especialmente representados por minha mãe Odete, meu pai Renato e minha irmã Nathalia. Vocês são meus pilares, o início de tudo e a razão por eu ter conseguido chegar aonde cheguei. Não menos importante, agradeço àquela que considero minha segunda família, Bianca e Janete, que desde o momento em que entraram na minha vida não saíram mais e sempre me apoiaram e mostraram que eu sou capaz.

Por fim, agradeço a todos os profissionais que tive a honra de trabalhar ao lado, aos professores do DEG, à equipe da SUINFRA, aos fiscais da Via Leste, aos engenheiros do DAER e aos engenheiros da Belmais. Deixo o meu profundo agradecimento por todas as oportunidades e conhecimentos proporcionados.

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo o estudo da obra de pavimentação da rodovia ERS-118 que foi iniciada em 2010. O trecho de estudo é compreendido entre a ERS-040, em Viamão, e o bairro Lami, localizado em Porto Alegre. A partir da utilização de dados referentes ao projeto original elaborado em 1993 e de detalhes que estão sendo incluídos no projeto de 2019, referente à retomada da obra, foram analisadas as condições de campo que sofreram mudanças no transcorrer do tempo. Serão discutidas situações de campo que impactam a execução da obra e que necessitam de soluções de engenharia. Ainda, será realizada uma análise econômica demonstrando a repercussão da inclusão dessas soluções no projeto sobre o contrato inicial firmado.

**Palavras-chave:** pavimentação; obra; repercussão financeira; dimensionamento de pavimentos.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Planilha SRE com os trechos da ERS-118.....	12
Figura 2 - Planta de situação.....	14
Figura 3 - Planta de localização.....	15
Figura 4 - Tabela de características técnicas da rodovia.....	16
Figura 5 - Foto da ERS-118 no KM 50, situação atual.....	18
Figura 6 - Foto do local da obra da ERS-118 no KM 43.....	18
Figura 7 - Levantamento de pontos topográficos, no KM 73 da ERS-118.....	19
Figura 8 - Ábaco de determinação da espessura do pavimento.....	25
Figura 9 - Inequações de espessura das camadas.....	26
Figura 10 - Esquema de camadas do pavimento.....	26
Figura 11 - Estrutura do pavimento, 1993 (Método Murillo (DNER, 1981)).....	27
Figura 12 - Estrutura do pavimento 1993, Método da Resiliência (DNER, 1996).....	30
Figura 13 - Estrutura de camadas do pavimento, adotado em 1993.....	31
Figura 14 - Esquema de fornecimento de materiais.....	31
Figura 15 - Estrutura de camadas do pavimento, adotado atualmente.....	33
Figura 16 - Quantidades e orçamento, 1993.....	34
Figura 17 - Recursos investidos na obra no Plano de Obras 2021/22.....	37

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados de tráfego e cálculo do número N em 1992.....	20
Tabela 2 - Dados de tráfego e cálculo do número N em 2019.....	21
Tabela 3 - Demonstrativo de veículos em 1992 e 2019 e suas variações.....	22
Tabela 4 - Espessura mínima de revestimento betuminoso.....	23
Tabela 5 - Coeficiente de equivalência estrutural.....	24
Tabela 6 - Dados de entrada.....	27
Tabela 7 - Classificação do tipo de solo.....	28
Tabela 8 - Valores I1 e I2.....	29
Tabela 9 - Coeficiente estrutural do Concreto Asfáltico.....	29
Tabela 10 - Resumo do orçamento, data-base março/2009.....	35
Tabela 11 - Custo de serviços com brita comercial, data-base maio/2019.....	36
Tabela 12 - Transição para obtenção de brita comercial.....	36
Tabela 13 - Cálculo da variação dos grupos do orçamento.....	40
Tabela 14 - Relação de novos serviços.....	42
Tabela 15 - Resumo do orçamento com as mudanças de projeto e variação.....	43
Tabela 16 - Relação de novos serviços.....	44
Tabela 17 - Variação dos materiais e valores.....	45

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Determinação da espessura do pavimento.....	25
Equação 2 - Cálculo da deflexão admissível.....	28
Equação 3 - Cálculo da espessura da camada betuminosa.....	29
Equação 4 - Determinação da espessura da base.....	29
Equação 5 - Determinação da espessura da camada de reforço.....	30



## LISTA DE SIGLAS

AASHTO	<i>American Association of State Highway Transportation Officials</i>
CBR	<i>California Bearing Ratio</i>
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado a Quente
DAER	Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem
DNER	Departamento Nacional de Estradas e Rodagens
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
EOP	Em Obra de Pavimentação
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISC	Índice de Suporte Califórnia
PIB	Produto Interno Bruto
PN	Preço Novo
SRE	Sistema Rodoviário Estadual
TA	Termo Aditivo
USACE	<i>United States Army Corps of Engineers</i>
VDM	Volume Diário Médio

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
1.1	HISTÓRICO DA ERS-118.....	10
1.2	SEGMENTOS DA RODOVIA ERS-118 ABORDADOS NESTE TRABALHO.....	11
1.3	PROJETO INICIAL X DIFICULDADES PARA EXECUTAR A OBRA...16	
1.4	ESTUDO DE TRÁFEGO 1992 E 2019.....	19
<b>2</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA DO PAVIMENTO</b> .....	23
2.1	PROJETO ELABORADO EM 1993.....	23
2.2	DIFICULDADES E SOLUÇÕES - PROJETO 1993 X 2019.....	32
<b>3</b>	<b>ANÁLISE ECONÔMICA</b> .....	34
3.1	REEQUILÍBRIO CONTRATUAL.....	34
3.2	REEQUILÍBRIO CONTRATUAL - SERVIÇOS DURANTE A OBRA....	39
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	47
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	48

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 HISTÓRICO DA ERS-118

A Rodovia ERS-118, também conhecida como Rodovia Estadual Mário Quintana, segundo a Lei Estadual nº 12.611, de 31 de outubro de 2006, está localizada, em sua totalidade, na região metropolitana de Porto Alegre-RS. Devido a sua localização, interliga importantes rodovias federais por onde movimenta boa parte da produção do estado, tanto a saída de manufaturas fabricadas na região, quanto insumos e alimentos que vêm do interior do estado para o abastecimento.

A autoestrada foi por muitos anos o foco do assunto entre população e poder público. As condições do pavimento com o passar dos anos foi piorando, se tornando intrafegável em certos pontos, uma condição peculiar resultado do tipo de placa de concreto utilizado no trecho agora duplicado. Os costumeiros congestionamentos não propiciavam aos moradores nem ao comércio a infraestrutura necessária para o desenvolvimento das redondezas. Desde então, foram iniciadas discussões sobre a duplicação da rodovia ERS-118 nos trechos de Sapucaia e Gravataí, obra que foi concluída apenas no ano de 2020, devido a dificuldade de gerenciar uma obra de ampliação com um fluxo muito grande de tráfego.

Contudo, 32,10% da extensão da rodovia tem apenas revestimento primário como camada mais superficial, como demonstrado na Figura 01, nos trechos com situação física de Em Obras de Pavimentação (EOP), retirada do Sistema Rodoviário Estadual (SRE). Estas áreas estão localizadas principalmente no município de Viamão e na zona sul de Porto Alegre. A pavimentação do trecho é essencial para o desenvolvimento das áreas lindeiras a esse trecho da rodovia. Viamão é caracterizado por ser um dos municípios mais extensos da região metropolitana, contudo isso não se concretiza no aspecto econômico, a cidade tem um índice muito baixo de Produto Interno Bruto (PIB) per capita de R\$ 15.830,63, mesmo em comparação com todo o estado. O município conta com uma média salarial de 2,4 salários-mínimos, abaixo da média da região metropolitana de Porto Alegre, os dados são conforme a plataforma Cidades do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

## 1.2 SEGMENTOS DA RODOVIA ERS-118 ABORDADOS NESTE TRABALHO

A rodovia estadual ERS-118 abrange uma das regiões importantes economicamente do estado. Ela interliga diversas rodovias federais, como a BR-116 e o trecho conhecido como Freeway da BR-290, além de iniciar a sua extensão na junção da BR-448 (Rodovia do Parque) com a supracitada BR-116. Ainda tem outra importante rota de acesso ao litoral pela ERS-040. Os trechos componentes da ERS-118, sob jurisdição do DAER, estão descritos na Figura 1.

Figura 1 - Planilha SRE com os trechos da ERS-118.

(continua)

<b>COD SRE</b>	<b>LOCAL INICIAL</b>	<b>LOCAL FINAL</b>	<b>KM INICIAL</b>	<b>KM FINAL</b>	<b>EXTENSÃO (km)</b>	<b>SITUAÇÃO FÍSICA*</b>	<b>ADMINISTRAÇÃO</b>
118ERS0010	ENTR. BRS-116 (P/ CANOAS)	SAPUCAIA DO SUL (AV. PRESIDENTE VARGAS)	0,00	1,00	1,00	DUP	DAER
118ERS0030	SAPUCAIA DO SUL (AV. PRESIDENTE VARGAS)	ENTR. ERS-010 (P/ CACHOEIRINHA)	1,00	9,86	8,86	DUP	DAER
118ERS0040	ENTR. ERS-010 (P/ CACHOEIRINHA)	ENTR. ERS-020 (P/ TAQUARA)	9,86	16,07	6,21	DUP	DAER
118ERS0050	ENTR. ERS-020 (P/ TAQUARA)	GRAVATAÍ	16,07	19,68	3,61	DUP	DAER
118ERS0070	GRAVATAÍ	ENTR. ERS-030 (P/ GLORINHA)	19,68	21,80	2,12	DUP	DAER
118ERS0090	ENTR. ERS-030 (P/ GLORINHA)	ENTR. BRS-290 (P/ PORTO ALEGRE)	21,80	22,23	0,43	DUP	DAER
118ERS0110	ENTR. BRS-290 (P/ PORTO ALEGRE)	ACESSO A ALVORADA	22,23	27,20	4,97	PAV	DAER
118ERS0120	ACESSO A ALVORADA	ENTR. ERS-762 (P/ AUTÓDROMO DE TARUMÃ)	27,20	34,68	7,48	PAV	DAER
118ERS0130	ENTR. ERS-762 (P/ AUTÓDROMO DE TARUMÃ)	ENTR. ERS-040 (P/ VIAMÃO)	34,68	38,23	3,55	PAV	DAER

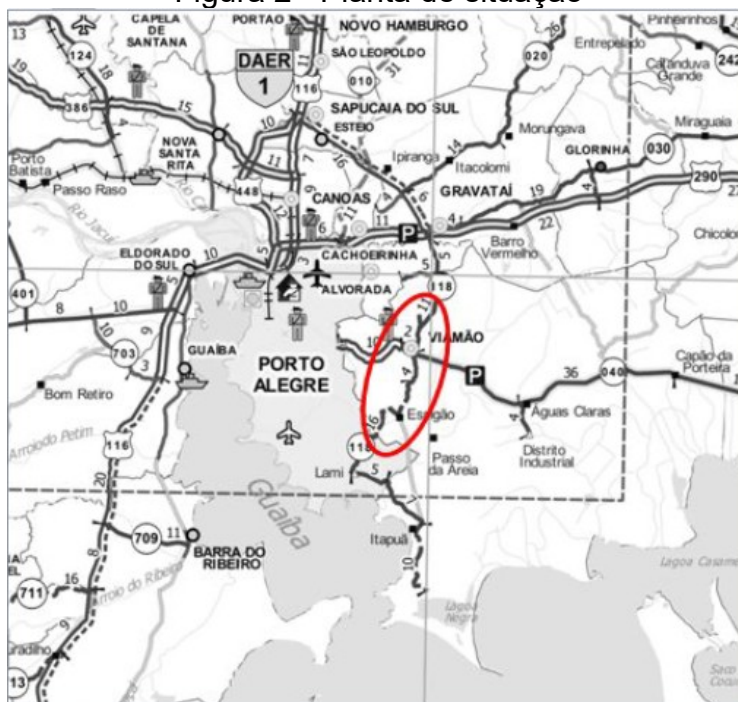
<b>COD SRE</b>	<b>LOCAL INICIAL</b>	<b>LOCAL FINAL</b>	<b>KM INICIAL</b>	<b>KM FINAL</b>	<b>EXTENSÃO (km)</b>	<b>SITUAÇÃO FÍSICA*</b>	<b>ADMINISTRAÇÃO</b>
118ERS0150	ENTR. ERS-040 (P/ VIAMÃO)	PASSO DO FIÚZA	38,23	39,52	1,29	PAV	DAER
118ERS0160	PASSO DO FIÚZA	ENTR. RUA MANOEL SANTANA (VIAMÃO)	39,52	42,52	3,00	PAV	DAER
118ERS0165	ENTR. RUA MANOEL SANTANA (VIAMÃO)	LAMI	42,52	58,42	15,90	EOP	DAER
<b>118ERS0170</b>	<b>LAMI</b>	<b>PASSO DO VAREJÃO</b>	<b>58,42</b>	<b>62,99</b>	<b>4,57</b>	<b>PAV</b>	<b>DAER</b>
118ERS0180	PASSO DO VAREJÃO	VILA ITAPUÃ	62,99	70,48	7,49	PAV	DAER
118ERS0190	VILA ITAPUÃ	HOSPITAL ITAPUÃ	70,48	80,38	9,90	EOP	DAER

Fonte: SRE, DAER/RS (2022c)

Segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), pela Freeway o volume de tráfego diário médio (VDM) é 16.570 veículos. Já na BR-116, no cruzamento da Scharlau, em São Leopoldo, passam em média 43.366 veículos por dia e pela Rodovia do Parque o VDM é de 6.170 veículos, de acordo com o Plano Nacional de Contagem de Tráfego (DNIT, 2019). Esse fluxo garante que a ERS-118 também tenha um grande tráfego, porém isso só se traduz para a parte pavimentada da rodovia.

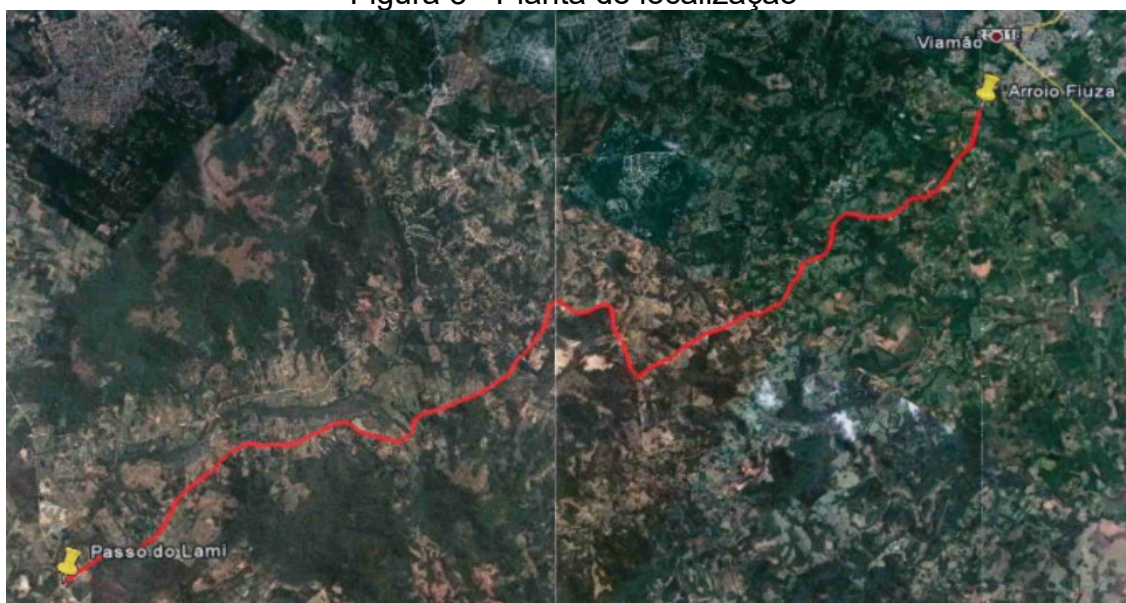
Através de dados levantados em 2018 presentes no SRE (DAER, 2022c), o trecho duplicado de Sapucaia do Sul a ERS-010 (Cachoeirinha) possui um VDM de 21.189 e o trecho pavimentado de Alvorada a ERS-762 de 10.592 veículos, contudo no trecho em obras apenas 2.108 veículos circulam por dia.

Figura 2 - Planta de situação



Fonte: Plano de obras SELT/DAER (2022b)

Figura 3 - Planta de localização



Fonte: Projeto 1993, PROA nº 21/0435-0015041-7 (2021)

O trecho em questão, situado pela Figura 2, tem uma extensão total de 18,991 km, a partir do Arroio Fiuza até o Passo do Lami, conforme Figura 3. A região é classificada como ondulada, ou seja, com uma média de rampas entre 2% e 4,5%. Possui um subtrecho de classe III, podendo assim ter uma velocidade diretriz de 60km/h, e outro de classe II, com uma velocidade diretriz de 70km/h. A classe é definida pelo volume de tráfego e pode ser observada na Figura 4, bem como os demais dados do projeto.



Figura 4 - Tabela de características técnicas da rodovia

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS							
		SEGMENTO 1			SEGMENTO 2		
CLASSE:		III			II		
EXTENSÃO TOTAL:		11.743,90			7.146,34		
REGIÃO:		ONDULADA			ONDULADA		
VELOCIDADE DIRETRIZ:		60 km/h			70 km/h		
FAIXA DE DOMÍNIO:		40,00 m			40,00 m		
RESTRIÇÃO DE ULTRAPASSAGEM:		420,00 m			490,00 m		
PLANIMETRIA							
RAIOS(m)	SEGM.	FREQ.	EXT(m)	%	FREQ.	EXT(m)	%
R ≤ 50							
50 < R ≤ 500		42	5.070,49	43,14	33	3.902,52	54,81
R > 500		12	865,27	7,38	4	397,56	5,56
TOTAL EM CURVA		54	5.935,76	50,50	37	4.300,08	60,17
TOTAL EM TANGENTE		54	5.818,38	49,50	38	2.846,26	39,83
TORTUOSIDADE TOTAL = 16,4127°/m.km							
TORTUOSIDADE MÉDIA = 0,8688°/m.km							
ALTIMETRIA							
RAMPAS(m)	SEGM.	FREQ.	EXT(m)	%	FREQ.	EXT(m)	%
i ≤ 1		13	4.411,37	37,53	6	2.090,00	29,25
1 < i ≤ 2		7	2.280,24	19,40	5	1.906,96	26,68
2 < i ≤ 3		5	1.540,00	13,10	3	1.880,00	26,30
3 < i ≤ 4		3	1.210,00	10,29	1	350,00	4,90
4 < i ≤ 5		1	137,53	1,17	1	78,08	1,09
5 < i ≤ 6		2	695,00	5,92	1	260,00	3,64
6 < i ≤ 7							
i > 8		2	950,00	8,08	1	480,00	6,72
TOTAL EM RAMPA		33	5.166,61	43,96	18	3.240,26	45,34
TOTAL EM CURVA		32	6.587,53	56,04	17	3.906,08	54,66
COMPRIMENTO VIRTUAL MÉDIO = 24.910,427 m							
COMPRIMENTO VIRTUAL EXTENSÃO REAL = 1,319							

Fonte: Projeto 1993, PROA nº 21/0435-0015041-7 (2021)

### 1.3 PROJETO INICIAL X DIFICULDADES PARA EXECUTAR A OBRA

O projeto de engenharia para o trecho foi concebido em 1993. Nesta época, o estado por meio do DAER, tinha um projeto ambicioso de modernizar a malha rodoviária estadual. A partir da segunda metade dos anos 90, muitos projetos foram elaborados, contudo vários deles não foram iniciados, como é o caso do trecho ERS-040 (Viamão) - Lami da ERS-118. Em decorrência desse fator, os projetos

acabaram defasados tanto em relação às condições locais, quanto às previsões de tráfego, que foram calculadas na época do projeto. Com o crescimento das regiões, principalmente no quesito populacional, as previsões que foram feitas para o cálculo do tráfego de projeto não refletem as reais mudanças da zona que alteraram drasticamente os dados.

Em Viamão, por exemplo, a população atual é de cerca de 250 mil habitantes, enquanto que em 1990 era apenas de 170 mil. Na época em que foi estudado o projeto e previsto seu volume de tráfego, a vida útil esperada não pode ser a mesma para a atual liberação da rodovia, pois o volume de tráfego atual é muito maior do que foi estimado a duas décadas atrás.

Neste caso, também há um aspecto importante no que tange a execução do projeto da rodovia pavimentada, a ocorrência da ocupação indevida do que é denominado de faixa de domínio da rodovia. O Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Rio Grande do Sul (DAER), delimita uma largura variável, neste caso 40m como na Figura 4, a partir do eixo da estrada que pertence ao Estado, o que é assegurado pelo Art. 99 do Código Civil Brasileiro, Lei nº 10.406 de 10 de janeiro de 2002.

Essa área não pode ser explorada sem que antes seja autorizada para uso privado, além disso, há diversas restrições em relação ao tipo de instalações que podem existir no local, de acordo com diversas leis e decisões normativas estaduais. Contudo, a realidade para o trecho de Viamão é muito diferente, várias propriedades lindeiras à rodovia estão invadindo, o que seria o limite da faixa de domínio. Como consequência dessas ações, o maior impacto no andamento dos serviços é em relação ao traçado geométrico, por menor que sejam as alterações necessárias, há sempre a necessidade de conferir a concordância do traçado e verificar se nenhum limite imposto pela norma foi excedido. Durante visitas ao canteiro de obras, foram constatados pontos onde tanto a invasão das propriedades, quanto da vegetação na faixa de domínio, podem acabar gerando situações em que a pista não atinja a largura mínima necessária, como pode ser observado na Figura 5 e Figura 6. Como solução foi empregado o uso de um aparelho moderno que funciona através de sinal GPS criando nuvens de pontos, esse processo é observado na Figura 7. Estes pontos permitem ao projetista ter uma maior precisão ao fazer a concordância entre o atual traçado e o futuro pavimento revestido.

Figura 5 - Foto da ERS-118 no KM 50, situação atual.



Fonte: Autor (2022)

Figura 6 - Foto do local da obra da ERS-118 no KM 43.



Fonte: Autor (2022)

Figura 7 - Levantamento de pontos topográficos, no KM 73 da ERS-118.



Fonte: Autor (2022)

Outra questão importante, levantada sobre a execução do projeto, é a sua estrutura. No dimensionamento do projeto original foi previsto uma camada de reforço do subleito, esta camada seria executada com solo provindo da região próxima ao local da obra. As jazidas que foram indicadas inicialmente apresentaram alguns problemas, ou não tinham material suficiente para suprir a obra, ou não possuíam a licença ambiental para sua operação. E outras jazidas, também da região, foram rejeitadas, devido ao baixo valor encontrado pelo ensaio de Índice Suporte Califórnia (ISC) e a alta quantidade de argila presente, o que não é bom para a consistência da estrutura. Sendo descartado o uso do saibro, a solução foi substituir por uma camada de sub-base de macadame seco.

#### 1.4 ESTUDO DE TRÁFEGO 1992 E 2019

Um dos dados primordiais para a elaboração de um projeto rodoviário é o número N. Este número N é definido como o número de eixos padrões, determinado no Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006b) como igual a 8,2t, para um determinado tempo de vida útil de projeto para o pavimento, em muitos casos de 10 ou 20 anos, o que depende da importância dada à rodovia a ser construída. Como método de obtenção deste valor, é necessário primeiramente realizar uma contagem de tráfego ou uma pesquisa de origem-destino, nos casos em que o trecho a ser pavimentado seja totalmente novo.

A partir dos dados obtidos, são levantados os tipos de veículos correspondentes e sua quantidade, após é calculado o valor de um fator de conversão da carga de cada eixo contado para um eixo padrão. No Brasil, o método mais usual para realizar esta conversão é o da *United States Army Corps of Engineers* (USACE), porém também pode ser utilizado o modelo da *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO). Estes dois métodos têm fundamentações bem diferentes, o que foi formulado pelo Corpo de Engenheiros se baseia na equivalência das cargas, que através de ábacos demonstra o quão maior é a carga em relação ao eixo padrão. O método da AASHTO foi desenvolvido para demonstrar a degradação do asfalto ocasionada por uma carga em relação ao que é esperado de um eixo padrão.

Para o projeto elaborado em 1993, foram levantados e calculados os dados conforme a Tabela 1. Em campo são contados os veículos que trafegam no trecho de estudo. Cada veículo está abrangido por uma categoria definida pela Instrução de Serviço para Estudos de Tráfego (DAER, 1994), que ainda atribui para cada categoria um valor de correção veicular para o cálculo do tráfego de projeto.

Tabela 1 - Dados de tráfego e cálculo do número N em 1992.

<b>DADOS DE TRÁFEGO EM 1992</b>		
<b>TIPO DE VEÍCULO</b>	<b>Contagem Subtrecho ERS-040 – Espigão</b>	<b>Contagem Subtrecho Espigão - Lami</b>
CARROS DE PASSEIO	656	883
ÔNIBUS	8	20
VEÍCULOS CARGA LEVES	37	29
VEÍCULOS CARGA MÉDIOS	65	132
VEÍCULOS CARGA PESADOS	20	88
VEÍC. CARGA ULTRA PESADOS	2	15
OUTROS	—	—
VDM (1995)	790	1164
VDM (2004)	1224	1806
VIDA ÚTIL	10 ANOS	10 ANOS
N (2004)	1,07x10 <sup>6</sup>	3,94x10 <sup>6</sup>

Fonte: Projeto 1993, PROA nº 21/0435-0015041-7 (2021)

Para o novo projeto, elaborado em 2021, foi preciso realizar um novo estudo de tráfego por conta da defasagem ocorrida nos 20 anos que se passaram. O método utilizado para a contagem de tráfego em 2019 foi baseado nas Contagens Volumétricas Classificadas que são feitas e publicadas pelo DAER periodicamente para a malha estadual. Para o trecho em questão, foram conduzidas quatro contagens volumétricas de 7 dias com 24 horas cada uma, em diferentes meses, a fim de se ter uma menor variabilidade sazonal nos resultados. Uma grande diferença entre os dois estudos de tráfego é a inexistência de dois segmentos na contagem de 2019, por conta de uma atualização cadastral dos trechos da rodovia no Sistema Rodoviário Estadual (SRE). Atualmente, o trecho não é mais subdividido pelo acesso a Espigão. Portanto, somente será obtido um número N para a rodovia em execução. Os resultados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Dados de tráfego e cálculo do número N em 2019.

<b>DADOS DE TRÁFEGO EM 2019</b>	
<b>TIPO DE VEÍCULO</b>	<b>CONTAGEM</b> Trecho ERS-040 - Lami
CARROS DE PASSEIO	2190
ÔNIBUS	34
VEÍCULOS CARGA LEVES	156
VEÍCULOS CARGA MÉDIOS	114
VEÍCULOS CARGA PESADOS	44
VEÍC. CARGA ULTRA PESADOS	23
COLETIVOS	34
VDM (2023)	2562
VDM (2032)	3975
VIDA ÚTIL	10 ANOS
N (2032)	3,80x10 <sup>6</sup>

Fonte: Projeto 2019, PROA nº 21/0435-0039762-5 (2021)

Como resultado, é possível ver uma relativa diminuição do valor de N para um determinado subtrecho da rodovia, especificado anteriormente. Contudo, este novo número N representa toda a extensão do novo pavimento e por consequência resulta em um maior carregamento médio da estrutura para o novo projeto. Vale ressaltar que apenas foram considerados eixos na chamada Carga Legal Máxima, sem nenhum tipo de sobrepeso, algo que demonstraria uma situação que é mais realista, contudo não está especificado na norma vigente (DAER, 2010).

Conforme a Tabela 03, observa-se as variações nas quantidades de cada categoria de veículo ocorrida entre os anos de 1993 e 2019. As categorias que são mais danosas ao pavimento, de acordo com os estudos da USACE e AASHTO, são as cargas pesadas e ultra-pesadas. Mesmo os veículos classificados como ultra pesados terem um percentual de crescimento maior, em termos absolutos a mudança não foi significativa, tal qual os veículos de carga pesada. Devido a isto, o número N não aumentou como o esperado com os dados de tráfego de 2019.

Tabela 3 - Demonstrativo de veículos em 1992 e 2019 e suas variações.

	<b>Passeio</b>	<b>Coletivo</b>	<b>Leve</b>	<b>Médio</b>	<b>Pesado</b>	<b>Ultra Pesado</b>
1992 - Trecho ERS-040 - Espigão	763	17	25	114	76	13
1992 - Trecho Espiçã - Lami	567	7	32	56	17	2
1992 - Média	665	12	29	85	47	8
2020 - Trecho	2190	34	156	114	44	23
Varição - TRECHO 1	187,02%	100,00%	524,00%	0,00%	-42,11%	76,92%
Varição - TRECHO 2	286,24%	385,71%	387,50%	103,57%	158,82%	1050,00%
Varição - MÉDIA	229,32%	183,33%	437,93%	34,12%	-6,38%	187,50%

Fonte: Autor (2022)

## 2 DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA DO PAVIMENTO

Com a análise do tráfego realizada anteriormente, é possível realizar o dimensionamento da estrutura do pavimento. A primeira análise a ser feita, é sobre o aumento de tráfego de veículos não gerar um grande aumento de carga, ou seja repetições de eixo-padrão para o pavimento, mantendo assim a mesma ordem de grandeza.

### 2.1 PROJETO ELABORADO EM 1993

A primeira camada possível de ser determinada é o revestimento, para isso, foi utilizado inicialmente o antigo método do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), conhecido também como Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis ou Método Eng.º Murillo Lopes de Souza. Este método é baseado nos estudos feitos nos Estados Unidos pela AASHTO e pelo Corpo de Engenheiros (USACE), e permite o dimensionamento a partir de uma equivalência estrutural das camadas e de uma espessura necessária para a proteção de cada camada subsequente.

Tabela 4 - Espessura mínima de revestimento betuminoso.

<b>N</b>	<b>Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso</b>
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

Fonte: DNIT (2006a).

Portanto, segundo a Tabela 4, retirada do Manual de Pavimentação do DNIT (DNIT, 2006a), qualquer um dos Números N calculados gera a mesma espessura mínima de CBUQ para o revestimento da rodovia. Foi adotado, preliminarmente, a espessura de 5cm para a camada, até que seja feita a conferência através do



método da resiliência. Determinada a espessura, foi preciso, também, definir o coeficiente de equivalência estrutural da camada.

Tabela 5 - Coeficiente de equivalência estrutural.

<b>Componentes do pavimento</b>	<b>Coeficiente K</b>
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,20
<b>Camadas granulares</b>	<b>1,00</b>
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 kg/cm	1,70
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 kg/cm e 28 kg/cm	1,40
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 kg/cm e 21 kg/cm	1,20

Fonte: DNIT (2006a).

Pela Tabela 5, retirada do mesmo manual, foi obtido o coeficiente K igual a 2,00 para o concreto asfáltico. Isso significa que em comparação com uma camada granular, tomada como base do coeficiente, a camada asfáltica equivale ao dobro em termos de resistência estrutural. Seguindo o processo de dimensionamento, foi necessário determinar as alturas necessárias para proteção das camadas inferiores. Essa espessura é dependente do ISC da camada, pois quanto maior o valor, mais resistente é a camada e menor a espessura necessária, e, também, do Número N, já que uma maior carga gera maiores espessuras para amortecê-la. O cálculo pode ser feito, tanto pelo ábaco Figura 8, quanto pela Equação 1 que representa as linhas do ábaco.

Equação 1 - Determinação da espessura do pavimento.

$$H = 77,67 * N^{0,0482} * CBR^{-0,598} \quad (1)$$

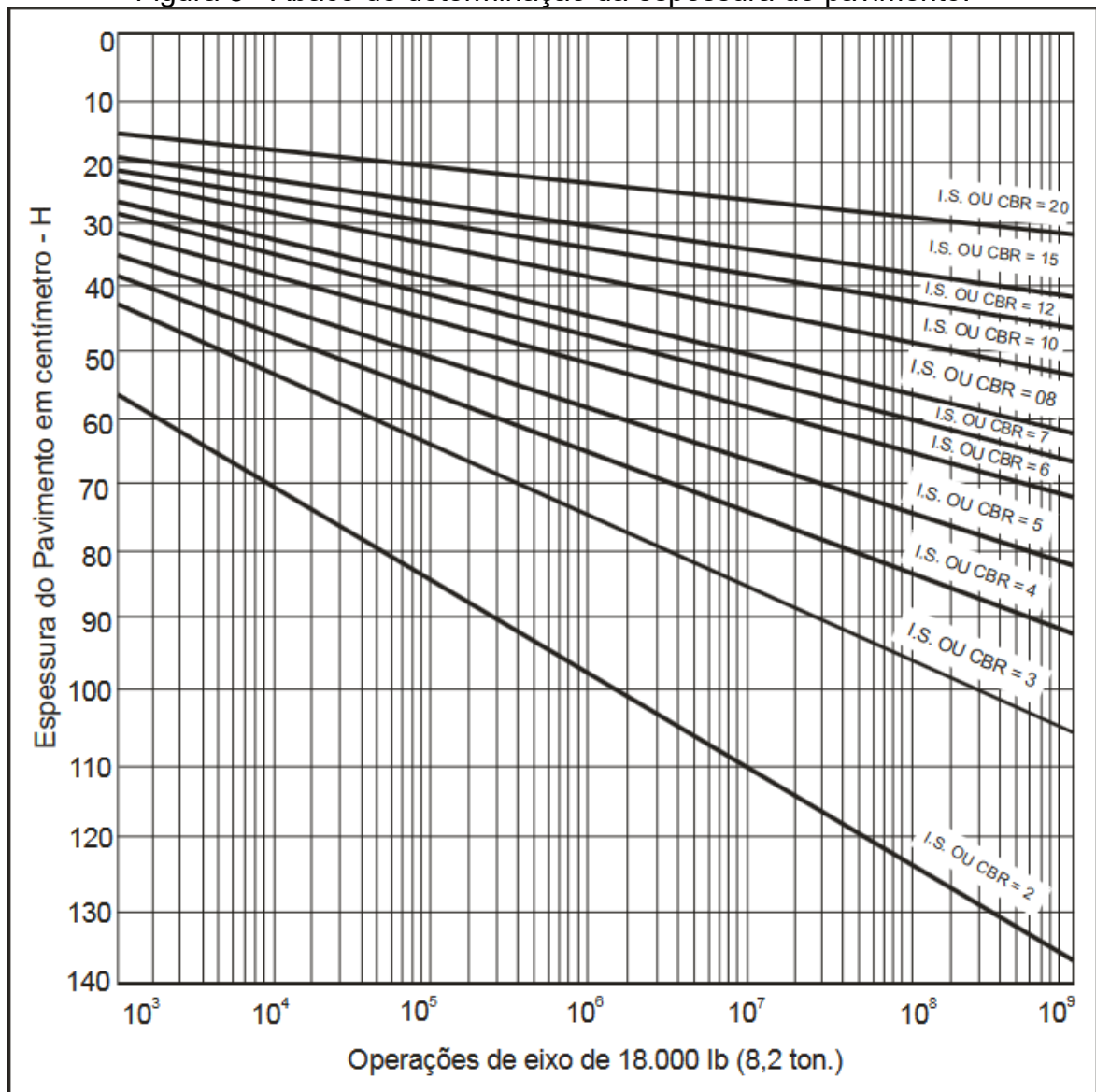
Fonte: DNER (1996)

Onde: H - Espessura do Pavimento [cm];

N - Número N [operações de eixo-padrão];

CBR - Índice de Suporte Califórnia [%].

Figura 8 - Ábaco de determinação da espessura do pavimento.



Fonte: DNIT (2006b).

Para a terminologia, é usualmente empregado R e B para as espessuras de revestimento e base, respectivamente. Já para as camadas subsequentes, é

utilizado  $m$  e  $n$  para se referir ao CBR do subleito e do reforço do subleito, respectivamente, e por tanto as suas espessuras são representadas como  $h_m$  e  $h_n$ . No caso da sub-base, mesmo que esta tenha um CBR superior ao mínimo de 20%, a base do cálculo é em relação a este mínimo, portanto a espessura é denominada como  $h_{20}$ . Com todos os dados, são aplicadas as inequações da Figura 9 com os valores para se determinar uma espessura mínima que cada camada deve ter. Além de atender a esta espessura calculada, a camada deve respeitar a espessura mínima construtiva, que para as camadas granulares é 15cm (DNIT, 2006b).

Figura 9 - Inequações de espessura das camadas.

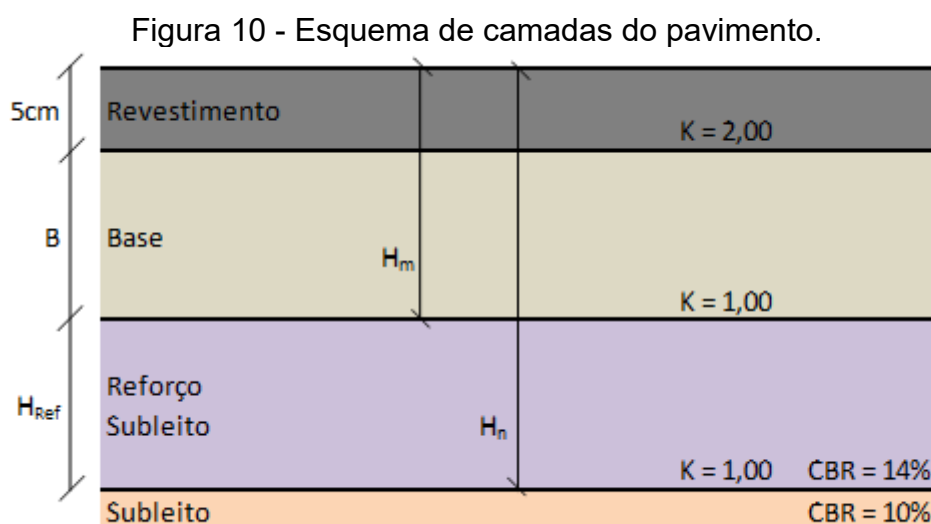
$$RK_R + BK_B \geq H_{20}$$

$$RK_R + BK_B + h_{20} K_s \geq H_n$$

$$RK_R + BK_B + h_{20} K_s + h_n K_{Ref} \geq H_m$$

Fonte: DNIT (2006b).

Para o dimensionamento, já foi determinado 5cm para a espessura do CBUQ e o coeficiente da camada é igual a 2, dado pela Tabela 5. Como material de base, o projetista especifica a utilização de brita graduada simples, por ser um material de execução mecanizada e, portanto, possibilitar um melhor controle tecnológico da fiscalização e do apoio técnico ao DAER. Foi optado pela não utilização de camada de sub-base, somente uma camada de reforço do subleito, composta por saibro de jazidas da região. Desta forma, temos os seguintes dados de entrada, como demonstra a Figura 10.



Fonte: Autor (2022)

As espessuras solicitadas pelas camadas de reforço e de subleito são calculadas a partir dos Índices de Suporte Califórnia e da pior situação de carregamento do pavimento pelo tráfego ( $3,94 \times 10^6$  eixos padrão), o resultado dos cálculos estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Dados de entrada.

Dados de entrada	Espessura
$H_n$	34cm
$H_m$	41cm
$H_{20}$	27cm

Fonte: Autor (2022)

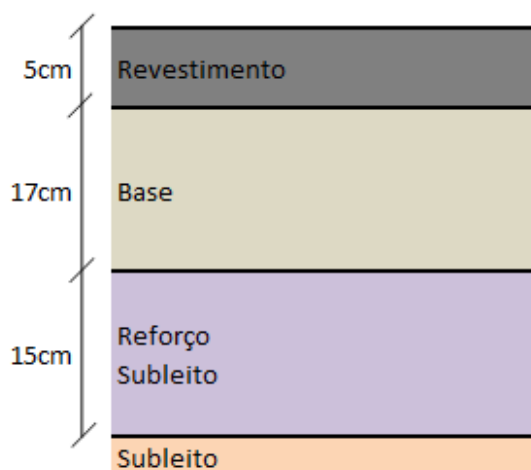
Com os dados da Tabela 6, foram aplicadas as inequações da Figura 9, para determinar as espessuras das camadas de base e de reforço.

$$5,00 \cdot 2,00 + B \cdot 1,00 \geq 27 \quad B \geq 17 \text{ cm};$$

$$5,00 \cdot 2,00 + 17,00 \cdot 1,00 + h_{\text{Ref}} \cdot 1,00 \geq 41 \quad h_{\text{Ref}} \geq 14 \text{ cm}$$

Calculado, portanto, as espessuras das camadas do pavimento, porém como ambas são camadas granulares devem, também, atender ao mínimo de 15cm, o que não ocorre para o reforço do subleito. As espessuras adotadas estão demonstradas a seguir na Figura 11.

Figura 11 - Estrutura do pavimento, 1993 (Método Murillo (DNER, 1981)).



Fonte: Autor (2022)

Para realizar a verificação do cálculo anterior foi empregado o uso do Método da Resiliência, também elaborado pelo antigo DNER e baseado em estudos da AASHTO e USACE. Como não há camada de pavimento no local, não é possível obter uma deflexão característica, assim o método se inicia com o cálculo da deflexão admissível de projeto em função do Número N através da Equação 2.

Equação 2 - Cálculo da deflexão admissível

$$\log D_{adm} = 3,148 - 0,188 * \log N \quad (2)$$

Fonte: DNER (1996).

Assim, resultando em uma deflexão de projeto igual a  $81,47 \times 10^{-2}$  mm. Antes de proceder o cálculo da espessura de revestimento, foi preciso classificar o solo quanto ao CBR e a quantidade de silte de acordo com a Tabela 7.

Tabela 7 - Classificação do tipo de solo.

CBR	S%		
	≤ 35	35 - 65	≥ 65
≤5	III	III	III
6 - 9	II	II	III
≥10	I	II	III

Fonte: DNER (1996).

Realizados os ensaios com amostras do subleito foi encontrado um valor menor do que 65%, então foi adotado o Tipo de Solo II, conforme a Tabela 7. Com o tipo de solo, a partir da Tabela 8 são determinados os coeficientes I1 e I2 para o cálculo da espessura da camada betuminosa.

Tabela 8 - Valores I1 e I2.

	I1	I2
<b>Tipo I</b>	0	0
<b>Tipo II</b>	1	0
<b>Tipo III</b>	0	1

Fonte: DNER (1996).

Equação 3 - Cálculo da espessura da camada betuminosa.

$$H_{cb} = -5,737 + \frac{807,961}{D} + 0,972 * I1 + 4,101 * I2 \quad (3)$$

Fonte: DNER (1996).

O resultado do cálculo da Equação 3 é uma camada de 5,152cm que foi arredondada para 5cm por questões práticas executivas, sem perdas significantes na resistência. Para o método, também, é adotado um Valor Estrutural de Equivalência para a camada de concreto asfáltico, dada pela Tabela 9. Semelhante ao método do Eng.º Murillo, as espessuras equivalentes ao subleito e à sub-base ou reforço são denominadas, respectivamente como,  $H_{t1}$  e  $H_{t2}$ , que assumem o mesmo valor de  $h_m$  e  $h_n$  calculados anteriormente. Portanto, a camada de base somada com o revestimento deve satisfazer a espessura para o reforço do subleito, como demonstra a Equação 4. E a última camada da estrutura é dada pela Equação 5 apresentada pelo método.

Tabela 9 - Coeficiente estrutural do Concreto Asfáltico.

Subleito	Número N				
	$10^4$	$10^5$	$10^6$	$10^7$	$10^8$
<b>Tipo I</b>	4,0	4,0	3,4	2,8	2,8
<b>Tipo II</b>	3,0	3,0	3,0	2,8	2,8
<b>Tipo III</b>	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0

Fonte: Autor (2022)

Equação 4 - Determinação da espessura da base.

$$H_b = H_{t2} - H_{cb} * VE = 34 - 5 * 3,0 = 19 \text{ cm} \quad (4)$$

Fonte: DNER (1996).

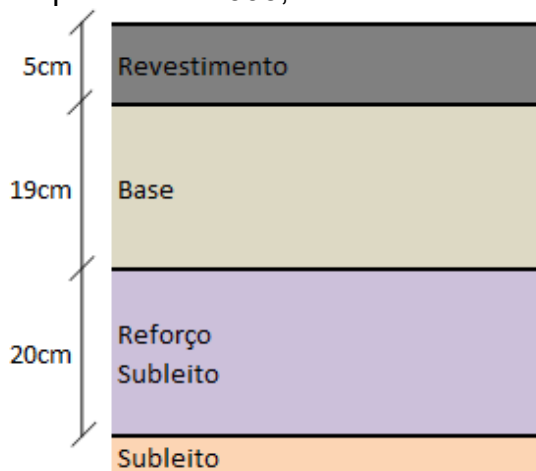
Equação 5 - Determinação da espessura da camada de reforço.

$$H_{Ref} = (H_{t1} - H_{t2}) / 0,7 = (41 - 34) / 0,7 = 10 \text{ cm} \quad (5)$$

Fonte: DNER (1996).

Em relação ao tamanho da camada de reforço, foi preconizado pela metodologia um mínimo de 20cm, que deve ser adotado como espessura neste caso.

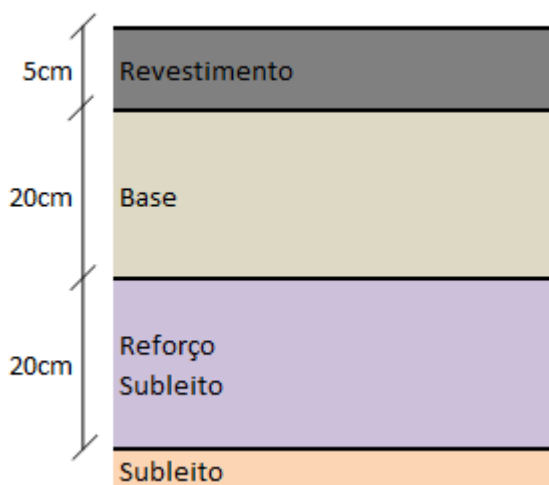
Figura 12 - Estrutura do pavimento 1993, Método da Resiliência (DNER, 1996).



Fonte: Autor (2022)

A Figura 12, por fim, apresenta o resultado do dimensionamento pelo Método da Resiliência. Em comparação, as espessuras das camadas foram maiores utilizando o segundo método, especialmente o reforço do subleito. De acordo com as boas práticas e indo a favor da segurança, foi recomendado, e foi adotado a solução construtiva apresentada na Figura 13.

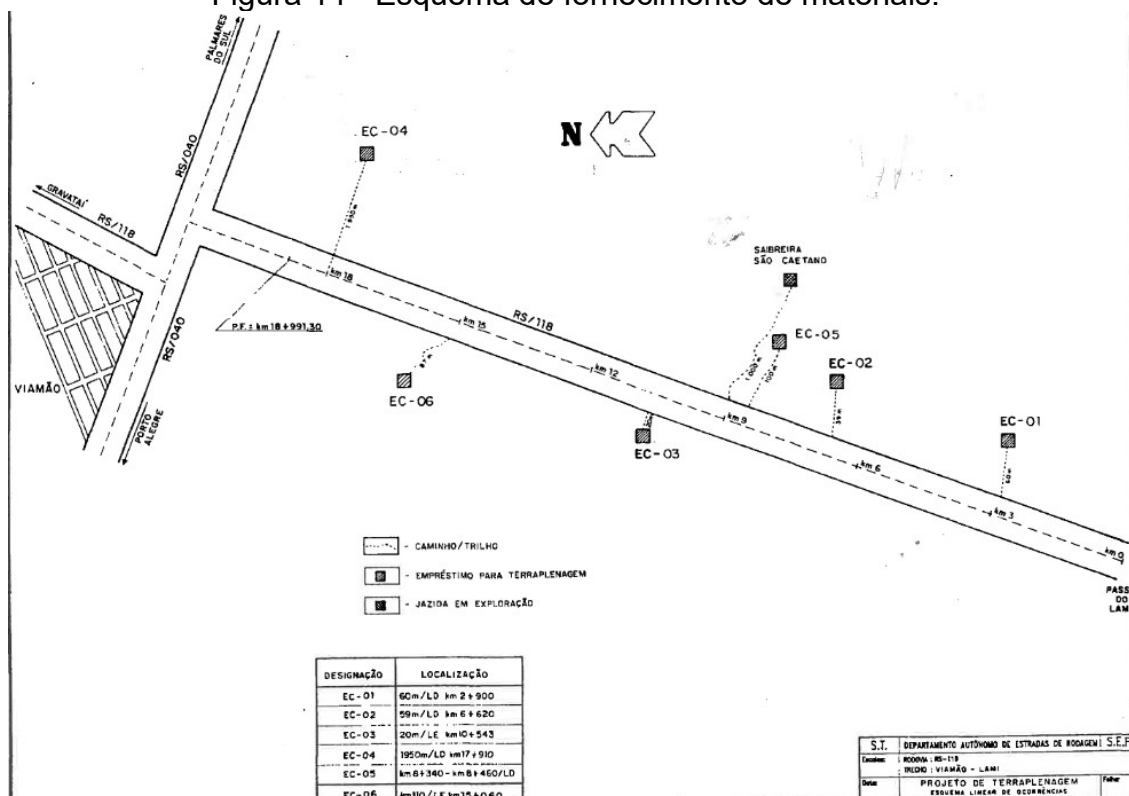
Figura 13 - Estrutura de camadas do pavimento, adotado em 1993.



Fonte: Autor (2022)

Contudo, estes dados e dimensionamentos foram realizados em 1993. A administração pública, quando da licitação do contrato de execução da obra em 2010, utilizou o projeto já existente. Isso gerou problemas no que tange o fornecimento do material, pois no projeto já estavam especificadas as jazidas e os bota-foras que seriam utilizados durante a obra.

Figura 14 - Esquema de fornecimento de materiais.



Fonte: Projeto de Engenharia, PROA nº 21/0435-0015041-7 (2021).



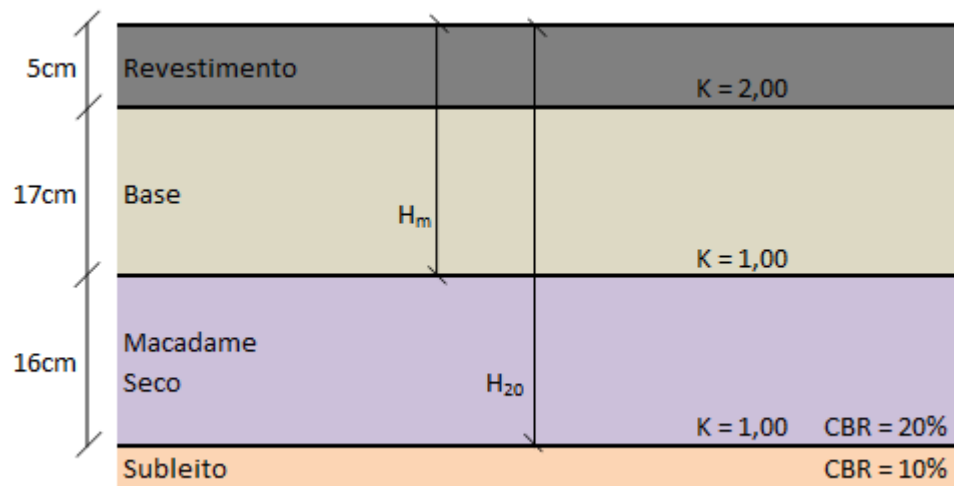
## 2.2 DIFICULDADES E SOLUÇÕES - PROJETO 1993 X 2019

Questões quanto a perda de disponibilidade de material, com o passar dos anos, e alguns casos a perda de licença ambiental para funcionamento, resultaram que parte dessas origens e destino de materiais se tornaram inviáveis para utilização. Isto em conjunto com a presença de diversos corpos d'água ao longo das propriedades à beira da estrada, que vêm provocando a drenagem da água subsuperficial para dentro do leito da rodovia, obrigou o DAER e seu apoio técnico a buscarem, não apenas, outros locais com o mesmo material disponível, mas uma outra solução construtiva. Foi levantado então a substituição da camada de reforço de saibro por uma sub-base de macadame seco sobre o subleito.

Devido a essa mudança, a estrutura precisou ser redimensionada. Todavia, atualmente o Método da Resiliência não vigora mais pelo DNIT, o Manual de Pavimentação (DNIT, 2006a) preconiza somente o uso do Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis e o novo método MeDiNa. Neste novo cálculo, as espessuras encontradas serão semelhantes àsquelas de 1993, calculadas pelo Método de projeto de pavimentos flexíveis.

A substituição da camada de saibro por macadame seco tem pouca interferência nas espessuras obtidas, uma vez que ambas são consideradas camadas granulares no dimensionamento do pavimento no projeto de 1993, bem como o de 2019. Haverá uma pequena diferença por questões de execução, pois o macadame seco tem uma espessura mínima construtiva de 16cm e máxima de 21cm (DAER, 1998). Assim, temos a estrutura adotada na Figura 15.

Figura 15 - Estrutura de camadas do pavimento, adotado atualmente.



Fonte: Autor (2022)

### 3 ANÁLISE ECONÔMICA

#### 3.1 REEQUILÍBRIO CONTRATUAL

Como consequência das diversas questões e modificações descritas anteriormente, o contrato inicial entre a empresa contratada e o DAER foi significativamente alterado. O contrato inicial foi firmado em 2010, onde utilizou as premissas, detalhamentos e projetos elaborados em 1993. Somente essa decorrência de tempo de quase 2 décadas já acarretaria a necessidade de ajustes ao projeto de engenharia, pois as condições do terreno são totalmente diferentes do que foi encontrado anteriormente, as tecnologias foram aprimoradas e desenvolvidas podendo ser empregadas com maior facilidade.

Figura 16 - Quantidades e orçamento, 1993.

QUANTIDADES E ORÇAMENTO							
DESCRIÇÃO	DTM	UNID.	QUANTIDADE	QUANT./km	CUSTO (US\$ 1.000)		
					TOTAL	/km	%
<b>1 - TERRAPLENAGEM</b>					1.001,61	52,99	21,23
Escavação, Carga e Transporte de:							
- Material 1ª Categoria		m³	249.180	13.184,13	743,05	39,31	15,75
- Material 2ª Categoria		m³					
- Material 3ª Categoria		m³	2.080	108,99	22,41	1,18	0,48
Remoção de Solos Moles		m³					
Outros					236,15	12,49	5,00
<b>2 - DRENAGEM SUPERFICIAL E OAC</b>					558,09	29,53	11,82
Bueiros Tubulares		m	365	19,31	53,54	2,83	1,13
Bueiros Calulares		m	48	2,54	69,79	3,69	1,48
Sarjetas de Concreto		m	11.230	594,18	111,50	5,90	2,36
Outros					323,26	17,10	6,85
<b>3 - DRENAGEM SUBSUP. E PROFUNDA</b>					283,95	15,02	6,01
Drenos Subsup. e Rasos		m	496	26,2	2,81	0,15	0,06
Canaleta Drenante		m³					
Drenos Profundos		m	9.778	13.184,13	244,63	12,94	5,18
Outros					36,51	1,93	0,77
<b>4 - PAVIMENTAÇÃO</b>					2.644,46	139,92	56,05
Sub-base:		m³					
Base:		m³	40.139	2.123,76	938,02	49,63	19,88
Revestimento pista:		m³	8.154	431,43	490,14	25,93	10,39
Revestimento acostamento:		m³	2.804	137,78	156,20	8,26	3,31
Ligante		t	1.770	93,65	285,60	14,05	5,63
Outros					794,50	42,03	16,84
<b>5 - OBRAS COMPLEMENTARES</b>					90,75	4,80	1,93
Defensas		m					
Elevamento		m³	43.000	2.275,13	84,28	4,46	1,79
Outros					6,47	0,34	0,14
<b>6 - SINALIZAÇÃO</b>					139,48	7,38	2,96
Horizontal		m²	2.411	127,57	57,84	3,08	1,23
Vertical		m²	341	18,04	53,43	2,83	1,13
Outros					28,21	1,49	0,60

VOLUME DE TERRAPLENAGEM = 251.240 VALOR DO DOLAR: Cr\$ 80,85  
 CUSTO TOTAL (US\$ 1.000) = 4.718,34  
 CUSTO / km (US\$ 1.000) = 249,85

Fonte: Projeto de 1993, PROA nº 21/0435-0015041-7 (2021).

A Figura 16 apresenta um *data sheet* com as quantidades elaboradas para o projeto com data-base em agosto de 1993. A sua função é dar uma base

orçamentária para os governantes tomarem decisões sobre o investimento público. Neste sentido, a planilha apresenta valores em dólar, já que no ano de 1993 o país vivia um momento conhecido como hiperinflação. Uma vez que a moeda americana mantinha-se mais estável, os projetos financeiros podiam ser melhor comparados sem que houvessem grandes flutuações nos valores. Contudo, para fins de análise atual, o *data sheet* permite apenas concluir sobre alguns quantitativos retirados do projeto original, os quais virão a ser utilizados no contrato inicial firmado pela autarquia.

A Tabela 10 demonstra o resumo dos valores obtidos para o contrato inicial (2010).

Tabela 10 - Resumo do orçamento, data-base março/2009.

<b>RESUMO DE ORÇAMENTO - DB MAR/09</b>	
TERRAPLENAGEM	R\$ 3.136.399,77
PAVIMENTAÇÃO CONSERVAÇÃO	R\$ 6.776.272,31
RODOVIÁRIA	R\$ 454.284,40
DRENAGEM	R\$ 3.519.725,28
SINALIZAÇÃO	R\$ 261.176,64
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 14.147.858,40</b>

Fonte: Autor (2022)

Para sua elaboração, foram retirados os dados de quantidade de material e serviços do projeto antigo e empregados os preços unitários conforme dispostos na Tabela do DAER, elaborados pela equipe econômica.

Como foi apresentado previamente, a primeira alteração no valor contratual veio por razão da falta ou inoperância das jazidas indicadas pelo projeto, a solução adotada, que é bastante usual em casos como este, foi a substituição do modelo de obtenção da brita produzida para comercial. Essa mudança gera para a autarquia um custo maior na aquisição da brita comercial, uma vez que o produto já vem pronto, mas em compensação não é necessário a instalação de uma estação de britagem por parte da contratada que refletiria seu custo ao DAER. Estes custos estão demonstrados na Tabela 11, com data-base maio/2019.

Tabela 11 - Custo de serviços com brita comercial, data-base maio/2019.

<b>Custo de Serviços com Brita Produzida e Brita Comercial (DB Maio/2019)</b>			
<b>Item</b>	<b>Descrição de Serviço</b>	<b>Unid.</b>	<b>Custo Unit.</b>
2.1.3	SUB-BASE OU BASE BRITA GRADUADA	m <sup>3</sup>	67,02
P.N.2.1.3B	SUB-BASE OU BASE BRITA GRADUADA BRITA COMERCIAL	m <sup>3</sup>	89,99
2.1.5	CONCRETO BETUMINOSO USINADO QUENTE SOBRE BASE GRANULAR	m <sup>3</sup>	184,73
P.N.2.1.5B	CONCRETO BETUMINOSO USINADO QUENTE SOBRE BASE GRANULAR BRITA COMERCIAL	m <sup>3</sup>	218,46

Fonte: Autor (2022)

Para a camada de base de brita graduada simples, houve uma repercussão financeira de 34% sobre seu próprio valor, enquanto para o CBUQ o aumento foi um pouco menor, de 18%. Como demonstra a Tabela 12, inicialmente, somente parte da quantidade de cada serviço foi transformada para o modelo de obtenção comercial, contudo durante o reequilíbrio pelo qual o contrato passou, o restante da quantidade a ser medida foi também adicionada ao novo preço. Além disso, foi calculado a porcentagem que os serviços representam sobre os respectivos valores totais do contrato. No reequilíbrio este percentual diminuiu por conta da diminuição de quantitativo e do aumento do valor do contrato.

Tabela 12 - Transição para obtenção de brita comercial.

<b>ITEM/QUANTIDADE</b>	<b>QUANTIDADE INICIAL</b>	<b>PRIMEIRO TERMO ADITIVO</b>	<b>REEQUILÍBRIO</b>
BASE BRITA GRADUADA	37.636 + 0	26.636 + 11.000	0 + 30.623,96
CBUQ SOBRE BASE GRANULAR	10.142 + 0	7.392 + 2.750	0 + 8.549,61
PCT CONJUNTA SOBRE O TOTAL	33,38%	33,51%	25,14%

Fonte: Autor (2022)

Sobre o reequilíbrio do contrato, foi instaurado um processo para tratar do assunto em 2021, uma vez que estava sendo planejada a retomada das atividades da obra pelo Plano de Obras 2021/22 do governo do estado. Para o reequilíbrio, foram levantadas as quantidades de serviços já medidos no contrato para serem

abatidas das novas quantidades, porém, há atividades onde foram medidos valores maiores do que os estabelecidos em contrato. Assim, foram definidos alguns serviços que a fiscalização julgou menos essencial, com propósito de diminuir a nova quantidade sem que seja extrapolado o valor do saldo total do grupo do orçamento. Obtido as quantidades para o contrato reequilibrado, são calculados dois valores, um com base na tabela de preços do DAER e outro usando os valores pelos índices de reajustamento de obras do DNIT. A partir do novo total, foi possível determinar os recursos necessários para o término da obra, incluída no Plano de Obra 2021/22, como apresentado na Figura 17.

Foi tomada como nova data base para o contrato, maio de 2019, pois foi quando se deu a última publicação da tabela do DAER. Nos anos seguintes foram elaboradas novas diretrizes para incorporar a utilização do SICRO-DNIT nos contratos feitos pelo departamento, todavia este é um processo lento e gradual, visto que ainda há muitos contratos firmados prévios a esta nova determinação. Desta forma, foi tomado como novo preço do contrato, o valor medido e reajustado somado ao menor valor entre o saldo com preços do DAER e o saldo com preços reajustados pelo DNIT.

Figura 17 - Recursos investidos na obra no Plano de Obras 2021/22.

LIGAÇÕES REGIONAIS							
 <b>R\$ 17.672.378</b> Recursos necessários para conclusão de 1 ligação regional no ano de 2022							
Obra	Extensão km	Inicial 2021		Previsto 2021		Previsto 2022	
		R\$	km	R\$	km	R\$	km
Viamão - Porto Alegre (Lami), na ERS-118	18,90	-	-	4.499.550	3,50	13.172.828	11,00
<b>TOTAL</b>	<b>18,90</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>4.499.550</b>	<b>3,50</b>	<b>13.172.828</b>	<b>11,00</b>
<b>TOTAL DE RECURSOS</b>						<b>17.672.378</b>	

Fonte: DAER/RS (2022c)

### 3.2 REEQUILÍBRIO CONTRATUAL - SERVIÇOS DURANTE A OBRA

Além do reequilíbrio contratual, foram adicionados serviços de suma importância para a execução do objeto de contrato, que é a pavimentação da rodovia. Estes serviços representam as novas soluções adotadas no projeto e alternativas para questões que vão sendo levantadas em campo ao longo da própria execução. Há então, mais um aspecto que refletirá no valor do contrato.

Tabela 13 - Cálculo da variação dos grupos do orçamento.

Grupo do Orçamento	Valor Inicial (R\$) - DB MAR/2009	Porcentagem de Serviços Medidos	Índices de Reajustamento - MAR/2009	Índices de Reajustamento - MAI/2019	Fator de Correção	Valor Reajustado (R\$) - DB MAI/2019	Valor Reequilibrado (R\$) - DB MAI/2019	Varição Reajustado/Reequilibrado
TERRAPLENAGEM	3.136.399,77	33,98%	340,584	541,869	0,590999	4.990.008,89	4.396.099,51	-11,90%
PAVIMENTAÇÃO	6.776.272,31	21,06%	413,511	630,451	0,524629	10.331.301,27	11.304.127,99	9,42%
CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA	454.284,40	60,96%	194,350	300,711	0,547265	702.898,35	625.356,29	-11,03%
DRENAGEM	3.519.725,28	13,82%	205,678	306,954	0,492400	5.252.838,00	5.318.304,33	1,25%
SINALIZAÇÃO	261.176,64	15,79%	199,016	309,460	0,554950	406.116,61	397.904,24	-2,02%
TOTAL	14.147.858,40	23,31%				21.683.163,12	22.041.792,36	1,65%

Fonte: Autor (2022)



A Tabela 13 demonstra as variações financeiras do contrato que decorreram do processo de reequilíbrio. A partir do valor inicial do contrato, de março/2009, foi realizado um comparativo do seu valor reajustado para a nova data-base de contrato, maio/2019, e do valor calculado no reequilíbrio contratual. Para tal, foram empregados os índices de reajustamentos de obras rodoviárias (DNIT, 2022) de acordo com as duas datas-base de estudo. Na comparação, a maioria dos grupos do orçamento sofreu alterações negativas, isso se deve à quantidade de serviços medidos durante a execução da obra.

As atividades de terraplenagem e de conservação rodoviária, que compreendem as etapas iniciais, apresentaram uma porcentagem maior de valor medido em relação aos outros grupos do orçamento, por isso sofrem uma redução do valor ao final do reequilíbrio em relação ao valor reajustado, mesmo que ao final o valor total do contrato tenha resultado em um pequeno aumento.

No caso dos serviços de pavimentação, principalmente, a variação positiva foi resultado da adição de itens ao grupo. Na Tabela 14 são listados todos os serviços acrescidos ao contrato, e demonstrados o seu impacto no valor global. Precisamente, os serviços de pavimentação são os mais expressivos. A inclusão desses serviços foi necessária, uma vez que a viabilidade de obtenção da brita comercial se tornou mais atrativa do que a sua produção com uma estação de britagem.

Tabela 14 - Relação de novos serviços.

G1	Descrição Serviços Contrato AJ/TP/048/11	Un.	Quantidade	Preço	Valor	%/Total
<b>TERRAPLENAGEM</b>						
P.N.1.1.18	DESTOCAMENTO ÁRVORES C/ D>30cm	un	180,000	111,85	20.133,00	0,09%
P.N.1.1.19	DESGALHAMENTO, CORTE EM TORAS E EMPILHAMENTO DE ÁRVORES	m³	430,000	159,88	68.748,40	0,31%
P.N.1.1.20	Carga Transp Esp. Mat Decap. p/ recomp. Amb. Jaz. 1300<DMT<2000	m³	2.000,000	11,66	23.320,00	0,11%
P.N.1.1.21	Carga Transp Esp. Mat Decap. p/ recomp. Amb. Jaz. 2000<DMT<3000	m³	1.500,000	15,12	22.680,00	0,10%
P.N.1.1.22	REVESTIMENTO PRIMÁRIO MAT 1Æ CAT - exclusive transporte	m³	900,000	7,43	6.687,00	0,03%
P.N.1.1.23	REMOÇÃO TUBOS D=0,40m	m	80,000	35,06	2.804,80	0,01%
P.N.1.1.24	REMOÇÃO TUBOS D=0,60m	m	70,000	35,57	2.489,90	0,01%
P.N.1.1.25	REMOÇÃO TUBOS D=0,80m	m	40,000	75,07	3.002,80	0,01%
P.N.1.1.26	REMOÇÃO CERCAS	m	10.000,000	5,27	52.700,00	0,24%
P.N.1.1.27	TRANSPLANTE VEGETAIS PORTE MÍNIMO (VEGETAIS PEQUENOS OU INDIVÍDU	un	52,000	867,57	45.113,64	0,20%
P.N.1.1.28	TRANSPLANTE VEGETAIS PORTE PEQUENO (JERIVÁ, BUTIAZEIRO ATÉ ALTUR	un	14,000	1.339,97	18.759,58	0,09%
P.N.1.1.29	TRANSPLANTE VEGETAIS PORTE MÉDIO (JERIVÁ, BUTIAZEIRO ALTURA TRON	un	16,000	2.034,92	32.558,72	0,15%
P.N.1.1.30	TRANSPLANTE VEGETAIS PORTE GRANDE (JERIVÁ, BUTIAZEIRO ALTURA TRO	un	4,000	3.445,22	13.780,88	0,06%
P.N.1.1.31	TRANSPLANTE VEGETAIS PORTE EXCEPCIONAL (FIGUEIRA JOVEM ALTURA TO	un	5,000	6.887,26	34.436,30	0,16%
P.N.1.1.32	Plantio de Mudas Árvores e Arbustos 0.30m<h<0.50m	un	3.200,000	11,16	35.712,00	0,16%
P.N.1.1.33	Plantio de Mudas Árvores e Arbustos h>0.50m	un	800,000	12,31	9.848,00	0,04%
P.N.1.1.35	CAMINHÃO BASCULANTE 6m³ COM VIGA BENCKELMANN - custo horário imp	h	47,000	51,49	2.420,03	0,01%
P.N.1.1.36	CAMINHÃO BASCULANTE 6m³ COM VIGA BENCKELMANN - custo horário pro	h	174,000	147,49	25.663,26	0,12%
<b>PAVIMENTAÇÃO</b>						
P.N.2.1.3B	SUB-BASE OU BASE BRITA GRADUADA BRITA COMERCIAL - exclusive tran	m³	11.000,000	147,09	1.617.990,00	7,34%
P.N.2.1.5B	CONCRETO BETUMINOSO USINADO QUENTE SOBRE BASE GRANULAR BRITA COMERCIAL Excl.us.asfalto Excl.us. Transp.	m³	2.750,000	313,79	862.922,50	3,91%
P.N.2.1.8	PINTURA DE LIGAÇÃO	m²	55.000,000	0,16	8.800,00	0,04%
P.N.2.1.9	INDENIZAÇÃO DE JAZIDA (argila CBR>10)	m³	65.000,000	7,43	482.950,00	2,19%
<b>DRENAGEM</b>						
P.N.3.1.3.21	LASTRO BRITA P/BUEIROS - inclusive transporte	m³	55,000	81,33	4.473,15	0,02%
P.N.3.1.3.22	ESGOTO PLUVIAL 0,60m - PA-2	m	70,000	209,57	14.669,90	0,07%
P.N.3.1.3.23	ESGOTO PLUVIAL 0,80m - PA-2	m	316,000	271,87	85.910,92	0,39%
P.N.3.1.3.24	TESTADA BSTC D=0,60m	un	7,000	334,26	2.339,82	0,01%
P.N.3.1.3.25	TESTADA BSTC D=0,80m	un	32,000	555,79	17.785,28	0,08%
					<b>22.041.792,37</b>	<b>15,96%</b>

Fonte: Autor (2022)

Depois de concluído o processo de reequilíbrio, foi dado início à retomada da obra de acordo com o planejamento. Durante a execução foram levantadas novas necessidades de alterações no projeto por conta de problemas não previstos no mesmo. As novas mudanças geraram a necessidade de inclusão de novos itens, a fim de minimizar o impacto que os problemas teriam no cronograma da obra, seu resumo pode ser observado na Tabela 15.

Tabela 15 - Resumo do orçamento com as mudanças de projeto e variação.

<b>Grupo do Orçamento</b>	<b>Valor Reequilibrado (R\$) - DB MAI/2019</b>	<b>Valor c/ Mudanças de Projeto (R\$) - DB MAI/2019</b>	<b>Varição de Valor</b>
TERRAPLENAGEM	4.396.099,51	6.145.820,43	39,80%
PAVIMENTAÇÃO	11.304.127,99	15.120.683,29	33,76%
CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA	625.356,29	1.296.856,29	107,38%
DRENAGEM	5.318.304,33	5.623.812,33	5,74%
SINALIZAÇÃO	397.904,24	397.904,24	0,00%
<b>TOTAL</b>	<b>22.041.792,36</b>	<b>28.585.076,59</b>	<b>29,69%</b>

Fonte: Autor (2022)

Tabela 16 - Relação de novos serviços.

G1	Descrição Serviços Contrato AJ/TP/048/11	Un.	Quantidade	Preço	Valor	%/Total
<b>TERRAPLENAGEM</b>						
P.N. 01	ESC MAT 3ª CAT	m³	2.000,00	185,76	371.520,00	1,300%
P.N. 12	TRANSPORTE RACHÃO Xr=1 Xp=24	m³	4.264,00	27,06	115.383,00	0,404%
P.N. 06	TRANSPORTE CAMINHÃO BASCULANTE 10,00m³ Xs =0,2 Xr=1 Xp=3,4	m³	6.820,00	5,41	36.896,00	0,129%
P.N. 07	CARGA TRANSP E DESCARGA MAT(caminhão) Xs=0,2 Xr=1 Xp=3,4	m³	3.264,00	5,98	19.518,00	0,068%
P.N. 08	REFORÇO SUB RACHÃO ENCH BRITA E CAM BLOQU c/ B COM - exc transp	m³	3.264,00	106,60	347.942,00	1,217%
P.N. 11	CAMADA DRENANTE BRITA c/ BRITA COMERCIAL - inclusive transporte	m³	3.360,00	107,17	360.091,00	1,260%
P.N. 09	SUB-BASE RACHÃO ENCH BRITA E CAM BLOQ - exclusive transporte	m³	1.000,00	106,60	106.600,00	0,373%
P.N. 03	REMOÇÃO DOS SOLOS MOLES PARA DMT> 500mcs	m³	3.264,00	19,09	62.309,00	0,218%
P.N. 02	ESC MAT 3ª CAT RESIS A COMP ACIM D 110MPA C ESC E ROMP H 1700 KG	m³	2.420,00	136,14	329.458,00	1,153%
<b>PAVIMENTAÇÃO</b>						
P.N. 10	MACADAME SECO c/ PEDRA COMERCIAL - exclusive transporte	m³	19.200,00	106,60	2.046.720,00	7,160%
P.N. 13	TRANSPORTE MACADAME SECO Xs=1 Xp=24	m³	19.200,00	27,38	525.696,00	1,839%
P.N. 15	TRANSPORTE MASSA ASFÁLTICA Xr=1 Xp=24	ton	16.537,50	19,00	314.212,00	1,099%
P.N. 14	TRANSPORTE BRITA BASE OU SUB-BASE Xp=24	m³	30.360,00	30,63	929.926,00	3,253%
<b>CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA</b>						
P.N. 16	CERCA DE TELA DE ARAME GALVANIZADO H=2,00m C/ MOURÃO DE CONCRETO	m	5.000,00	134,30	671.500,00	2,349%
<b>DRENAGEM</b>						
P.N. 04	ESCAVAÇÃO MECÂNICA VALAS 3ª CAT DRENAGEM	m³	1.200,00	170,72	204.864,00	0,717%
P.N. 05	ESCAVAÇÃO MECÂNICA VALAS 3ª CAT BUEIROS	m³	600,00	167,74	100.644,00	0,352%
					<b>28.585.076,59</b>	<b>22,891%</b>

Fonte: Autor (2022)

Pelos valores calculados na Tabela 16, tem-se que a maior mudança do projeto foi a substituição do saibro por macadame. Isso ocorreu, primeiramente, pela escassez de material nas jazidas indicadas pelo projeto original. Durante a busca por outras opções na região, os ensaios realizados para verificar a qualidade do saibro resultaram em ISC insatisfatórios, que não atenderem ao especificado em projeto de 14%. Além disso, a porcentagem de material fino passante na peneira número #200, foi muito elevada nas amostras e quando empregado em campo através de estudos preliminares foi comum a ocorrência de borrachudos, além da previsão de dificuldade na drenagem nas camadas. Por tanto, o material escolhido para reposição da camada foi o macadame seco.

De forma semelhante à brita, o modo de obtenção deste material também foi definido como comercial. O emprego do macadame proporcionou a diminuição da espessura da camada de brita, trazendo certa economia ao serviço, mesmo que as quantidades no orçamento sejam mantidas, o quantitativo na medição será menor. Na Tabela 17 está representada a variação da mudança na estrutura.

Tabela 17 - Variação dos materiais e valores.

SERVIÇO	UN.	QUANT.	PREÇO	VALOR
REFORÇO SUBLEITO MAT 1ª CAT -				
exclusive transporte	m³	38.726,12	9,42	364.800,00
TRANSPORTE MATERIAL 1ª CAT	m³	38.726,12	9,08	351.633,12
<b>TOTAL</b>				<b>716.433,12</b>
MACADAME SECO c/ PEDRA COMERCIAL -				
exclusive transporte	m³	19.200,00	106,60	2.046.720,00
TRANSPORTE MACADAME SECO	m³	19.200,00	27,38	525.696,00
<b>TOTAL</b>				<b>2.572.416,00</b>
<b>VARIAÇÃO</b>				<b>259,06%</b>

Fonte: Autor (2022)

A drenagem, também, vem sendo um grande obstáculo durante a execução do projeto. O espaço limitado para o *offset* da rodovia gerou a necessidade de se aumentar a quantidade de valas abertas para que não ocorra o acúmulo de água na rodovia, e se tenha uma boa drenagem superficial. Com a transformação das condições de entorno da rodovia, ocorreram dois casos onde foram feitos lagos artificiais, onde suas cotas finais ficaram acima da cota da rodovia. Isso fez com que, em uma extensão de aproximadamente um quilômetro, a água fosse drenada para o leito da rodovia e não para fora dele. A solução tomada, foi abrir toda a estrutura da rodovia em uma faixa de 300 metros e criar uma camada drenante com o emprego

de rachão, para tal, foram acrescentados diversos serviços, como a remoção desses solos moles e saturados do leito e o acréscimo do próprio rachão, incluindo o serviço de transporte para ambos.

Dentre as outras mudanças necessárias, a presença de rochas e material compreendido como de 3ª categoria foi levantada no decorrer da execução. Como este material é de uma consistência mais elevada, foi preciso métodos específicos para fazer sua remoção, o rompedor hidráulico junto com a escavadeira que são utilizados na obra não conseguiam suprir as necessidades. A opção escolhida para este caso, foi o emprego de explosivos em parte dos trechos de ocorrência, porém como já constatado anteriormente, há uma grande presença de moradias e terrenos particulares com grande proximidade ao eixo da rodovia, assim impossibilitando o uso deles.

Nestes casos, tiveram que ser empregados o, já utilizado, rompedor e escavadeira para que não se causasse danos a terceiros. Em relação ao avanço das residências e da urbanização da região em torno da obra, com o passar dos anos, foi indicado que fossem instaladas cercas com tela de arame de 2 metros de altura em extensões da estrada. Se considerarmos que o trecho de estudo tem menos de 20km em sua extensão total, o quantitativo especificado para o serviço, que é de 5.000m, representa então mais de um quarto de todo seu comprimento.

## 4 CONCLUSÃO

É possível observar as dificuldades que compõem a elaboração e execução de um projeto de engenharia rodoviária. Para este caso, a distância entre a concepção do projeto original e o início dos serviços gerou problemas, e como consequência, custos adicionais para o prosseguimento da obra.

As obras de infraestrutura viária, têm sua carga definida pelo tráfego e se espera que este sempre tenha um crescimento a cada ano, pois a instalação e a presença de um novo caminho abrem as portas para o desenvolvimento de uma região, e com esse crescimento a estrutura será mais solicitada. Este desenvolvimento foi o que as regiões de Viamão e a zona sul de Porto Alegre esperam por todos esses anos, pois ter uma nova rota de acesso, que possibilite o trânsito de maior número de pessoas, trazendo maior número de consumidores e por consequência mais investimentos para aquelas comunidades, se converte em melhor qualidade de vida e oportunidade para todos.

Ainda, sobre as alterações que são feitas no projeto, através deste estudo tem-se uma noção do impacto causado na programação financeira da obra. Desde seu início, em 2010, até o presente momento, o contrato teve um expressivo aumento. Parte desse aumento foi causada pelo reajustamento, sendo a maior parte em função dos serviços, porém eles foram extremamente necessários para suprir as necessidades de se cumprir o objeto da obra.

Como se trata de uma obra em plena execução, ainda não é possível medir seus impactos na economia local e isso só será possível dentro de alguns anos após o término dos serviços de pavimentação.

## REFERÊNCIAS

AASHTO. **AASHTO Guide for Design of Pavement Structures**. Washington, DC: American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6024**: informação e documentação - numeração progressiva das seções de um documento escrito - apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6023**: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6028**: informação e documentação – resumo, resenha e revisão - apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002**. Institui o Código Civil. Brasília, DF, 11 jan. 2002.

DAER/RS. Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Rio Grande do Sul. **Normas e instrução de serviços complementares**. Porto Alegre: DAER, 1994. 62 p.

DAER/RS. Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Rio Grande do Sul. **Especificações gerais**. Porto Alegre: DAER, 1998.

DAER/RS. Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Rio Grande do Sul. **IS-110/10**: Instrução de serviço para estudos de tráfego. Porto Alegre: Equipe de Estudos de Tráfego – EET, 2010. 17 p.

DAER/RS. Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Rio Grande do Sul. **Processo Administrativo Eletrônico nº 21/0435-0015041-7, de 27 de maio de 2021**. Porto Alegre, RS, 2021a.

DAER/RS. Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Rio Grande do Sul. **Processo Administrativo Eletrônico nº 21/0435-0039762-5, de 7 de dezembro de 2021**. Porto Alegre, RS, 2021b.

DAER/RS. Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Rio Grande do Sul. **Faixa de Domínio**. 2022a. Disponível em: <https://www.daer.rs.gov.br/faixa-de-dominio>. Acesso em: 24 mar. 2022.

DAER/RS. Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Rio Grande do Sul. **Plano de obras SELT/DAER**. 2022b. Disponível em: <https://www.daer.rs.gov.br/upload/arquivos/202106/10130959-20210609-plano-de-obras-2021-2022-selt-daer-v-cg-pptx.pdf>. Acesso em: 13 maio 2022.

DAER/RS. Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Rio Grande do Sul. **Sistema Rodoviário Estadual: SRE**. 2022c. Disponível em: <https://www.daer.rs.gov.br/sistema-rodoviario-estadual>. Acesso em: 24 mar. 2022.



DNER. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **IPR 667**: Método de projeto de pavimentos flexíveis. 3. ed. Rio de Janeiro: DNER, 1981.

DNER. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **PRO 269/94**: Projeto de restauração de pavimentos flexíveis - TECNAPAV. Rio de Janeiro: DNER, 1994. 17 p.

DNER. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **IPR 697**: Manual de Pavimentação. 2. ed. Rio de Janeiro: DNER, 1996. 327 p.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. **IPR 719**: Manual de pavimentação. 3. ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2006a. 277 p.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. **IPR 723**: Manual de estudos de tráfego. Rio de Janeiro: DNIT, 2006b. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/723\\_manual\\_estudos\\_trafego.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/723_manual_estudos_trafego.pdf). Acesso em: 25 mar. 2022.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. **Pesquisa Nacional de Tráfego**: pnt. 2019. Disponível em: <http://servicos.dnit.gov.br/dadospnt/DadosTrafego>. Acesso em: 25 mar. 2022.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. **Reajustamentos de Obras Rodoviárias**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/indices-de-reajustamentos/indices-de-reajustamentos-de-obras-rodoviario>. Acesso em: 13 maio 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ministério da Economia. **Portal Cidades**. 2022. Desenvolvida por IBGE. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs//panorama>. Acesso em: 24 mar. 2022.

RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado do Rio Grande do Sul. **Lei nº 12.611, de 31 de outubro de 2006**. Denomina a RS-118 de Rodovia Mário Quintana. Porto Alegre, RS.

RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado do Rio Grande do Sul. **Decreto nº 51.221, de 21 de fevereiro de 2014**. Dispõe sobre o uso de brita produzida ou de brita comercial nos contratos de infraestrutura rodoviária. Porto Alegre, RS, 21 fev. 2014.

RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado do Rio Grande do Sul. **Decreto nº 51.221, de 9 de dezembro de 2021**. Altera o Decreto nº 51.221, de 21 de fevereiro de 2014, que dispõe sobre o uso de brita produzida e de brita comercial nos contratos de infraestrutura rodoviária. Porto Alegre, RS, 10 dez. 2021.