



ENGE MOST
SOLUÇÕES EM ENGENHARIA



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAMBARÉ



**ELABORAÇÃO DOS PROJETOS EXECUTIVOS DE
ENGENHARIA PARA CONSTRUÇÃO DA NOVA PONTE
JOÃO GOULART MUNICÍPIO DE ARAMBARÉ/RS**

**PROJETO EXECUTIVO
ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA**

MARÇO/2023





ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA

ELABORAÇÃO DOS PROJETOS EXECUTIVOS DE ENGENHARIA PARA CONSTRUÇÃO DA NOVA PONTE JOÃO GOULART

MUNICÍPIO DE ARAMBARÉ/RS

02	Revisão geral	R.S.	23/08/2023
01	Revisão geral	R.S.	07/03/2023
00	Emissão inicial	R.S.	30/09/2022
Rev.:	Descrição	Resp.:	Data:



ÍNDICE

1	APRESENTAÇÃO	12
1.1	INFORMAÇÕES GERAIS	12
1.2	VOLUMES COMPONENTES DO PROJETO.....	13
2	MAPA DE SITUAÇÃO	15
3	PROGRAMA DE NECESSIDADES DEFINITIVO	17
3.1	INTRODUÇÃO	17
3.2	PROGRAMA DE NECESSIDADES	18
3.2.1	<i>Premissas.....</i>	<i>18</i>
3.2.2	<i>Restrições.....</i>	<i>19</i>
3.2.3	<i>Diretrizes.....</i>	<i>19</i>
3.2.4	<i>Preferências.....</i>	<i>20</i>
3.2.5	<i>Conclusão</i>	<i>20</i>
3.3	ALTERNATIVAS ANALISADAS PARA O PROJETO DA PONTE.....	21
3.3.1	<i>Travessia provisória.....</i>	<i>21</i>
3.3.2	<i>Fundações.....</i>	<i>23</i>
3.3.3	<i>Soluções estruturais.....</i>	<i>25</i>
3.3.4	<i>Métodos construtivos.....</i>	<i>27</i>
3.3.5	<i>Soluções estéticas.....</i>	<i>29</i>
3.3.6	<i>Geometria da obra.....</i>	<i>31</i>
3.3.6.1	Primeira alternativa.....	31
3.3.6.2	Segunda alternativa.....	32
3.3.6.3	Terceira alternativa	34
3.3.6.4	Quarta alternativa	35



3.4	ALTERNATIVAS ESCOLHIDAS PARA O PROJETO DA PONTE	36
3.4.1	<i>Travessia provisória</i>	36
3.4.2	<i>Fundação</i>	38
3.4.3	<i>Solução estrutural</i>	40
3.4.4	<i>Método construtivo</i>	41
3.4.5	<i>Solução estética</i>	42
3.4.6	<i>Geometria da obra</i>	44
3.5	INFORMAÇÕES DAS REUNIÕES E VISITAS TÉCNICAS	45
3.5.1	<i>Datas das vistorias realizadas</i>	45
3.5.2	<i>Datas das reuniões realizadas</i>	45
4	ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA	48
4.1	INTRODUÇÃO	48
4.2	CARACTERÍSTICAS GERAIS DA OBRA	49
4.3	JUSTIFICATIVA DA SOLUÇÃO ADOTADA	51
4.4	METODOLOGIA DE CÁLCULO	53
4.5	NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA	54
4.6	EXIGÊNCIAS DE DURABILIDADE	57
4.6.1	<i>Vida útil de projeto</i>	57
4.6.2	<i>Classes de agressividades</i>	59
4.7	MATERIAIS	61
4.7.1	<i>Concreto protendido</i>	61
4.7.2	<i>Concreto armado</i>	62
4.7.3	<i>Aço</i>	63
4.8	AÇÕES ADOTADAS PARA CÁLCULO	63



4.8.1	<i>Ações permanentes.....</i>	63
4.8.1.1	Peso próprio dos elementos estruturais	63
4.8.1.2	Pavimentação.....	64
4.8.1.3	Retração e fluência.....	64
4.8.1.4	Empuxo de terra.....	64
4.8.1.5	Barreira rígida.....	67
4.8.2	<i>Ações Variáveis.....</i>	68
4.8.2.1	Ações móveis verticais	68
4.8.2.1.1	Fator de impacto TB-450.....	69
4.8.2.2	Ações móveis horizontais.....	71
4.8.2.2.1	Vento.....	72
4.8.2.2.2	Temperatura	75
4.8.2.2.3	Pressão da água em movimento	75
4.8.3	<i>Combinações de projeto.....</i>	77
4.8.3.1	Combinação última (ELU)	79
4.8.3.2	Combinação em serviço (ELS).....	80
4.8.3.2.1	Combinação quase permanente	80
4.8.3.2.2	Combinação frequente.....	80
4.8.3.2.3	Combinação rara	80
4.8.3.3	Lista de combinações	81
4.8.4	<i>Critérios de modelo estrutural.....</i>	82
4.8.5	<i>Orientações para a construção.....</i>	83
4.8.5.1	Introdução.....	83
4.8.5.2	Formas e escoramentos	84
4.8.5.3	Tolerâncias	85
4.8.5.4	Tecnologia de Concreto.....	85
4.8.5.5	Cura	86
4.8.5.6	Controle do concreto	86
4.8.5.7	Proteção das armaduras.....	87



5	ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART.....	90
6	DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA.....	95
7	TERMO DE CONFIDENCIALIDADE E ENCERRAMENTO	97



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Planta baixa da ponte	32
Figura 2 – Perfil longitudinal da ponte.....	32
Figura 3 – Seção transversal no vão.....	32
Figura 4 – Planta baixa da ponte	33
Figura 5 – Perfil longitudinal da ponte.....	33
Figura 6 – Seção transversal no vão.....	33
Figura 7 – Planta baixa da ponte	34
Figura 8 – Perfil longitudinal da ponte.....	34
Figura 9 – Seção transversal no vão.....	35
Figura 7 – Planta baixa da ponte	35
Figura 8 – Perfil longitudinal da ponte.....	36
Figura 9 – Seção transversal no vão.....	36
Figura 10 – Planta baixa da ponte.....	44
Figura 11 – Perfil longitudinal da ponte.....	44
Figura 12 – Seção transversal no vão.....	45
Figura 13 – Parâmetros da teoria de Coulomb para um muro de face plana. Montoya (1983, p. 687)	66
Figura 14 – Características do Trem Tipo TB-450 (Fonte: Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias – IPR 709, pág. 31).....	68



Figura 15 – Esquema para a formação Trem Tipo TB-450 (Fonte: Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias – IPR 709, pág. 32)	69
Figura 16 – Diagrama de isopletas do vento – NBR 6123.....	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Normas técnicas essenciais	54
Tabela 2 - Normas técnicas complementares	55
Tabela 3 - Normas técnicas específicas	55
Tabela 4 - Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e cobrimento nominal para $\Delta c=10\text{mm}$	56
Tabela 5 - Classes de agressividade ambiental	59
Tabela 6 - Correspondência entre a classe de agressividade e qualidade do concreto.....	60
Tabela 7 - Valores estimados de módulo de elasticidade em função da resistência característica à compressão do concreto (considerado o uso de granito como agregado graúdo).....	61
Tabela 8 – Características do concreto protendido	61
Tabela 9 - Valores estimados de módulo de elasticidade em função da resistência característica à compressão do concreto (considerado o uso de granito como agregado graúdo).....	62
Tabela 10 - Características do concreto armado	62



Tabela 11 – Cargas móveis.....	68
Tabela 12 - Fator de impacto para o TB-450	71
Tabela 13 - Valores de k em função do ângulo de incidência.....	76
Tabela 14 – Lista de combinações.....	81



1 APRESENTAÇÃO



1 APRESENTAÇÃO

1.1 Informações Gerais

A **ENGEMOST Soluções em Engenharia**, empresa de engenharia sediada à Avenida Açucena, nº 2971, D401, bairro Estância Velha, na cidade de Canoas – RS, fones +55 (51) 98190-4061 e +55 (51) 99233-2134, e-mail: engemost@gmail.com inscrita no CNPJ sob o nº 32.854.775/0001-10, apresenta a Prefeitura Municipal de Arambaré/RS, a **ELABORAÇÃO DOS PROJETOS EXECUTIVOS DE ENGENHARIA PARA CONSTRUÇÃO DA NOVA PONTE JOÃO GOULART, MUNICÍPIO DE ARAMBARÉ/RS.**

Os principais elementos e datas de referência do Contrato que regem os trabalhos estão a seguir relacionados:

- Nome da obra: Ponte João Goulart
- Localização: Arambaré/RS
- Extensão: 100,95m;
- Largura: 9,65m;
- Número do Edital de Licitação: TP 03/2022;
- Data da Homologação: 05/07/2022;
- Número do Contrato: 038/2022;
- Data de Assinatura do Contrato: 08/08/2022;
- Data da Ordem de Início dos Serviços: 08/08/2022;



1.2 Volumes componentes do Projeto

Os projetos da **ELABORAÇÃO DOS PROJETOS EXECUTIVOS DE ENGENHARIA PARA CONSTRUÇÃO DA NOVA PONTE JOÃO GOULART MUNICÍPIO DE ARAMBARÉ/RS**, são apresentados nos volumes discriminados a seguir:

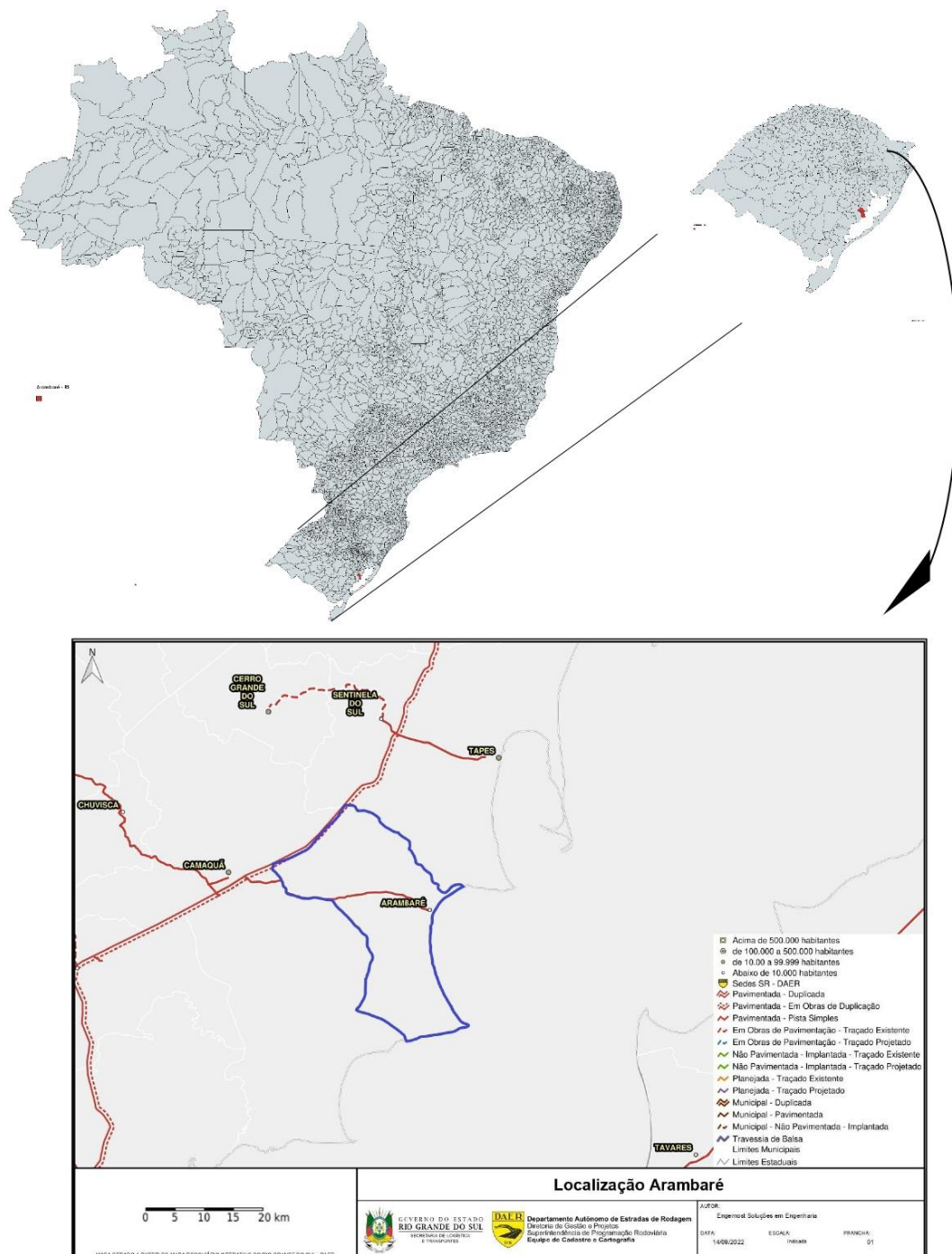
- LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO E BATIMÉTRICO
- ESTUDO GEOLÓGICO
- ESTUDO HIDROLÓGICO
- ESTUDO AMBIENTAL
- ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA (com Programa de Necessidades Definitivo)
- PROJETO GEOMÉTRICO (com Anteprojeto)
- PROJETO VIÁRIO (inclui sinalização)
- PROJETO DA OBRA DE ARTE ESPECIAL
- PROJETO DE TERRAPLENAGEM (com anteprojeto)
- PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO
- PROJETO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA
- ASSESSORIA NO REMANEJAMENTO DE REDES PÚBLICAS
- PROJETO DE DEMOLIÇÃO
- PLANO DE EXECUÇÃO DE OBRA
- ORÇAMENTO
- PROJETO EXECUTIVO PARA LICITAÇÃO



2 MAPA DE SITUAÇÃO



2 MAPA DE SITUAÇÃO





3 PROGRAMA DE NECESSIDADES DEFINITIVO



3 PROGRAMA DE NECESSIDADES DEFINITIVO

A seguir será apresentado o Projeto de OAE desenvolvidos para a ELABORAÇÃO DOS PROJETOS EXECUTIVOS DE ENGENHARIA PARA CONSTRUÇÃO DA NOVA PONTE JOÃO GOULART, MUNICÍPIO DE ARAMBARÉ/RS.

3.1 Introdução

O presente relatório é composto por uma OAE, a Ponte sobre o Arroio Velhaco, no município de Arambaré/RS.

A obra segue as exigências do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT, do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Estado do Rio Grande do Sul e da Prefeitura Municipal de Arambaré/RS.

O dispositivo adotado foi desenvolvido com base nas recomendações técnicas contidas no Manual de Projeto de Obras-de-Arte Especiais editado pelo DNIT. O projeto foi também concebido de acordo com o preconizado nas normas brasileiras, em particular a ABNT NBR 7187:2003 “Projeto e Execução de Pontes de Concreto Armado e Protendido” e ABNT NBR 6118:2014 “Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento”.

O desenvolvimento deste trabalho foi executado por equipe técnica com experiência, considerando-se as informações obtidas na fase preliminar e na fase básica.



Atualmente a travessia do Arroio Velhaco, para interligar uma margem do bairro a outra, é realizada através de uma ponte metálica, que possui apenas uma faixa de tráfego. Com o intuito de promover a economia local, trazer bem-estar e mobilidade para os moradores da região optou-se pela construção de uma nova da ponte que atenda os anseios da comunidade.

3.2 Programa de necessidades

Este é um subitem relevante do estudo de viabilidade técnica da Ponte sobre o Arroio Velhaco. Ele foi elaborado para servir como um guia para a análise das alternativas propostas, descrevendo as premissas, restrições, diretrizes e preferências estabelecidas pela Prefeitura Municipal de Arambaré/RS. Essas informações são essenciais para o desenvolvimento do projeto e para a escolha da alternativa mais viável e adequada às necessidades locais.

3.2.1 Premissas

- A ponte deve ser construída em concreto pré-moldado ou aço, garantindo a durabilidade e resistência necessárias para suportar o fluxo de veículos e pedestres;
- A ponte deve ter capacidade para suportar o tráfego de veículos leves e pesados;
- A ponte deve ser construída com materiais de alta qualidade, de forma a garantir a segurança dos usuários;



- A ponte deve ter um design moderno e esteticamente agradável, de forma a se integrar à paisagem urbana de Arambaré.

3.2.2 Restrições

- O orçamento disponível para a construção da ponte é limitado e deve ser respeitado;
- A ponte deve ser construída dentro dos prazos estabelecidos, sem atrasos significativos;
- A ponte deve estar em conformidade com as normas técnicas e regulamentações governamentais aplicáveis.

3.2.3 Diretrizes

- A ponte deve ter pelo menos duas faixas de tráfego, uma em cada sentido;
- A ponte deve ter passeio para pedestre em pelo menos um dos lados;
- A ponte deve ser projetada para minimizar o impacto ambiental e respeitar as leis e regulamentações ambientais aplicáveis;
- A ponte deve ser iluminada para garantir a segurança dos usuários durante a noite;
- A ponte deve ser projetada para permitir a passagem de pequenas embarcações.



3.2.4 Preferências

- A ponte deve ser construída com materiais que sejam duráveis e de fácil manutenção;
- A ponte deve ter um design arrojado, que possa se tornar um marco para a cidade de Arambaré;
- A ponte deve ser construída com a menor interferência possível na rotina da cidade e dos moradores locais.

3.2.5 Conclusão

Com base nessas premissas, restrições, diretrizes e preferências, o programa de necessidades para o projeto da Ponte sobre o Arroio Velhaco, para a Prefeitura de Arambaré/RS inclui:

1. Capacidade para suportar tráfego de veículos leves e pesados;
2. Materiais de alta qualidade para garantir segurança e durabilidade;
3. Design moderno e esteticamente agradável;
4. Orçamento e prazos respeitados;
5. Conformidade com normas técnicas e regulamentações governamentais aplicáveis;
6. Duas faixas de tráfego e passeio para pedestres em pelo menos um dos lados;
7. Minimização do impacto ambiental e respeito às leis e regulamentações ambientais aplicáveis;



8. Iluminação para garantir segurança dos usuários durante a noite;
9. Projeto para permitir passagem de pequenas embarcações, se necessário;
10. Materiais duráveis e de fácil manutenção;
11. Design arrojado para tornar a ponte um marco para a cidade;
12. Menor interferência possível na rotina da cidade e dos moradores locais

3.3 Alternativas analisadas para o projeto da ponte

Para o projeto executivo de engenharia da travessia sobre o Arroio Velhaco, foram minuciosamente analisadas e avaliadas diversas alternativas relacionadas à travessia provisória, às fundações, às soluções estruturais, aos métodos construtivos e às soluções estéticas. A seguir, são apresentados estes itens com todas as informações pertinentes, a fim de embasar as decisões tomadas e garantir a eficiência e a qualidade do projeto em questão.

3.3.1 Travessia provisória

Considerando que a construção de uma ponte pode levar algum tempo para ser concluída, é importante avaliar e analisar alternativas de travessia provisória para garantir a mobilidade da população de Arambaré durante esse período. Algumas possíveis alternativas de travessia provisória podem incluir:



1. Ponte Bailey: A ponte Bailey é uma ponte pré-fabricada de aço que pode ser montada rapidamente, no geral em questão de dias. Essa ponte é composta por painéis modulares que podem ser facilmente transportados e montados no local, e pode suportar tanto tráfego leve quanto pesado.
2. Ponte flutuante: Uma ponte flutuante pode ser uma alternativa viável para garantir a mobilidade durante o período de construção da nova ponte. Essa ponte é construída com barcas ou balsas, que são ancoradas nas margens do rio ou lago, e que suportam uma estrutura de vigas e lajes de concreto.
3. Passarela temporária: Uma passarela temporária pode ser construída para garantir a mobilidade dos pedestres durante o período de construção da ponte. Essa passarela pode ser construída com materiais leves e de fácil montagem, e pode ser removida após a conclusão da ponte definitiva.
4. Balsa para veículos: Uma balsa para veículos pode ser uma alternativa temporária para garantir a mobilidade dos veículos durante o período de construção da ponte. Essa balsa é composta por uma plataforma flutuante que pode transportar veículos de um lado para o outro do rio ou lago.

Ao avaliar essas alternativas de travessia provisória, é importante considerar fatores como tempo de construção, capacidade de carga, custo, segurança e impacto ambiental. É necessário também verificar se essas



alternativas são viáveis em termos de regulamentações governamentais e normas técnicas aplicáveis.

3.3.2 Fundações

Antes de selecionar a melhor alternativa de fundação para a Ponte sobre o Arroio Velhaco, foram realizados estudos geotécnicos para entender as condições do solo e avaliar a capacidade de carga do terreno. Esses estudos incluíram a realização de quatro furos de sondagem pela empresa ENGEMOST e dois furos pela Prefeitura de Arambaré/RS. Com base nos resultados desses estudos, é possível selecionar a melhor alternativa de fundação que atenda às necessidades da ponte e garanta sua estabilidade e segurança.

Ao avaliar as alternativas de fundação para a Ponte sobre o Arroio Velhaco, é importante considerar que o solo na região é arenoso e com baixa capacidade de resistência. Isso pode apresentar desafios para a construção da fundação da ponte, pois a capacidade de carga do solo pode não ser suficiente para suportar a estrutura da ponte.

Algumas possíveis alternativas de fundação que podem ser consideradas para lidar com esse tipo de solo incluem:

1. Estacas pré-moldadas: Estacas pré-moldadas são estacas de concreto que são fabricadas fora do local de construção e são cravadas no solo usando equipamentos especiais. Essas estacas podem ser uma boa alternativa para solos arenosos,



pois podem ser cravadas a grandes profundidades para atingir camadas de solo mais resistentes.

2. Estacas escavadas: Estacas escavadas são estacas que são criadas cavando um buraco no solo e preenchendo-o com concreto armado. Essa técnica pode ser usada em solos arenosos e permite a criação de estacas profundas que podem ser mais resistentes.
3. Enrocamento: O enrocamento consiste em criar uma fundação de pedras ou rochas no leito do rio ou lago, que é capaz de suportar a estrutura da ponte. Essa técnica pode ser usada em solos arenosos, mas pode ser mais cara e exigir mais tempo e esforço para a construção.
4. Geotêxteis: Geotêxteis são materiais sintéticos que são usados para reforçar o solo em áreas problemáticas. Essa técnica pode ser usada para aumentar a capacidade de carga do solo e criar uma base mais resistente para a ponte.

Cada uma dessas alternativas de fundação tem suas próprias vantagens e desvantagens em termos de custo, tempo de construção, complexidade e capacidade de carga. Ao avaliar as alternativas de fundação para a Ponte sobre o Arroio Velhaco, é importante considerar as condições locais do solo, a capacidade de carga necessária, o impacto ambiental e as normas técnicas aplicáveis.



3.3.3 Soluções estruturais

Ao avaliar as soluções estruturais para a Ponte sobre o Arroio Velhaco, é importante considerar a carga de tráfego esperada, as condições ambientais, a resistência do solo e as normas técnicas aplicáveis. Algumas possíveis soluções estruturais que podem ser consideradas para essa ponte incluem:

1. Ponte de vigas pré-moldadas: A ponte de vigas pré-moldadas consiste em várias vigas pré-fabricadas que são colocadas lado a lado e apoiadas em pilares ou estacas. Esse tipo de ponte é relativamente fácil de construir, mas pode não ser a melhor opção se a ponte precisar de uma grande vão livre.
2. Ponte metálica: A ponte metálica é uma opção comum para vãos mais longos e é frequentemente usada em situações em que a construção é complicada por causa de condições ambientais ou geotécnicas desafiadoras. As pontes metálicas são frequentemente pré-fabricadas e montadas no local, o que pode reduzir significativamente o tempo e os custos de construção. No entanto, elas podem ser mais caras do que outras opções, e a manutenção a longo prazo pode ser mais complexa.
3. Ponte em estrutura mista (aço e concreto): A ponte em estrutura mista combina as propriedades positivas do aço e do concreto. As vigas principais são feitas de aço e são suportadas por pilares de concreto, que podem ser pré-fabricados ou



moldados no local. Esse tipo de ponte é capaz de vencer vãos mais longos do que a ponte em viga de concreto armado, e também oferece uma boa resistência à corrosão. No entanto, a construção de pontes em estrutura mista pode ser mais complexa e requer habilidades especializadas.

4. Ponte de lajes pré-moldadas: A ponte de lajes pré-moldadas é semelhante à ponte de vigas pré-moldadas, mas em vez de vigas, usa-se lajes pré-fabricadas que são apoiadas em pilares ou estacas. Esse tipo de ponte é mais adequado para vãos mais curtos e é relativamente fácil de construir.
5. Ponte estaiada: A ponte estaiada consiste em um mastro central que sustenta cabos de aço que se estendem até a borda da ponte, suportando a estrutura. Esse tipo de ponte é capaz de vencer grandes vãos e oferece uma aparência elegante, mas pode ser mais cara e complexa de construir.
6. Ponte em arco: A ponte em arco é uma estrutura curva que se apoia em ambos os lados do vão. Esse tipo de ponte é relativamente resistente e pode ser construída em vãos mais longos, mas pode ser mais cara e complexa de construir.
7. Ponte em viga de concreto armado: A ponte em viga de concreto armado é uma solução convencional em que as vigas são feitas de concreto armado e são apoiadas em pilares ou estacas. Esse tipo de ponte é relativamente fácil de construir e pode ser uma opção econômica, mas pode não ser adequado para vãos mais longos.



Cada uma dessas alternativas de ponte tem suas próprias vantagens e desvantagens, e é importante considerar cuidadosamente as necessidades específicas da Ponte sobre o Arroio Velhaco antes de tomar uma decisão final. O projeto da ponte deve levar em consideração não apenas a capacidade de carga, mas também a segurança, a durabilidade, o custo e a facilidade de manutenção a longo prazo.

3.3.4 Métodos construtivos

Existem diferentes métodos construtivos que podem ser considerados para a execução da obra da Ponte sobre o Arroio Velhaco, cada um com suas próprias vantagens e desvantagens. Alguns métodos comuns são:

1. Método tradicional: Esse método envolve a construção da ponte no local, utilizando cimbramentos e fôrmas para moldar o concreto. Esse método é mais adequado para pontes menores ou quando o acesso ao local da obra é limitado. No entanto, ele pode ser mais demorado e requer mais mão de obra, o que pode aumentar os custos.
2. Construção pré-fabricada: Nesse método, a ponte é construída em uma fábrica e transportada para o local da obra para montagem. Esse método é adequado para pontes maiores ou quando é necessário minimizar o tempo de construção no local. No entanto, a construção pré-fabricada pode ser mais cara do que o método tradicional e requer mais planejamento e coordenação.



3. Lançamento progressivo: Esse método envolve a construção da ponte em seções e sua instalação progressiva, avançando gradualmente para o outro lado do arroio. Esse método é adequado para pontes de grande comprimento e é uma opção econômica para evitar a construção de estruturas temporárias de apoio. No entanto, ele pode ser mais complexo e requer cuidadosa coordenação e controle de qualidade para garantir a estabilidade da estrutura em construção.
4. Balanço sucessivo: Esse método envolve a construção da ponte em ambos os lados do arroio, em seções sucessivas que se conectam no meio da ponte. Esse método é adequado para pontes de comprimento médio a longo e pode reduzir o tempo de construção no local. No entanto, ele pode ser mais caro do que o método tradicional e requer mais coordenação e planejamento para garantir a estabilidade da estrutura em construção.

A escolha do método construtivo para a Ponte sobre o Arroio Velhaco dependerá das características específicas do projeto, incluindo o tamanho e comprimento da ponte, as condições do local da obra, o cronograma de construção e o orçamento disponível. Cada método tem suas próprias vantagens e desvantagens, e deve ser avaliado cuidadosamente antes da decisão final.



3.3.5 Soluções estéticas

A solução estética da Ponte sobre o Arroio Velhaco deve levar em consideração a história e os símbolos mais importantes do município de Arambaré/RS. A cidade é conhecida por suas praias e pela pesca artesanal, e tem uma forte presença indígena em sua história.

Uma opção para a solução estética da ponte seria utilizar elementos que remetam à pesca artesanal ou à cultura indígena, como um design que remeta a redes de pesca ou a canoas indígenas, ou a utilização de materiais como a madeira, que tenham relação com a pesca artesanal.

Outra possibilidade seria a utilização da fauna e da flora local como inspiração, utilizando elementos que representem a natureza exuberante da região, como folhas, flores e animais típicos da região.

Independentemente da solução estética escolhida, é importante que a ponte seja funcional, segura e respeite as normas e regulamentações aplicáveis. A solução estética deve ser equilibrada com esses aspectos e deve ser desenvolvida em conjunto com a comunidade local, de forma a garantir que a ponte seja bem recebida e valorizada pelos moradores e visitantes de Arambaré.

Para a escolha da solução estética mais adequada, é recomendável que sejam realizadas consultas públicas e audiências com a comunidade local, a fim de coletar opiniões e sugestões. Dessa forma, é possível envolver a população no processo de tomada de decisão e garantir que a ponte seja um elemento de identidade e orgulho para a cidade.



Além disso, é importante que a solução estética esteja em harmonia com a paisagem e o ambiente circundante, de forma a não causar impactos negativos na área protegida ao redor do Arroio Velhaco. Assim, a escolha dos materiais e cores deve ser feita com cuidado, de forma a minimizar a poluição visual e garantir a preservação da paisagem natural.

Por fim, a iluminação da ponte também é um elemento importante da solução estética, devendo ser projetada de forma a garantir a segurança dos usuários durante a noite, sem comprometer o equilíbrio visual da ponte e da paisagem circundante. A iluminação pode ser utilizada de forma criativa, para destacar elementos estéticos da ponte e criar uma atmosfera agradável e convidativa para os usuários da ponte e visitantes de Arambaré.

Uma opção mais simples e amplamente utilizada na execução de pontes é a utilização de concreto pré-moldado. Essa solução é vantajosa em termos de custo e tempo de execução, pois permite a produção em série dos elementos estruturais, além de reduzir a necessidade de equipamentos e mão de obra especializada.

Além disso, o concreto pré-moldado apresenta uma boa resistência mecânica e pode ser produzido em diferentes formas e tamanhos, o que permite uma grande flexibilidade de projeto. Essa solução também tem um baixo impacto ambiental, uma vez que a produção dos elementos pré-moldados pode ser feita em uma central de produção, reduzindo a geração de resíduos no canteiro de obras.



Dessa forma, a utilização de concreto pré-moldado pode ser uma opção técnica, econômica e ambientalmente viável para a execução da Ponte sobre o Arroio Velhaco em Arambaré/RS. Vale ressaltar que, apesar de ser uma solução mais simples, a escolha dos materiais e acabamentos deve ser cuidadosa, de forma a garantir uma boa aparência estética e a harmonia com a paisagem circundante.

3.3.6 Geometria da obra

As alternativas propostas para a geometria da obra (seção longitudinal, planta baixa e seções transversais) foram as seguintes:

3.3.6.1 Primeira alternativa

A extensão total é de 100,95m de comprimento, divididos em quatro vãos, dois de 24,725m (vãos das extremidades) e dois com 25,00m, e largura total de 12,80m. Em perfil longitudinal não apresenta declividade, sendo que transversalmente a obra tem uma declividade de 2,50% na pista e faixa de segurança, e 1% no passeio e múltiplo uso.

A seção transversal com um total de 12,80m é formada por: duas faixas de rolamento de 3,30m, duas faixas de segurança de 0,55m, duas barreiras rígidas de 0,40m, um passeio de 1,50m, um passeio de múltiplo uso de 2,50m e dois guarda-corpos de 0,15m.

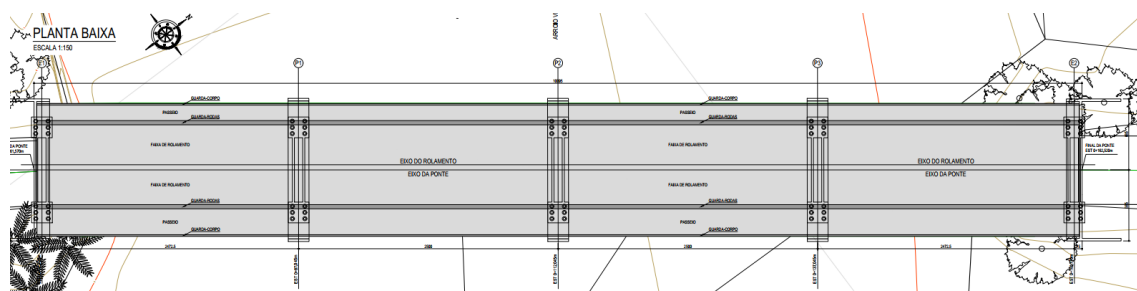


Figura 1 – Planta baixa da ponte

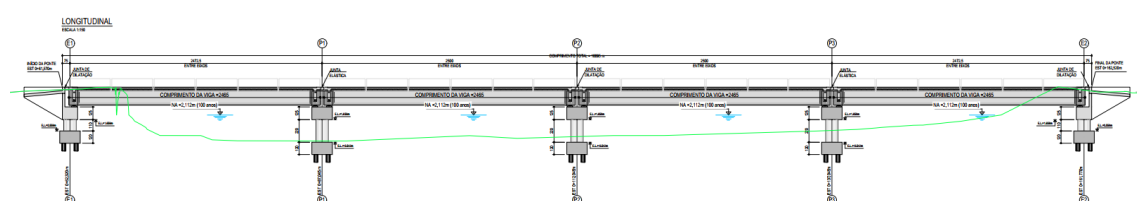


Figura 2 – Perfil longitudinal da ponte

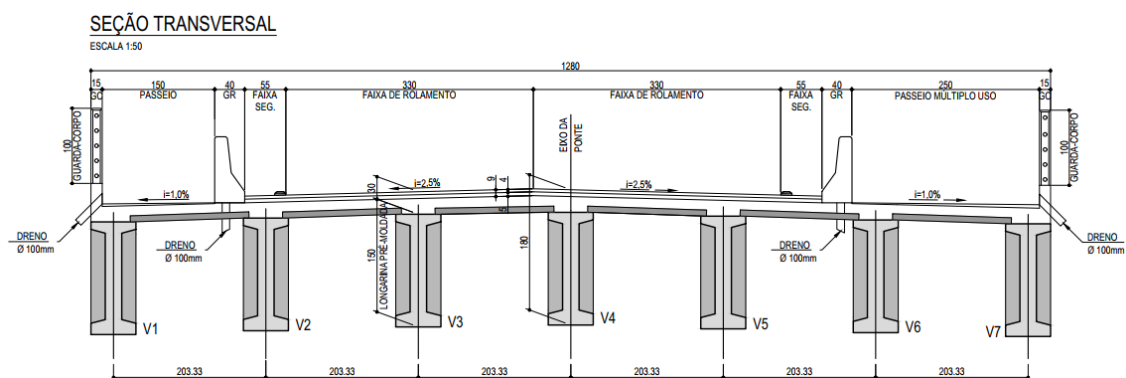


Figura 3 – Seção transversal no vão

3.3.6.2 Segunda alternativa

A extensão total é de 100,95m de comprimento, divididos em quatro vãos, dois de 24,725m (vãos das extremidades) e dois com 25,00m, e largura total de 12,80m. Em perfil longitudinal não apresenta declividade, sendo que transversalmente a obra tem uma declividade de 2,50% na pista e faixa de segurança, e 1% no passeio.

A seção transversal com um total de 9,15m é formada por: duas faixas de rolamento de 3,35m, duas barreiras rígidas de 0,40m, um passeio de 1,50m e um guarda-corpo de 0,15m.

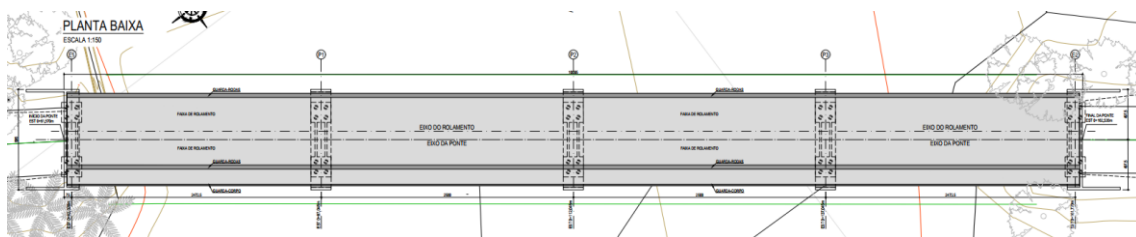


Figura 4 - Planta baixa da ponte

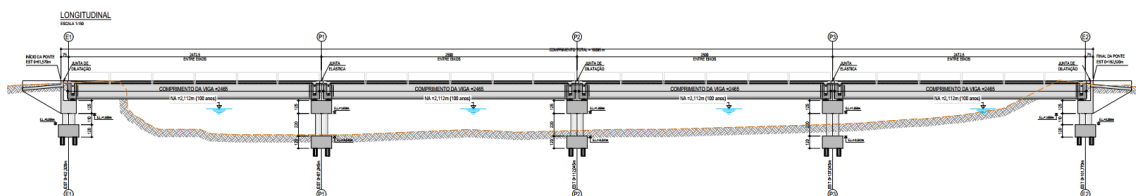


Figura 5 - Perfil longitudinal da ponte

SEÇÃO TRANSVERSAL

ESCALA 1:50

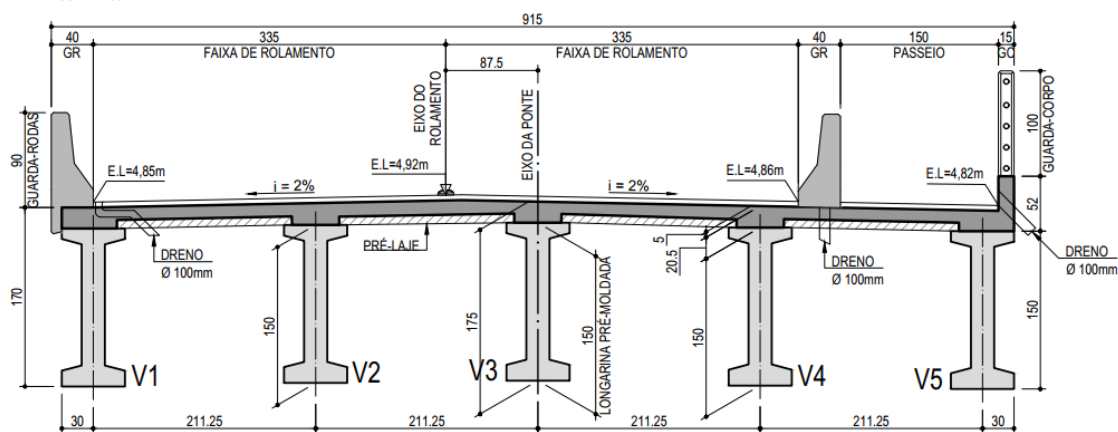


Figura 6 - Seção transversal no vão

3.3.6.3 Terceira alternativa

A extensão total é de 100,95m de comprimento, divididos em quatro vãos, dois de 24,725m (vãos das extremidades) e dois com 25,00m, e largura total de 12,80m. Em perfil longitudinal não apresenta declividade, sendo que transversalmente a obra tem uma declividade de 2,50% na pista e faixa de segurança, e 1% no passeio.

A seção transversal com um total de 9,65m é formada por: duas faixas de rolamento de 3,35m, duas barreiras rígidas de 0,40m, um passeio de 2,00m e um guarda-corpo de 0,15m.

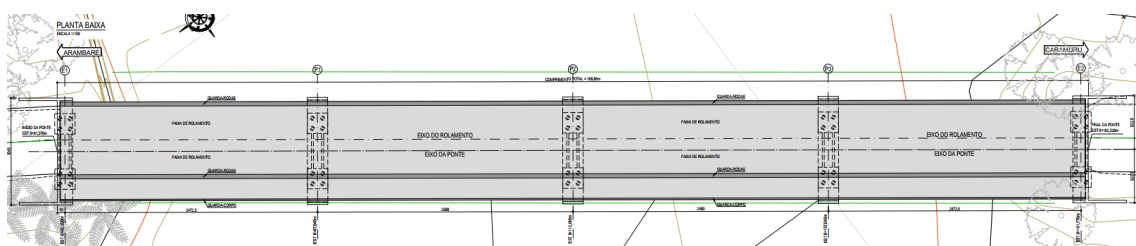


Figura 7 – Planta baixa da ponte

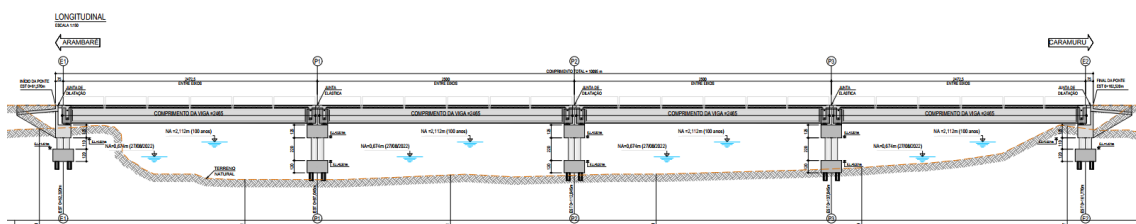


Figura 8 – Perfil longitudinal da ponte

SEÇÃO TRANSVERSAL

ESCALA 1:50

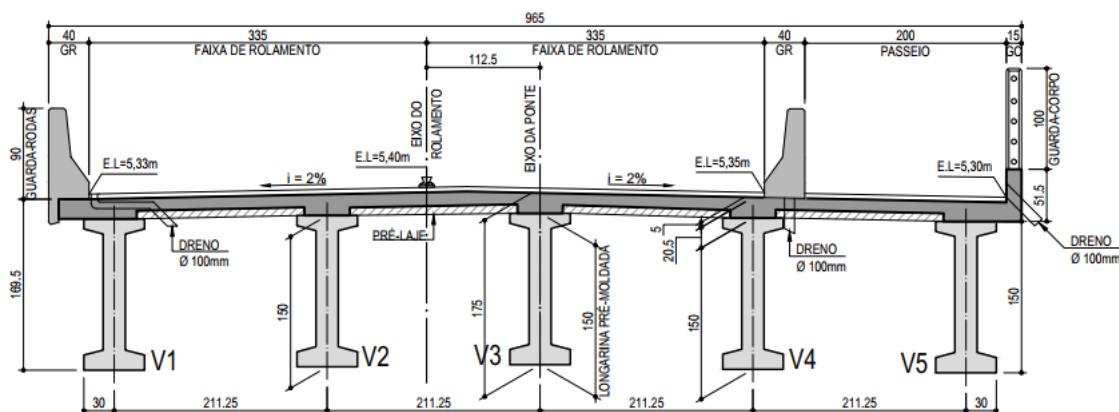


Figura 9 – Seção transversal no vão

3.3.6.4 Quarta alternativa

A extensão total é de 100,95m de comprimento, divididos em quatro vãos, dois de 24,725m (vãos das extremidades), inclinados, e dois com 25,00m, retos, e largura total de 12,80m. Em perfil longitudinal apresenta declividade de 8,33%, sendo que transversalmente a obra tem uma declividade de 2,00% na pista, faixa de segurança e 1% no passeio.

A seção transversal com um total de 9,65m é formada por: duas faixas de rolamento de 3,35m, duas barreiras rígidas de 0,40m, um passeio de 2,00m e um guarda-corpo de 0,15m.

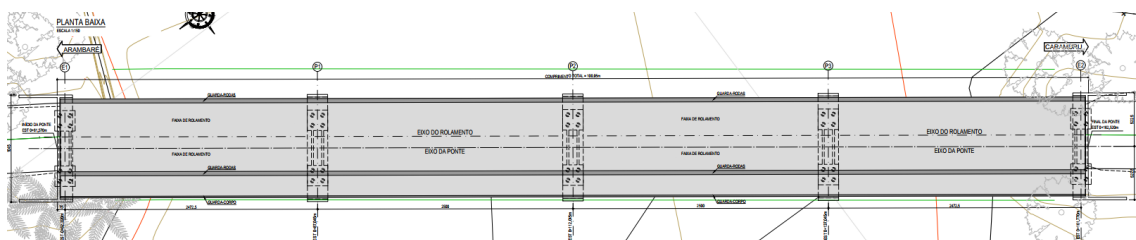


Figura 10 – Planta baixa da ponte

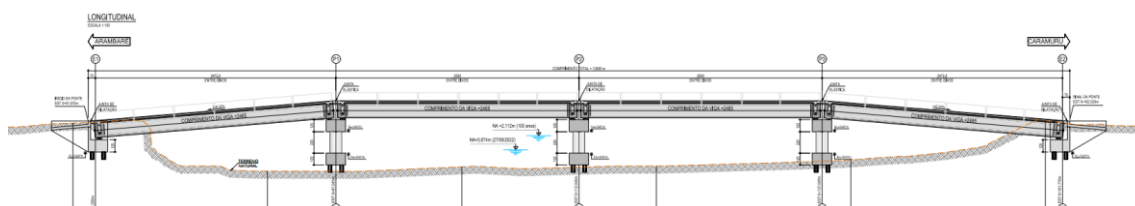


Figura 11 – Perfil longitudinal da ponte

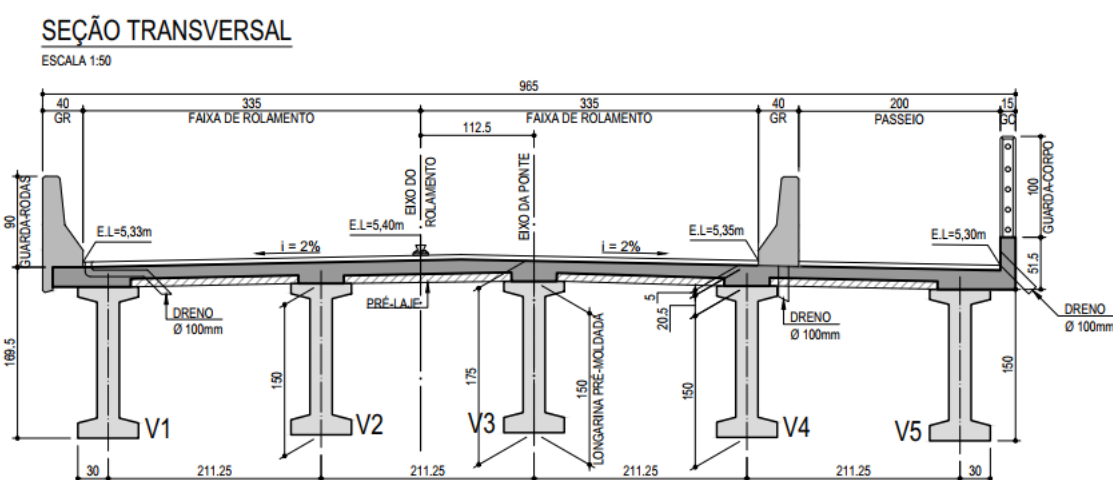


Figura 12 – Seção transversal no vão

3.4 Alternativas escolhidas para o projeto da ponte

Para o projeto executivo de engenharia da travessia sobre o Arroio Velhaco, foram minuciosamente analisadas e avaliadas diversas alternativas relacionadas à travessia provisória, às fundações, às soluções estruturais, aos métodos construtivos e às soluções estéticas. A seguir, são apresentados as alternativas escolhidas, dentre aquelas mencionadas no item anterior.

3.4.1 Travessia provisória

Considerando que a construção da ponte sobre o Arroio Velhaco é um projeto de longo prazo e que a travessia provisória é uma solução necessária para atender as demandas imediatas da população, foi decidido



que será implantada uma balsa para veículos. Essa alternativa foi escolhida levando em consideração a necessidade de uma solução que possa ser implementada rapidamente e que não exija grande investimento financeiro por parte do município.

Vale ressaltar que a balsa é uma solução provisória e será utilizada enquanto a ponte estiver em construção. Além disso, é importante destacar que o município não possui o equipamento disponível, sendo necessário adquirir ou alugar a balsa para que seja possível viabilizar a travessia.

No que diz respeito aos aspectos positivos da utilização da balsa, destaca-se a rapidez na implementação da solução e a possibilidade de atender às demandas imediatas da população. Além disso, essa alternativa é mais econômica em relação à construção de uma ponte provisória.

Porém, é importante mencionar que a utilização de uma balsa pode apresentar alguns aspectos negativos, como a limitação no transporte de cargas pesadas e a dependência das condições climáticas para a operação da balsa. Outro aspecto importante é a necessidade de construção de nova infraestrutura nas margens do arroio para a operação da balsa.

Com relação aos custos, estima-se que a aquisição ou aluguel da balsa seja de R\$ 50.000,00 a R\$ 100.000,00, dependendo das características da embarcação. Além disso, será necessário investir em obras de infraestrutura nas margens do arroio para a operação da balsa, o que pode representar um custo adicional de aproximadamente R\$ 20.000,00 a R\$ 50.000,00.



Quanto ao prazo de execução, a implementação da balsa pode ser realizada em até 60 dias após a aquisição ou locação da embarcação. No entanto, é importante ressaltar que esse prazo pode ser influenciado por fatores externos, como a disponibilidade do equipamento e a necessidade de autorizações por parte de órgãos reguladores.

3.4.2 Fundação

A fundação é uma etapa crucial para a construção de qualquer obra, e com a Ponte sobre o Arroio Velhaco não é diferente. Após análise das alternativas de fundação, foi escolhida a estaca pré-moldada de concreto, do tipo centrifugada, de seção circular vazada, que será implantada na ponte.

A estaca pré-moldada centrifugada é uma solução confiável para fundações em solos arenosos com baixa capacidade de resistência. As estacas são pré-fabricadas em concreto armado, com seção circular vazada e diâmetros variando de 30 a 100 cm, podendo atingir profundidades de até 30 metros. A estaca é cravada no solo por meio de vibração e/ou golpes de martelo, e a sua capacidade de carga é determinada pela resistência do solo e do atrito lateral.

De acordo com as estimativas de custo para a utilização de estacas pré-moldadas centrifugadas de seção circular vazada, para a fundação da Ponte sobre o Arroio Velhaco, estima-se que o valor total será de R\$ 1.600.000,00, incluindo o valor das estacas (52 estacas no total), a mão de obra para instalação, o transporte e o equipamento necessário para cravação das estacas. É importante destacar que esse custo pode variar de



acordo com as condições específicas do local de implantação da obra, bem como outros fatores como os preços dos materiais e mão de obra na região.

O prazo para a execução da fundação com estacas pré-moldadas centrifugadas de seção circular vazada dependerá das condições do solo, da quantidade de estacas necessárias e das condições climáticas. Estima-se um prazo de 30 dias para a instalação das estacas e a conclusão da fundação.

Como principais aspectos positivos tem-se:

- Maior capacidade de carga em relação à estaca escavada do tipo centrifugada;
- Menor tempo de execução em comparação com outras soluções de fundação;
- Não gera vibrações que possam prejudicar as construções próximas;
- Redução dos custos em relação à estaca tipo hélice contínua.

E os aspectos negativos:

- Custo mais elevado em relação à estaca escavada do tipo centrifugada;
- Limitação de diâmetro máximo devido às restrições de transporte das estacas pré-fabricadas;
- Dificuldade de execução em solos muito duros ou rochosos.

Portanto, a escolha da estaca pré-moldada centrifugada de seção circular vazada para a fundação da Ponte sobre o Arroio Velhaco é uma



solução técnica, econômica e segura, considerando as condições do solo e as necessidades da obra. A estimativa de custo e prazo apresentada é uma referência para a gestão da obra e pode sofrer alterações conforme as condições do solo e outras condições adversas durante a execução.

3.4.3 Solução estrutural

De acordo com as análises realizadas para a solução estrutural da Ponte sobre o Arroio Velhaco, foi escolhida a opção de ponte em vigas pré-moldadas de concreto protendido. Estima-se que o custo total da obra será de aproximadamente R\$ 8.000.000,00.

O prazo estimado para a execução da obra é de 8 meses, considerando-se todas as etapas de construção, como a execução das fundações, montagem das vigas pré-moldadas, concretagem da laje de tabuleiro e instalação dos elementos de segurança.

Entre os aspectos positivos dessa solução estrutural, destacam-se a rapidez de execução, já que as vigas são fabricadas previamente em indústrias especializadas e transportadas para o local da obra, o que minimiza o tempo de montagem, e a facilidade de manutenção. Além disso, a ponte em vigas pré-moldadas de concreto protendido apresenta grande resistência e durabilidade, o que garante a segurança dos usuários da ponte ao longo dos anos.

Por outro lado, um aspecto negativo dessa solução é o custo relativamente elevado, principalmente em comparação com outras opções de pontes em concreto armado ou aço. Além disso, é importante destacar



que a escolha dessa solução requer uma análise cuidadosa das condições locais, para garantir a adequação da solução e minimizar possíveis problemas na construção e operação da ponte.

3.4.4 Método construtivo

O método construtivo de ponte pré-fabricada é uma opção muito utilizada na construção de pontes atualmente, e foi a escolha para a obra da ponte sobre o Arroio Velhaco em Arambaré/RS. Esse método consiste na produção das peças de concreto pré-fabricadas em uma fábrica, com controle de qualidade rigoroso, para serem transportadas até o canteiro de obra e montadas no local.

Para a construção da ponte em vigas pré-moldadas de concreto protendido, estima-se um custo total de R\$ 8.000.000,00.

Já para o tempo de execução, considerando a produção das vigas pré-moldadas em uma central de produção em outra cidade e o transporte das mesmas até o local da obra, estima-se que a construção da ponte terá duração de aproximadamente 8 meses. É importante ressaltar que esse prazo pode variar de acordo com as condições climáticas e eventuais imprevistos que possam surgir durante a execução da obra.

A construção de uma ponte pré-fabricada apresenta diversos aspectos positivos, como a possibilidade de execução em curto prazo de tempo, já que grande parte da produção ocorre em uma fábrica, com controle de qualidade e rapidez de execução. Além disso, o uso de peças pré-fabricadas reduz o desperdício de materiais, diminui a geração de resíduos e



minimiza a interferência na fauna e flora local. Ainda, a ponte pré-fabricada apresenta menor custo quando comparada a outros métodos construtivos, como a ponte convencional de concreto armado.

Por outro lado, a execução de uma ponte pré-fabricada exige mão de obra especializada, já que o transporte e a montagem das peças devem ser feitos com cuidado e precisão para garantir a estabilidade e segurança da estrutura. Além disso, a utilização de peças pré-fabricadas pode limitar as possibilidades estéticas da ponte, já que as peças são produzidas em série e possuem formatos padronizados.

Em relação ao projeto da ponte sobre o Arroio Velhaco em Arambaré/RS, a escolha da solução estrutural em vigas pré-moldadas de concreto protendido, aliada ao método construtivo de ponte pré-fabricada, possibilitará a execução da obra em um prazo reduzido e com menor custo. Ainda, as vigas pré-moldadas poderão ser produzidas com diferentes acabamentos e formatos, atendendo aos critérios estéticos definidos para a obra.

3.4.5 Solução estética

Após avaliação das soluções estéticas para a Ponte sobre o Arroio Velhaco, a alternativa escolhida foi a de uma solução funcional. Essa solução atende aos diversos critérios exigidos pelo município, principalmente quanto ao orçamento inicial proposto.

A solução funcional escolhida tem como principal objetivo atender às necessidades de travessia, sem perder o foco na estética da ponte. Para isso,



foram utilizados elementos estruturais simples e formas básicas que combinam harmoniosamente com a paisagem do local.

A escolha dessa solução funcional proporcionou a redução dos custos iniciais da obra, e consequentemente, um menor tempo de execução. Isso foi possível graças à utilização de materiais e técnicas construtivas já conhecidas e disponíveis no mercado local.

Com relação aos aspectos positivos dessa solução, além da redução do custo e tempo de execução, a utilização de elementos estruturais simples e formas básicas proporcionam uma fácil manutenção da ponte no futuro. Além disso, a solução funcional escolhida é resistente e durável, garantindo a segurança e conforto dos usuários.

Porém, um dos aspectos negativos dessa solução é a sua simplicidade estética. Embora a solução escolhida atenda aos requisitos estéticos da ponte, ela pode não ser considerada uma obra de arte, como uma ponte com um projeto arquitetônico mais ousado poderia ser.

Com base nas estimativas de custo e prazo de execução, a solução funcional escolhida apresentou um orçamento inicial dentro do valor previsto pela Prefeitura de Arambaré. O prazo de execução estimado é de aproximadamente 10 meses, considerando a mobilização de equipes e materiais necessários para a obra.

Em resumo, a solução estética funcional escolhida para a Ponte sobre o Arroio Velhaco apresenta diversas vantagens, como a redução dos custos e tempo de execução, fácil manutenção e durabilidade. Mesmo com a

simplicidade estética, essa solução atende aos critérios técnicos e estéticos exigidos para a obra, além de ser uma opção viável e eficiente para a travessia de veículos e pedestres.

3.4.6 Geometria da obra

A Prefeitura de Arambaré/RS optou pela terceira alternativa, que corresponde ao item “3.3.6.4 Quarta alternativa”, para a elaboração do projeto executivo da ponte. Essa decisão foi tomada entre as quatro opções apresentadas para o projeto.

Os desenhos referentes à quarta alternativa selecionada estão apresentados abaixo, e serão utilizados como base para a construção da ponte. A escolha cuidadosa da alternativa é essencial para garantir a segurança e a eficiência da estrutura a ser construída, e a Prefeitura de Arambaré/RS levou em consideração diversos fatores para a escolha da melhor opção.

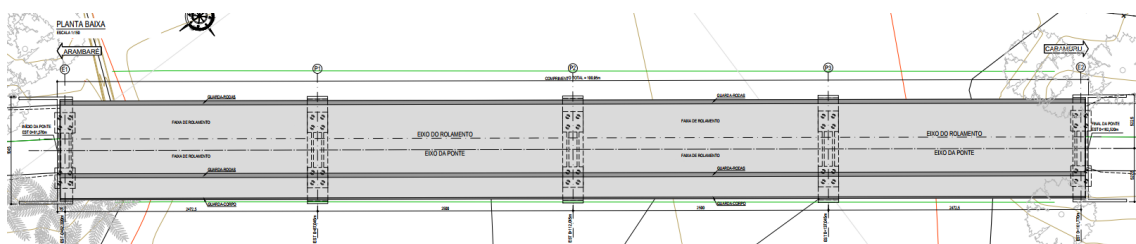


Figura 13 – Planta baixa da ponte

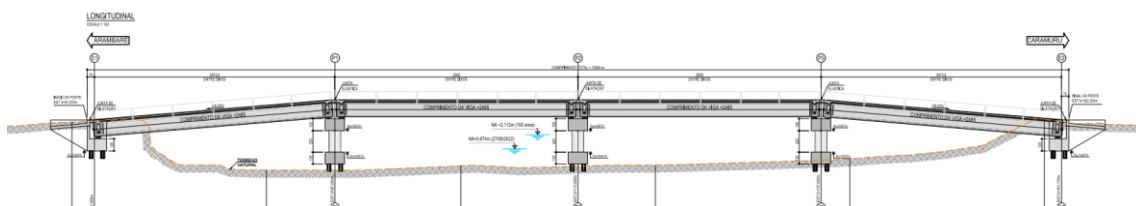


Figura 14 – Perfil longitudinal da ponte



todas as necessidades do município, elencadas neste relatório.

Participaram da reunião os fiscais técnicos e de contrato, secretários executivos e o Sr. Prefeito;

- Dia 05/10/2022 – Reunião através de vídeo conferência para tratar da alternativa proposta, que foi enviada por e-mail no dia 03/10/2022;
- Dia 04/01/2023 – Reunião, através de vídeo conferência, com a fiscalização da Prefeitura de Arambaré/RS e com os fiscais da Caixa Econômica Federal, que elaboraram uma análise dos projetos executivos apresentados;
- Dia 13/02/2023 – Reunião, através de vídeo conferência, com a fiscalização da Prefeitura de Arambaré/RS para organizar a revisão do projeto executivo e entrega final dos arquivos.



3 ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA



4 ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA

A seguir será apresentado o Projeto de OAE desenvolvidos para a ELABORAÇÃO DOS PROJETOS EXECUTIVOS DE ENGENHARIA PARA CONSTRUÇÃO DA NOVA PONTE JOÃO GOULART, MUNICÍPIO DE ARAMBARÉ/RS.

4.1 Introdução

O presente relatório é composto por uma OAE, a Ponte sobre o Arroio Velhaco, no município de Arambaré/RS.

A obra segue as exigências do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT, do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Estado do Rio Grande do Sul e da Prefeitura Municipal de Arambaré/RS.

O dispositivo adotado foi desenvolvido com base nas recomendações técnicas contidas no Manual de Projeto de Obras-de-Arte Especiais editado pelo DNIT. O projeto foi também concebido de acordo com o preconizado nas normas brasileiras, em particular a ABNT NBR 7187:2003 “Projeto e Execução de Pontes de Concreto Armado e Protendido” e ABNT NBR 6118:2014 “Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento”.

O desenvolvimento deste trabalho foi executado por equipe técnica com experiência, considerando-se as informações obtidas na fase preliminar e na fase básica.



Atualmente a travessia do Arroio Velhaco, para interligar uma margem do bairro a outra, é realizada através de uma ponte metálica, que possui apenas uma faixa de tráfego. Com o intuito de promover a economia local, trazer bem-estar e mobilidade para os moradores da região optou-se pela construção de uma nova da ponte que atenda os anseios da comunidade.

4.2 Características gerais da obra

A presente Obra de Arte Especial será construída transpondo o Arroio Velhaco, no município de Arambaré/RS.

O Greide no local da Obra de Arte Especial se desenvolve planimetricamente em tangente e altimetricamente em rampa.

A extensão total é de 100,95m de comprimento, divididos em quatro vãos, dois de 24,725m (vãos das extremidades), inclinados, e dois com 25,00m, retos, e largura total de 12,80m. Em perfil longitudinal apresenta declividade de 8,33%, sendo que transversalmente a obra tem uma declividade de 2,00% na pista, faixa de segurança e 1% no passeio.

A seção transversal com um total de 9,65m é formada por: duas faixas de rolamento de 3,35m, duas barreiras rígidas de 0,40m, um passeio de 2,00m e um guarda-corpo de 0,15m.

A superestrutura em grelha do tipo vigas múltiplas de seção "I", é composta por cinco longarinas pré-moldadas protendidas dispostas transversalmente entre eixos a cada 2,1125m e com modulação longitudinal



de 25,75m entre eixos de apoios, comprimento da viga 26,00m e altura 1,50m. Sobre as longarinas serão lançadas pré-lajes, que servirão de forma para a concretagem “in-loco” da laje principal, juntamente com as transversinas, assim que consolidadas formarão uma estrutura em grelha resistente e necessária ao suporte da função estrutural da OAE. As lajes terão espessura final de aproximadamente 22cm. A barreira rígida adotada corresponde ao modelo New Jersey, moldada no local, em concreto armado. Para drenagem serão utilizados drenos de PVC com diâmetro de 100mm localizados junto à barreira, precisamente no local de acúmulo de água devido ao caimento transversal da pista.

A Mesoestrutura, responsável pela transmissão das cargas da superestrutura para a infraestrutura, é composta de pórticos em concreto armado, onde os pilares serão circulares e as travessas terão seções prismáticas de largura variável visando possibilitar ajuste na posição das longarinas. As travessas dos encontros são estruturas com a função de apoio das vigas, contenção do aterro na direção longitudinal (cortinas frontais) e contenção do Aterro lateralmente com as Alas. As alturas dos pilares foram determinadas conforme o perfil do terreno, greide de pavimentação, cota do nível d’água e inclinação transversal da ponte. A vinculação da superestrutura e mesoestrutura será feita por meio de aparelhos de apoio do tipo neoprene fretado.

A infraestrutura é composta por blocos que servem para o coroamento das estacas, que serão do tipo centrífuga igual a $\phi 400\text{mm}$.



A Obra de Arte Especial foi desenvolvida com base nas recomendações técnicas contidas no Manual de Projeto de Engenharia Rodoviária editado pelo DNIT, considerando-se como veículo tipo, caminhão de carga classe TB-450. O projeto foi também concebido de acordo com o preconizado nas Normas Brasileiras, em particular a NBR 7187 (Projeto e Execução de Pontes de Concreto Armado e Protendido) e NBR 6118. Todos os Atendimentos visando o Perfeito Funcionamento da Estrutura.

4.3 Justificativa da solução adotada

A escolha da solução adotada se deu a partir da análise do local de implantação da Obra de Arte Especial bem como de fatores econômicos, estéticos e simplificação no processo construtivo.

A escolha do sistema estrutural adotado para a superestrutura norteou-se principalmente na eliminação sistemática de todas as variáveis menos ponderáveis que pudessem incidir na alteração do cronograma da obra, e consequentemente em prazos construtivos previstos. Além do mais, procurou-se tirar proveito das vantagens da utilização de elementos pré-moldados, dentre os quais poderemos citar: baixo consumo de forma, (grande reutilização); manutenção da qualidade da obra, no que diz respeito à sua geometria e capacidade resistente; eliminação ou diminuição de escoramento; e, evidentemente, menores prazos de construção.

A solução por vigas pré-moldadas, com o posterior lançamento das vigas principais longitudinais, foi escolhida, pois permite o uso de equipamento e mão de obra local, adotando técnicas consagradas e



utilizadas no Brasil, bem como a política de utilização total de recursos regionais, não dificultando ou restringindo a execução da mesma.

Como consequência destas características, integradas e interdependentes, alcançou além de uma excelente qualidade técnica e estética, uma economia substancial, quando a solução adotada é comparada com uma estrutura, de mesmo porte, porém em concreto armado convencional com elementos totalmente moldados in loco com escoramento total. Essa solução se sobressai considerando também os fatores ambientais e de preservação do Meio Ambiente.

Com relação à solução adotada para a mesoestrutura e infraestrutura, somente temos a dizer que, com base na verificação in-loco e, nas características da superestrutura e condições específicas desta obra, constitui-se uma solução clássica, de utilização corrente e rotineira, de execuções rápidas e simples.

A proposta de solução estrutural tanto para a superestrutura, quanto para a interação mesoestrutura e infraestrutura, constituem-se, numa solução racional para o aproveitamento de peças resistentes que transfirmam, praticamente sem transição, os esforços e coações para o solo de fundação, crescendo-se ainda em vantagens técnicas e econômicas provenientes da utilização de pré-moldagem padronizadas de baixo custo e prazo de fornecimento.



4.4 Metodologia de cálculo

Para a determinação dos esforços solicitantes utilizou-se o software de análise estrutural STRAP, versão 2022.

O STRAP trata-se de um conjunto de programas destinado à geração da geometria do modelo, composição de cargas e verificação da estabilidade.

Os objetivos de se utilizar um software para modelar a obra são:

- Obter um modelo tridimensional mais próximo do real, assim otimizando o uso dos materiais e das características da estrutura e reduzindo o custo global da obra;
- Obter os esforços e deslocamentos devido aos carregamentos aplicados na estrutura para, posteriormente, serem utilizados no dimensionamento e na verificação das peças componentes da obra.

Para a construção do modelo adotaram-se as seguintes etapas:

- a) Geração da geometria: determinação das propriedades mecânicas dos elementos;
- b) Definição das condições de contorno;
- c) Definição dos carregamentos considerados;
- d) Cálculo inicial do modelo;
- e) Definição das cargas móveis: posicionamento das cargas de multidão e veículos para a obtenção dos resultados máximos e mínimos;



f) Verificação dos resultados.

O dimensionamento de alguns elementos será realizado através de planilhas eletrônicas elaboradas no Microsoft Excel. Utilizaram-se planilhas para a laje principal e laje de transição (método de RUSCH), transversinas de entrada e alas, sapatas e capacidade admissível do solo.

O modelo utilizado para a verificação e dimensionamento da estrutura ampliada consiste em uma superestrutura com laje do tabuleiro, travessa de entrada e alas composta por elementos de placas, longarinas e transversinas de apoio, por elementos de barras. A mesoestrutura é formada por nove apoios, com dois pilares circulares e travessa superior, são simulados por elementos de barras, e no topo o aparelho de apoio também é simulado por um elemento de barra, formando o apoio da superestrutura, a sua base considera-se engastada na fundação. A infraestrutura é formada por elementos sólidos que simulam os blocos sobre estacas. Este modelo foi submetido ao trem tipo TB-450, conforme a “ABNT NBR 7188:2013”.

4.5 Normas Técnicas de Referência

Tabela 1 - Normas técnicas essenciais

ABNT NBR 6118:2014	Projeto de estruturas de concreto - Procedimento
ABNT NBR 6122:2022	Projeto e execução de fundações
ABNT NBR 6123:1988	Forças devidas ao vento em edificações
ABNT NBR 7187:2021/2022	Projeto de pontes de concreto armado e de concreto protendido - Procedimento
ABNT NBR 7188:2013	Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas
ABNT NBR 8681:2003	Ações e segurança nas estruturas - Procedimento



ABNT NBR 9452:2019	Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto - Procedimento
IS-214 DNIT	Instrução de serviço para projeto de obras de arte especiais
DNIT:1996	Manual de projeto de obras de arte especiais
ABECE 003:2015	Recomendação – Memorial descritivo do projeto estrutural

Tabela 2 - Normas técnicas complementares

ABNT NBR 7680:2015	Concreto – Extração preparo ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto – Parte 1 - Resistência à compressão axial
ABNT NBR 12655:2022	Concreto de cimento Portland - Preparo controle recebimento e aceitação - procedimento
ABNT NBR 14037:2011 Versão Corrigida:2014	Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos
ABNT NBR 14931:2004	Execução de estruturas de concreto – Procedimento
ABNT NBR 15696:2009	Formas e escoramentos para estrutura de concreto – Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos
ABNT NBR 16280:2020/2022	Reforma em edificações – Sistema de gestão de reformas – Requisitos
ABNT NBR 14037:2011 Versão Corrigida:2014	Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos

Tabela 3 - Normas técnicas específicas

ABNT NBR 9062:2017	Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado
ABNT NBR 9607:2019	Prova de carga em estruturas de concreto armado e protendido – Procedimento
ABNT NBR 19783:2015	Aparelhos de apoio de elastômero fretado



Tabela 4 - Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e cobrimento nominal para $\Delta c=10\text{mm}$

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 1.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal (mm)			
Concreto armado	Laje	20	25	35	45
	Viga/Pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30	30	40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/Pilar	30	35	45	55

a) Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

b) Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento tais como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros tantos, as exigências desta tabela podem ser substituídas por 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal $\geq 15\text{ mm}$.

c) Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

d) No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal $\geq 45\text{ mm}$.

Observação Importante quanto à Durabilidade: Deve ser garantida a resistência do concreto correspondente à Classe de Agressividade, independente da capacidade da estrutura absorver valores menores, quando da verificação de concreto não conforme.



Na análise de concreto não conforme deve ser justificada, por profissional habilitado, a manutenção da durabilidade da estrutura.

4.6 Exigências de durabilidade

4.6.1 Vida útil de projeto

Nos termos da NBR 15575-2 Edificações habitacionais – Desempenho Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais, a Vida Útil de Projeto dos sistemas estruturais executados com base neste projeto está estimada em 50 anos.

Entende-se por Vida Útil de Projeto o período estimado para o qual este sistema estrutural está sendo projetado, a fim de atender aos requisitos de desempenho da NBR 15575-2.

Foram considerados e atendidos neste projeto os requisitos das normas pertinentes e aplicáveis a estruturas de concreto, o atual estágio do conhecimento no momento da elaboração dele, bem como as condições do entorno, ambientais e de vizinhança da obra, no momento das definições dos critérios de projeto.

Outras exigências constantes nas demais partes da NBR 15575, que impliquem em dimensões mínimas ou limites de deslocamentos mais rigorosos que os que constam da NBR 6118, para os elementos do sistema estrutural, deverão ser fornecidos pelos responsáveis das outras especialidades envolvidas no projeto, sendo estes responsáveis por suas definições.



Para que a Vida Útil de Projeto tenha condições de ser atingida, se faz necessário que a execução da estrutura siga fielmente todas as prescrições constantes neste projeto, bem como todas as normas pertinentes à execução de estruturas de concreto e as boas práticas de execução.

O executor das obras deverá se assegurar de que todos os insumos utilizados na produção da estrutura atendem as especificações exigidas neste projeto, bem como em normas específicas de produção e controle, através de relatórios de ensaios que atestem os parâmetros de qualidade e resistência; o executor das obras deverá também manter registros que possibilitem a rastreabilidade destes insumos.

Eventuais não conformidades executivas deverão ser comunicadas a tempo ao projetista, para que venham a ser corrigidas, de forma a não prejudicar a qualidade e o desempenho dos elementos da estrutura.

Atenção especial deverá ser dada na fase de execução das obras, com relação às áreas de estocagem de materiais e de acessos de veículos pesados, para que estes não excedam a capacidade de carga para as quais estas áreas foram dimensionadas, sob o risco de surgirem deformações irreversíveis na estrutura.

Desde que haja um bom controle e execução correta da estrutura, que seja dado o uso adequado à obra e que seja cumprida a periodicidade e correta execução de processos de manutenção, a Vida Útil de Projeto do sistema estrutural terá condições de ser atingida e até mesmo superada.



A Vida Útil de Projeto é uma estimativa e não deve ser confundida com a vida útil efetiva ou com prazo de garantia. Ela pode ou não ser confirmada em função da qualidade da execução da estrutura, da eficiência e correção de atividades de manutenção periódicas, de alterações no entorno da estrutura, ou de alterações ambientais e climáticas.

4.6.2 Classes de agressividades

Tabela 5 - Classes de agressividade ambiental

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{a,b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a,b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a,c}	Elevado
		Respingas de maré	

a) Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

b) Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade relativa do ar menor ou igual a 65%, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos, ou regiões onde chove raramente.

c) Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes e indústrias químicas.

ABNT NBR 6118:2014



A área de implantação da obra está localizada em região urbana, no município de Arambaré/RS. Dessa forma, a obra foi classificada na Classe de Agressividade II – Moderada.

Tabela 6 - Correspondência entre a classe de agressividade e qualidade do concreto

Concreto ^a	Tipo ^{b,c}	Classe de agressividade (Tabela 1.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	$\leq 0,65$	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,45$
	CP	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,50$	$\leq 0,45$
Classe do concreto (ABNT NBR 8953)	CA	$\geq C20$	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C40$
	CP	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C35$	$\geq C40$

a) O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.

b) CA corresponde a elementos estruturais de concreto armado.

c) CP corresponde a elementos estruturais de concreto protendido.

Definida a Classe de Agressividade Ambiental, foram estabelecidos os requisitos de qualidade do concreto e de cobrimento da armadura.

Deve ser garantida a resistência do concreto correspondente à Classe de Agressividade, independente da capacidade de a estrutura absorver valores menores, quando da verificação de concreto não conforme.



4.7 Materiais

4.7.1 Concreto protendido

Tabela 7 - Valores estimados de módulo de elasticidade em função da resistência característica à compressão do concreto (considerado o uso de granito como agregado graúdo)

Classe de resistência	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C60	C70	C80	C90
Eci (GPa)	25	28	31	33	35	38	40	42	43	45	47
Ecs (GPa))	21	24	27	29	32	34	37	40	42	45	47
α_i	0,85	0,86	0,88	0,89	0,9	0,91	0,93	0,95	0,98	1,00	1,00

ABNT NBR 6118:2014

Tabela 8 – Características do concreto protendido

Propriedade	Vigas
Resistência característica (Fck)	40 MPa
Módulo de deformação secante	32,0 GPa
Fator a/c máximo	0,55
Tipo do concreto	CP V - ARI



4.7.2 Concreto armado

Tabela 9 - Valores estimados de módulo de elasticidade em função da resistência característica à compressão do concreto (considerado o uso de granito como agregado graúdo)

Classe de resistência	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C60	C70	C80	C90
Eci (GPa)	25	28	31	33	35	38	40	42	43	45	47
Ecs (GPa)	21	24	27	29	32	34	37	40	42	45	47
α_i	0,85	0,86	0,88	0,89	0,9	0,91	0,93	0,95	0,98	1,00	1,00

ABNT NBR 6118:2014

Tabela 10 - Características do concreto armado

Propriedade	Superestrutura	Mesoestrutura	Infraestrutura
Resistência característica (Fck)	30 MPa	30 MPa	30 MPa
Módulo de deformação secante	27,0 GPa	27,0 GPa	27,0 GPa
Fator α/c máximo	0,60	0,60	0,60
Traço	1:2:2 ½ (C:A:B)	1:2:2 ½ (C:A:B)	1:2:2 ½ (C:A:B)
Slump test	100mm + - 20mm	100mm + - 20mm	100mm + - 20mm

Observação importante: Para a produção do concreto foi considerada a utilização de agregado graúdo de origem granítica (granito), em especial na avaliação do módulo de elasticidade. Caso sejam utilizados outros tipos de agregados graúdos, o valor do módulo de elasticidade deverá



ser ajustado conforme item 8.2.8 da NBR 6118:2014, devendo ser definido antes do início da execução.

Recomendação Importante: Para o bom desempenho da estrutura de concreto, bem como redução de custo dela, recomenda-se a contratação de tecnologista do concreto com o objetivo de desenvolver o traço do concreto a ser empregado na obra e orientar sobre os procedimentos de cura e desforma.

4.7.3 Aço

Os materiais empregados para a execução são os seguintes:

- Aço – Concreto Protendido
 - CP-190 RB
- Aço – Concreto Armado
 - CA-50

4.8 Ações adotadas para cálculo

Para a modelização da estrutura, serão utilizados carregamentos permanentes e variáveis, apresentados nos itens a seguir.

4.8.1 Ações permanentes

4.8.1.1 Peso próprio dos elementos estruturais

O peso próprio é o peso das peças de concreto e de aço da estrutura, compreendendo, neste caso, as lajes, vigas, encontros etc. Para a avaliação das cargas devidas ao peso próprio dos elementos estruturais, o peso



específico deve ser tomado igual a 2,5 tf/m³ para o concreto armado e 7,8tf/m³ para o aço.

4.8.1.2 Pavimentação

A NBR 7187 diz que “na avaliação da carga devida ao peso da pavimentação, deve ser adotado para peso específico do material empregado o valor mínimo de 2,4 tf/m³, prevendo-se uma carga adicional de 0,2 tf/m² para atender a um possível recapeamento”. A consideração desta carga adicional pode ser dispensada, a critério da projetista, no caso de OAE's em grandes vãos.

Deste modo, considerando um revestimento de concreto asfáltico com espessura de 5cm para a pista de rolamento, tem-se o seguinte valor de carga de revestimento aplicado na estrutura:

$$p_{pista} = 2,40 \text{ tf/m}^3 * 0,05m + 0,20 \text{ tf/m}^2 = 0,32 \text{ tf/m}^2$$

4.8.1.3 Retração e fluência

A retração e a fluência serão aplicadas ao modelo, apenas para elementos novos, como uma carga de temperatura sobre a superestrutura com o valor de $\Delta T = -15^\circ\text{C}$. Desta forma, é simulado o comportamento da estrutura com a atuação desses efeitos.

4.8.1.4 Empuxo de terra

A determinação do empuxo de terra, que deve ser entendido como a ação produzida pelo maciço terroso sobre as obras com ele em contato, é fundamental na análise e projeto de obras como muros de arrimo, cortinas



de estacas, cortinas atirantadas, encontros de pontes, entre outras situações semelhantes a estas.

O empuxo de terra nas estruturas é determinado de acordo com os princípios da mecânica dos solos, em função de sua natureza (ativo, passivo ou de repouso), das características do terreno, assim como das inclinações dos taludes e dos paramentos. Como simplificação, pode ser suposto que o solo não tenha coesão e que não haja atrito entre o terreno e a estrutura, desde que as solicitações assim determinadas estejam a favor da segurança. O peso específico do solo úmido deve ser considerado no mínimo igual a 18kN/m³ e o ângulo de atrito interno no máximo igual a 30°. Os empuxos ativo e de repouso devem ser considerados nas situações mais desfavoráveis. A atuação do empuxo passivo só pode ser levada em conta quando sua ocorrência puder ser garantida ao longo de toda a vida útil da obra (NBR7187 ABNT, 2003, p. 4).

Segundo Montoya (1983), para o cálculo do empuxo ativo de terrenos sem coesão se recomenda aplicar a teoria de Coulomb, que proporciona valores suficientes aproximados. Então, esta teoria, simplificadamente, descreve que: “Em um muro de face plana, que forma um ângulo α com a horizontal, e superfície do terreno plana, formando um talude de ângulo β , sobre a qual atua uma carga uniformemente distribuída de valor “ q ” por metro de projeção, as componentes horizontais p_H e verticais “ p_V ” da pressão sobre o muro, a uma profundidade z , contando a partir da coroação do muro (como mostra a figura a seguir), tem as expressões seguintes:

$$p_H = (\gamma \cdot z + q) \cdot \lambda_H$$

$$p_v = (\gamma \cdot z + q) \cdot \lambda_v$$

Os coeficientes de empuxo ativo λ_H e λ_V são dados pelas expressões:

$$\lambda_H = \frac{\text{sen}^2(\alpha + \varphi)}{\text{sen}^2 \alpha \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi + \delta) \cdot \text{sen}(\varphi - \beta)}{\text{sen}(\alpha - \delta) \cdot \text{sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$\lambda_V = \lambda_H \cdot \cot(\alpha - \delta)$$

Todavia, estes valores podem ser obtidos mais facilmente por tabelas, como as apresentadas em Montoya (1983).

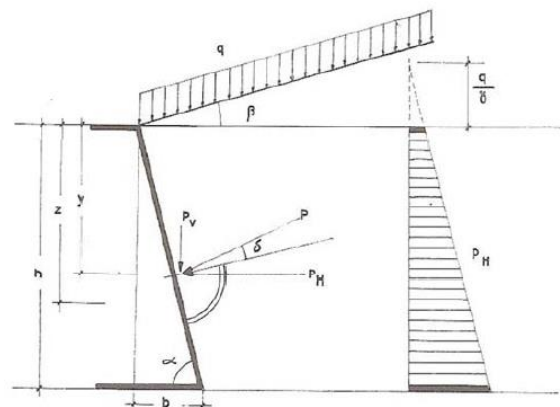


Figura 16 – Parâmetros da teoria de Coulomb para um muro de face plana. Montoya (1983, p. 687)

Como valor da sobrecarga q , atuando sobre o terreno, considera-se o aterro da obra da região principal, submetido à ação da sobrecarga devido à carga do peso do veículo tipo. Por conseguinte, sabendo que o veículo tipo pesa 45 tf, distribuídos em uma área de 6,00m x 3,00m, tem-se para o valor da sobrecarga:

$$q = \frac{45,00 \text{ tf}}{3,00 \text{ m} \times 6,00 \text{ m}} = 2,50 \text{ tf/m}^2$$



O efeito dessa ação da sobrecarga no aterro é transformado em altura de terreno (solo) equivalente (h').

Para essa situação é tomado o terreno sem coesão, com peso específico do solo (γ) igual a $1,80 \text{ tf/m}^3$ e ângulo de atrito interno (φ) igual a 30° . Consequentemente, fazendo uso da teoria de Coulomb para solo não saturado e sem coesão, tem-se:

- Altura média dos encontros, utilizada na discretização da estrutura = $2,00\text{m}$;
- Coeficiente de empuxo $\lambda_h = 0,33$.
- Assim, a sobrecarga " q " é transformada em altura de aterro equivalente:

$$q = \frac{2,40 \text{ tf/m}^2}{1,80 \text{ tf/m}^3} = 1,39 \text{ m}$$

Por isso,

- $p_{Hi} = \gamma \cdot z \cdot \lambda_H = 1,80 \text{ tf/m}^3 \times 1,39 \text{ m} \times 0,33 = 0,83 \text{ tf/m}^2$
- $p_{Hf} = \gamma \cdot z \cdot \lambda_H = 1,80 \text{ tf/m}^3 \times (2,00 \text{ m} + 1,39 \text{ m}) \times 0,33 = 2,01 \text{ tf/m}^2$

4.8.1.5 Barreira rígida

A barreira rígida adotada segue o padrão do "Manual de Projeto de Obras-de-Arte Especiais", DNER, 1996, com uma área aproximada de $0,253 \text{ m}^2$, para barreira simples. Portanto, foi utilizado o carregamento de $0,230 \text{ m}^2 \times 2,50 \text{ tf/m}^3 = 0,575 \text{ tf/m}$.

4.8.2 Ações Variáveis

4.8.2.1 Ações móveis verticais

Tabela 11 – Cargas móveis

SITUAÇÃO	VEÍCULO	MULTIDÃO	OBSERVAÇÃO
Projetada	TB-450	0,5tf/m ² na pista e 0,3tf/m ² no passeio e ciclovia	Utilizado para obter os esforços e o dimensionamento da estrutura

- Veículo de 45 tf (450 kN)
 - Peso Total do Veículo: 45 tf (450 kN)
 - Quantidade de Eixos: 3
 - Peso de Uma Roda Dianteira:
7,5 tf (75 kN)
 - Peso de Uma Roda Traseira:
7,5 tf (75 kN)
 - Peso de Uma Roda Intermediária:
7,5 tf (75kN)
 - Largura de Contacto de Cada Roda:
0,50 m
 - Comprimento de Contacto de
Cada Roda: 0,20 m
 - Distância Entre os Eixos: 1,50 m
 - Distância Entre os Centros de Rodas dos Eixos: 2,00 m

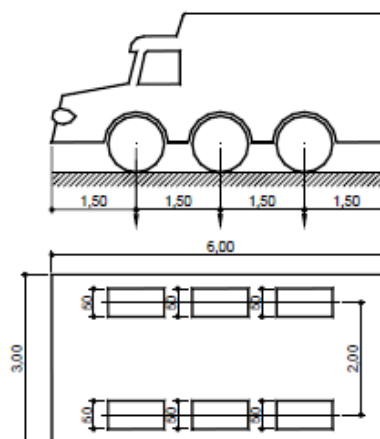


Figura 17 – Características do Trem Tipo TB-450 (Fonte: Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias – IPR 709, pág. 31)

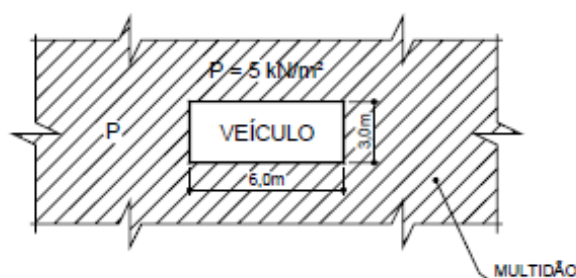


Figura 18 – Esquema para a formação Trem Tipo TB-450 (Fonte: Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias – IPR 709, pág. 32)

4.8.2.1.1 Fator de impacto TB-450

O Coeficiente de Impacto a ser aplicado ao trem tipo rodoviário **TB-450**, durante a modelização da situação de projeto, é calculado de acordo com a norma “NBR 7188:2013 Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas” e demonstrado a seguir:

As cargas dos veículos e da multidão da pista serão acrescidas pelo fator de impacto (CIV), em função do vão teórico.

Coeficiente de Impacto Vertical

$$CIV = \begin{cases} 1,35; & \text{para vãos menores que 10 metros} \\ 1,0 + 1,06 \cdot \left(\frac{20}{LIV + 50} \right); & \text{para vãos entre 10 a 200 metros} \end{cases}$$

$$LIV \begin{cases} \text{Comprimento do vão, para vãos isostáticos} \\ \text{Média aritmética, para vãos contínuos} \\ \text{Comprimento do balanço, para balanços} \end{cases}$$

Coeficiente de Número de Faixas

$$CNF = 1 - 0,05 \cdot (n - 2) > 0,9$$



n: é o número (inteiro) de faixas de tráfego rodoviário a serem carregadas sobre um tabuleiro transversalmente contínuo. Acostamentos e faixas de segurança não são faixas de tráfego da rodovia

Coeficiente de Impacto Adicional

Segundo a “NBR 7188:2013 Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas”, item “5.1.2.3 Coeficiente de impacto adicional”, os esforços das cargas móveis devem ser majorados na região das juntas estruturais e extremidades da obra. Todas as seções dos elementos estruturais a uma distância horizontal, normal à junta, inferior a 5,0m para cada lado da junta ou descontinuidade estrutural, devem ser dimensionadas com os esforços das cargas móveis majorados pelo coeficiente de impacto adicional, abaixo definido:

$CIA = 1,25$ — para obras em concreto ou mistas;

$CIA = 1,15$ — para obras em aço;

Sendo assim:

$$\varphi = CIV \cdot CNF \cdot CIA$$

Segue abaixo a tabela com o coeficiente de impacto utilizado:

Tabela 12 - Fator de impacto para o TB-450

Cálculo do Coeficiente de impacto			
Liv =	23,65 m	CIV =	1,288
n =	2	CNF =	1,00
		CIA =	1,250
Coeficiente de impacto =		1,610	

** Trecho a 5m da junta*

Cálculo do Coeficiente de impacto			
Liv =	23,65 m	CIV =	1,288
n =	2	CNF =	1,00
		CIA =	1,000
Coeficiente de impacto =		1,288	

4.8.2.2 Ações móveis horizontais

De forma análoga ao fator de impacto, as cargas móveis deverão ser verificadas segundo a NBR 7187:2013 para a situação de projeto novo.

Para a situação do projeto original, deverá ser adicionado o maior dos seguintes valores:

- 5% do valor do carregamento na pista de rolamento com as cargas distribuídas, excluídos os passeios;
- 30% do peso do veículo-tipo.

Para o projeto da nova ponte, as forças horizontais à frenagem e/ou aceleração aplicadas no nível do pavimento são um percentual da carga característica dos veículos aplicados sobre o tabuleiro, na posição mais desfavorável, concomitantemente com a respectiva carga:

$$H_f = \text{maior} \begin{cases} 0,025 * B * L * CNF \\ 13,50 \text{ tf} \end{cases}$$



Sendo:

B, Largura efetiva em metros da carga de multidão de 5kN/m².

L, comprimento(m) concomitante da carga distribuída.

- Para o B = 7,70m (3,30m + 3,30m + 0,55m + 0,55m);
- Para o L = 100,95m.

$$Hf = 0,025 \cdot 7,70m \cdot 100,95m \cdot 1,00 = 19,43tf$$

$$19,43tf > 13,50tf$$

Então,

$$Hf = \frac{19,43tf}{7,70m \cdot 100,95m} = 0,025tf/m^2$$

4.8.2.2.1 Vento

As pressões causadas pelo vento foram consideradas para as duas situações de cálculo (ponte carregada e descarregada). A atuação do vento foi considerada apenas no tabuleiro da ponte, com o vento incidindo perpendicularmente sobre o mesmo.

O valor da Velocidade Básica do Vento, V0 (máxima velocidade média medida sobre 3 segundos, que pode ser excedida em média uma vez em 50 anos, a 10m sobre o nível do terreno em lugar aberto e plano), foi adotado pela figura que se segue, reproduzida da NBR 6123:1988.

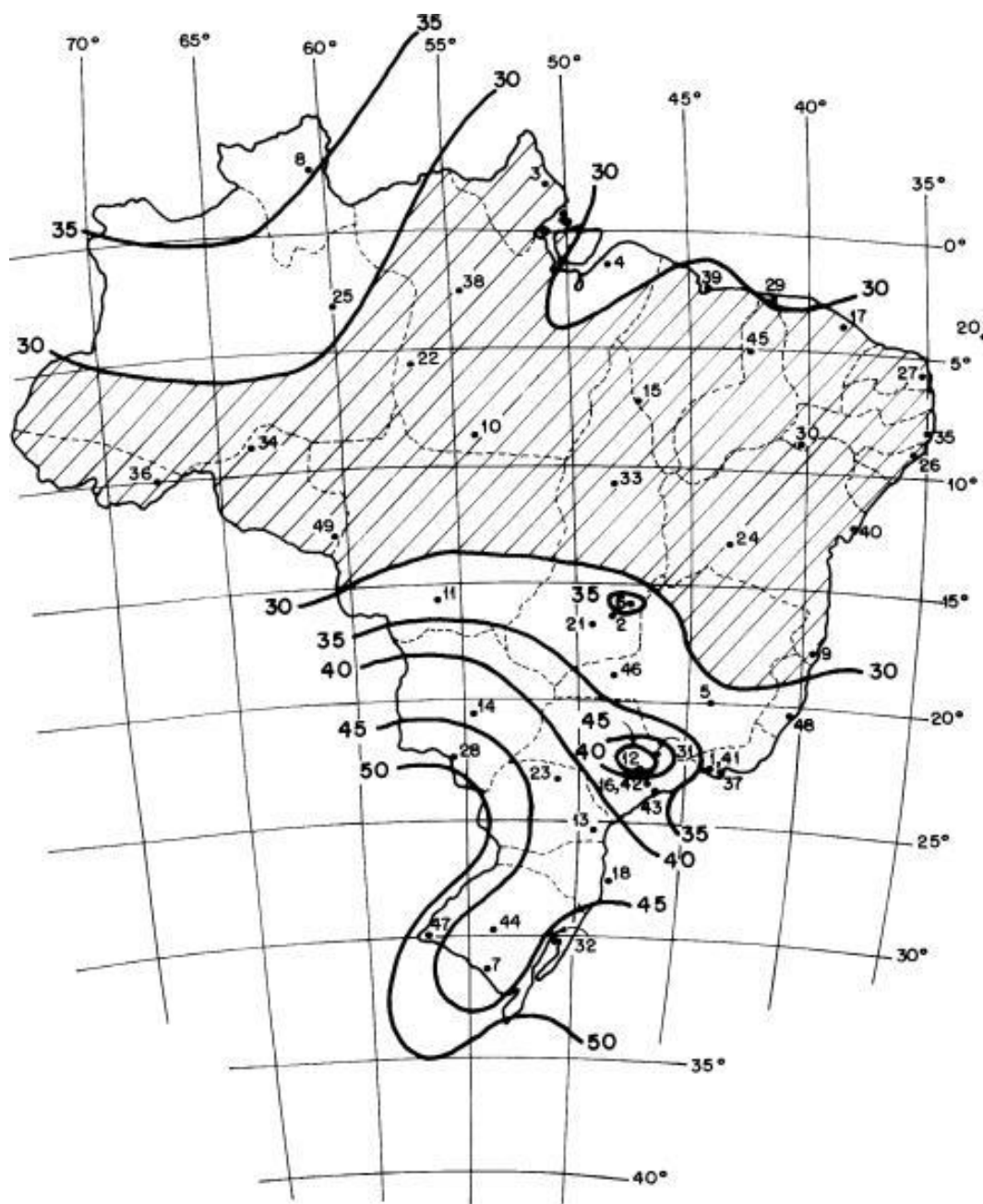


Figura 19 – Diagrama de isopletas do vento – NBR 6123

**CÁLCULO TRANSVERSAL****CARREGAMENTOS HORIZONTAIS****1) Vento na Superestrutura:****DADOS DE ENTRADA:** ABNT NBR 6123:1988 - Forças devidas ao vento em edificações

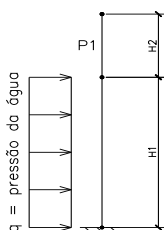
Local = Tubarão/SC

 $V_0 = 45,00 \text{ m/s}$ $S_1 = 1,00$ $S_2 = 1,00$ $S_3 = 1,00$ $C_f = 2,00$ $V_k = V_0 * S_1 * S_2 * S_3$ $V_k = 45,00 \text{ m/s}$ $q = 0,613 * V_k^2$ $q = 1242,95 \text{ N/m}^2$ $F = q * C_f * 0,000102$ $F = 0,25 \text{ t/m}^2$

a) Ponte carregada:

DADOS DE ENTRADA: $h_{\text{super}} = 1,70 \text{ m}$ $h_{\text{veículo}} = 2,00 \text{ m}$ $L_{\text{vão}} = 25,00 \text{ m}$ $F_v = (h_{\text{super}} + h_{\text{veículo}}) / 2 * F$ $F_v = 0,47 \text{ t/m}$ $F_v = 11,73 \text{ t}$

b) Ponte descarregada:

DADOS DE ENTRADA: $h_{\text{super}} = 1,70 \text{ m}$ $h_{\text{G.rodas}} = 0,87 \text{ m}$ $L_{\text{vão}} = 25,00 \text{ m}$ $F_v = (h_{\text{super}} + h_{\text{G.rodas}}) / 2 * F$ $F_v = 0,33 \text{ t/m}$ $F_v = 8,15 \text{ t}$ **2) Pressão de água corrente no Pilar****DADOS DE ENTRADA:** $K = 0,34$ $\varnothing = 1,20 \text{ m}$ $v = 1,0 \text{ m/s}$ $H_1 = 6,35 \text{ m}$ $H_2 = 1,00 \text{ m}$  $p = K * 100 * v^2$ $p = 30,69 \text{ kgf/m}^2$ $q = p * \varnothing_{\text{pilar}} / 1000$ $q = 0,04 \text{ t/m}$ $F_{\text{pa}} = q * H$ $F_{\text{pa}}' = 0,23 \text{ t}$ $M_{T2} = q * H^2 / 2$ $M_{T2} = 0,74 \text{ t.m}$ **Efeito Transversal Total - Pilar**

(Vento + Pressão d'água)

 $F_T = F_v / 2 + F_{\text{pa}}'$ $F_T' = F_T$ $F_T = 0,47 \text{ t}$

(para um pilar)

 $F_T' = 0,47 \text{ t}$

(para um bloco)

 $M_T = F_T * H$ $M_T = 4,68 \text{ t.m}$

(para um pilar)



4.8.2.2.2 Temperatura

É a variação de temperatura da estrutura, causada globalmente pela variação da temperatura da atmosfera e pela insolação direta. De maneira genérica, são adotados os seguintes valores:

- Para elementos estruturais cuja menor dimensão não seja superior a 50cm, deve ser considerada uma oscilação de temperatura em torno da média de 10°C a 15°C;
- Para elementos estruturais maciços ou ocos com os espaços vazios inteiramente fechados, cuja menor dimensão seja superior a 70cm, admite-se que essa oscilação seja reduzida respectivamente para 5°C a 10°C;
- Para elementos estruturais cuja menor dimensão esteja entre 50cm e 70cm admite-se que seja feita uma interpolação linear entre os valores acima indicados.

A escolha de um valor entre esses dois limites é feita considerando 50% da diferença entre as temperaturas médias de verão e inverno, no local da obra.

Para o modelo calculado foi adotado um gradiente de temperatura atuando sobre a laje da estrutura no valor de $\Delta = \pm 15^\circ\text{C}$.

4.8.2.2.3 Pressão da água em movimento

A pressão da água em movimento sobre os pilares e elementos das fundações pode ser determinada através da expressão:



$$p = kv^2(kN/m)$$

Onde:

p é a pressão estática equivalente, em kN/m^2 ;

v é a velocidade da água, em m/s ;

k é um coeficiente dimensional, cujo valor é 0,34 para elementos com seção transversal circular. Para elementos com seção transversal retangular, o valor de k é função do ângulo de incidência do movimento das águas em relação ao plano da face do elemento, conforme a tabela a seguir:

Tabela 13 - Valores de k em função do ângulo de incidência

Ângulo de incidência	k
90°	0,71
45°	0,54
0°	0
NOTAS 1 Para situações intermediárias, o valor de k deve ser obtido por interpolação linear. 2 A pressão p deve ser considerada sobre uma área igual à da projeção do elemento em um plano perpendicular à direção do movimento da água. Para elementos com outras seções transversais, consultar a bibliografia especializada para a determinação do fator k .	

Neste caso, tem-se:

$$k = 0,34;$$

$$v = 2m/s;$$

$$p = 0,34 \cdot 2,00^2 = 1,36 \text{ kN/m}^2 = 0,136 \text{ tf/m}^2$$



4.8.3 Combinações de projeto

Para a determinação das solicitações de Serviço e de esgotamento da resistência, são realizadas combinações para ponderar a ocorrência simultânea das solicitações.

Combinação Última Normal

$$F_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} * F_{Gi,k} + \gamma_q \left[F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n \psi_{0j} * F_{Qj,k} \right]$$

Combinações últimas especiais ou de construção

$$F_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} * F_{Gi,k} + \gamma_q \left[F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n \psi_{0j,ef} * F_{Qj,k} \right]$$

Combinações últimas excepcionais

$$F_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} * F_{Gi,k} + F_{Q,exc} + \gamma_q \sum_{j=1}^n \psi_{0j,ef} * F_{Qj,k}$$

Combinações quase permanentes de serviço

$$F_{d,uti} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + \sum_{j=1}^n \psi_{2j} * F_{Qj,k}$$

Combinações freqüentes de serviço

$$F_{d,uti} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + \psi_1 * F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n \psi_{2j} * F_{Qj,k}$$

Combinações raras de serviço

$$F_{d,uti} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n \psi_{1j} * F_{Qj,k}$$



Combinação: **Normal**
Tipo de Ação: **Peso próprio de estruturas moldadas no local**
Tipo de Estrutura: **Grandes pontes1)**

Permanentes		Desfavorável	Favorável
Separadamente	$\gamma_{gi} =$	1,35	1,00
Conjuntamente	$\gamma_{gi} =$	1,30	1,00

Variáveis		Desfavorável	
Separadamente	Ações truncadas1)	$\gamma_q =$	1,20
	Efeito de temperatura	$\gamma_q =$	1,20
	Ação do vento	$\gamma_q =$	1,40
	Ações variáveis em geral	$\gamma_q =$	1,50
Conjuntamente	Pontes e edificações tipo 1	$\gamma_q =$	1,50
	Edificações tipo 2	$\gamma_q =$	1,40

Ações			
Cargas acidentais de edifícios	ψ_0	ψ_1	ψ_2
<u>Locais em que não há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo. nem de elevadas concentrações de</u>	0,5	0,4	0,3
Vento			
Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0

Temperatura			
Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3
Cargas móveis e seus efeitos dinâmicos			
<u>Pontes rodoviárias</u>	0,7	0,5	0,3



Verificação Fadiga		
Pontes rodoviárias	$\psi_{1.fad}$	N
Laje do tabuleiro	0,8	2×10^6
Vigas transversais	0,7	2×10^6
Vigas longitudinais 1) – vão até 100 m	0,5	2×10^6
Vigas longitudinais 1) – vão de 200 m	0,4	2×10^6
Vigas longitudinais 1) – vão ≥ 300 m	0,3	2×10^6
Meso e infraestrutura6)	0	2×10^6

4.8.3.1 Combinação última (ELU)

$$F_d = \gamma_g F_{gk} + \gamma_{eg} F_{egk} + \gamma_q (F_{q1k} + \sum \Psi_{0j} F_{qjk}) + \gamma_{eq} F_{eqk}$$

Onde:

- γ_g – Fator de majoração para ações permanentes diretas
- F_{gk} – Ações permanentes diretas
- γ_{eg} – Fator de majoração para ações permanentes indiretas
- F_{egk} – Ações permanentes indiretas
- γ_q – Fator de majoração para ações variáveis diretas
- F_{q1k} – Ação variável direta principal
- Ψ_{0j} – Coeficiente de combinação
- F_{qjk} – Demais ações variáveis diretas
- γ_{eq} – Fator de majoração para ações variáveis indiretas



- $F_{\varepsilon qk}$ – Ações variáveis indiretas (temperatura)

4.8.3.2 Combinação em serviço (ELS)

4.8.3.2.1 Combinação quase permanente

$$F_{d,ser} = \Sigma F_{gi,k} + \Sigma \Psi_{2j} F_{qj,k}$$

Onde:

- $F_{gi,k}$ – Ações permanentes diretas
- Ψ_{2j} – Fator de combinação quase permanente
- $F_{qj,k}$ – Ações variáveis diretas

4.8.3.2.2 Combinação frequente

$$F_{d,ser} = \Sigma F_{gi,k} + \Psi_1 F_{q1,k} + \Sigma \Psi_{2j} F_{qj,k}$$

Onde:

- $F_{gi,k}$ – Ações permanentes diretas
- Ψ_1 – Fator de combinação frequente
- $F_{q1,k}$ – Ação variável direta principal
- Ψ_{2j} – Fator de combinação quase permanente
- $F_{qj,k}$ – Demais ações variáveis diretas

4.8.3.2.3 Combinação rara

$$F_{d,ser} = \Sigma F_{gi,k} + F_{q1,k} + \Sigma \Psi_{1j} F_{qj,k}$$



Onde:

- $F_{gi,k}$ – Ações permanentes diretas
- $F_{q1,k}$ – Ação variável direta principal
- Ψ_{1j} – Fator de combinação frequente
- $F_{qj,k}$ – Demais ações variáveis diretas

4.8.3.3 Lista de combinações

A Seguir, são apresentadas as combinações previstas em norma que foram utilizadas na verificação do modelo apresentado:

Tabela 14 – Lista de combinações

Combinações	PP	Retração	Empuxo	Temperatura	Vento	TB	Frenagem
ELU - 1	1,35	1,2 / 1,0	1,05	1,20	0,84	1,05	1,05
ELU - 2	1,35	1,2 / 1,0	1,05	0,72	1,40	1,05	1,05
ELU - 3	1,35	1,2 / 1,0	1,50	0,72	0,84	1,50	1,50
ELS - PP	1,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ELS - CQP 1	1,00		0,30	0,30	0,00	0,30	0,30
ELS - CF 1	1,00		0,30	0,50	0,00	0,30	0,30
ELS - CF 2	1,00		0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
ELS - CF 3	1,00		0,50	0,30	0,00	0,50	0,50
ELS - CR 1	1,00		0,50	1,00	0,30	0,50	0,50
ELS - CR 2	1,00		0,50	0,50	1,00	0,50	0,50
ELS - CR 3	1,00		1,00	0,50	0,30	1,00	1,00
ELS-Fad Laje 1	1,00		0,30	0,80	0,00	0,30	0,30
ELS-Fad Laje 2	1,00		0,30	0,30	0,80	0,30	0,30
ELS-Fad Laje 3	1,00		0,80	0,30	0,00	0,80	0,80
ELS-Fad Longarinas 1	1,00		0,30	0,50	0,00	0,30	0,30
ELS-Fad Longarinas 2	1,00		0,30	0,30	0,50	0,30	0,30
ELS-Fad Longarinas 3	1,00		0,50	0,30	0,00	0,50	0,50
ELS-Fad Mesoestrutura 1	1,00		0,30	0,00	0,00	0,30	0,30
ELS-Fad Mesoestrutura 2	1,00		0,30	0,30	0,00	0,30	0,30
ELS-Fad Mesoestrutura 3	1,00		0,00	0,30	0,00	0,00	0,00



4.8.4 Critérios de modelo estrutural

Foram atendidos os limites para deslocamentos estabelecidos na Tabela 13.3 da NBR 6118:2014.

Tipo de efeito	Razão da limitação	Exemplo	Deslocamento a considerar	Deslocamento-limite
Aceitabilidade sensorial	Visual	Deslocamentos visíveis em elementos estruturais	Total	$\ell/250$
	Outro	Vibrações sentidas no piso	Devido a cargas acidentais	$\ell/350$
Efeitos estruturais em serviço	Superfícies que devem drenar água	Coberturas e varandas	Total	$\ell/250^a$
	Pavimentos que devem permanecer planos	Ginásios e pistas de boliche	Total	$\ell/350 + \text{contraflecha}^b$
			Ocorrido após a construção do piso	$\ell/600$
	Elementos que suportam equipamentos sensíveis	Laboratórios	Ocorrido após o nivelamento do equipamento	De acordo com recomendação do fabricante do equipamento
Efeitos em elementos não estruturais	Paredes	Alvenaria, caixilhos e revestimentos	Após a construção da parede	$\ell/500^c$ e 10 mm e $\phi=0,0017 \text{ rad}^d$
Efeitos em elementos não estruturais	Forros	Divisórias leves e caixilhos telescópicos	Ocorrida após a instalação da divisória	$\ell/250^c$ e 25 mm
		Movimento lateral de edifícios	Provocado pela ação do vento para combinação frequente ($\Psi=0,30$)	$H/1700$ e $H/850^e$ entre pavimentos f
		Movimentos térmicos verticais	Provocado por diferença de temperatura	$\ell/400^g$ e 15 mm
		Movimentos térmicos horizontais	Provocado por diferença de temperatura	$H/500$
		Revestimentos colados	Ocorrido após a construção do forro	$\ell/350$
	Forros	Revestimentos pendurados ou com junta	Deslocamento ocorrido após a construção do forro	$\ell/175$
Efeitos em elementos estruturais	Pontes rolantes	Desalinhamento de trilhos	Deslocamento provocado pelas ações decorrentes da frenagem	$H/400$
Efeitos em elementos estruturais	Afastamento em relação às hipóteses de cálculo adotadas	Se os deslocamentos forem relevantes para o elemento considerado, seus efeitos sobre as tensões ou sobre a estabilidade da estrutura devem ser considerados, incorporando-os ao modelo estrutural adotado.		



- ^a As superfícies devem ser suficientemente inclinadas ou o deslocamento previsto compensado por contraflechas, de modo a não se ter acúmulo de água.
- ^b Os deslocamentos podem ser parcialmente compensados pela especificação de contraflechas. Entretanto, a atuação isolada da contraflecha não pode ocasionar um desvio do plano maior que $\ell/350$.
- ^c O vão ℓ deve ser tomado na direção na qual a parede ou a divisória se desenvolve.
- ^d Rotação nos elementos que suportam paredes.
- ^e H é a altura total do edifício e H_i o desnível entre dois pavimentos vizinhos.
- ^f Esse limite aplica-se ao deslocamento lateral entre dois pavimentos consecutivos, devido à atuação de ações horizontais. Não devem ser incluídos os deslocamentos devidos a deformações axiais nos pilares. O limite também se aplica para o deslocamento vertical relativo das extremidades de lintéis conectados a duas paredes de contraventamento, quando H_i representa o comprimento do lintel.
- ^g O valor ℓ refere-se à distância entre o pilar externo e o primeiro pilar interno.

NOTAS

- 1 Todos os valores-limites de deslocamentos supõem elementos de vão ℓ suportados em ambas as extremidades por apoios que não se movem. Quando se tratar de balanços, o vão equivalente a ser considerado deve ser o dobro do comprimento do balanço.
- 2 Para o caso de elementos de superfície, os limites prescritos consideram que o valor ℓ é o menor vão, exceto em casos de verificação de paredes e divisórias, onde interessa a direção na qual a parede ou divisória se desenvolve, limitando-se esse valor a duas vezes o vão menor.
- 3 O deslocamento total deve ser obtido a partir da combinação das ações características ponderadas pelos coeficientes definidos na Seção 11.
- 4 Deslocamentos excessivos podem ser parcialmente compensados por contraflechas.

4.8.5 Orientações para a construção

4.8.5.1 Introdução

Durante a obra devem ser mantidas as especificações estabelecidas no projeto. A substituição de especificações constantes neste projeto só poderão ser realizadas com a anuência prévia do projetista.

Estas especificações estão baseadas nas características de desempenho declaradas pelo fornecedor, porém cabe exclusivamente a ele comprovar a veracidade de tais características. Comprovação esta que deve ser solicitada pelo contratante.



A empresa de projeto não se responsabiliza pelas modificações de desempenho decorrentes de substituição de especificação sem o seu conhecimento.

A construtora deverá aplicar procedimentos de execução e de controle de qualidade dos serviços de acordo com as respectivas normas técnicas de execução e controle.

Devem ser seguidas as instruções específicas de detalhamento de projeto e de especificação visando assegurar o desempenho final e, em caso de necessidade de alteração, esta deve ter a anuência do projetista antes da execução.

4.8.5.2 Formas e escoramentos

O projeto e o dimensionamento de formas (moldes para a estrutura de concreto) não fazem parte do escopo de nossos serviços.

O projeto e o dimensionamento do escoramento não fazem parte do escopo de nossos serviços.

Observações:

1. Deve ser previsto o espaçamento máximo entre escoras de 2,0 m.
2. Deve ser garantida a verticalidade e o prumo das escoras.
3. No caso de o ciclo de concretagem não ser o especificado no esquema e/ou existirem outras opções, poderá ser estabelecido outro plano



de cimbramento a ser definido pela Engenharia da Obra e o Projetista de Estruturas.

4. A retirada do escoramento deverá ser cuidadosamente estudada, tendo em vista o módulo de elasticidade do concreto (E_{ci}) no momento da desforma. Há uma maior probabilidade de grande deformação quando o concreto é exigido com pouca idade.

5. A retirada do escoramento deverá ser feita:

- Nos vãos; do meio para os apoios
- Nos balanços; do extremo para o apoio

4.8.5.3 Tolerâncias

Para a produção da estrutura deverão ser observadas as tolerâncias de execução conforme NBR 14931:2004 – Execução de estruturas de concreto – Procedimento.

4.8.5.4 Tecnologia de Concreto

O desenvolvimento adequado do traço do concreto, com a pesquisa dos materiais regionais disponíveis para a sua produção, agregados miúdo e graúdo, cimento e aditivos, poderá levar à redução no custo do concreto, além da melhoria nas suas características mecânicas, de trabalhabilidade e de baixa retração.

Deverá ser confirmado o agregado graúdo especificado no projeto.



O desenvolvimento do traço do concreto e a avaliação de seu desempenho estão fora do escopo deste projeto.

4.8.5.5 Cura

O período de cura do concreto refere-se à duração das reações iniciais de hidratação do cimento, o que resulta em perda de água livre por meio de evaporação e difusão interna. Geralmente, a perda de água por evaporação é muito maior do que por difusão interna. Logo, uma das soluções é manter a superfície exposta ao ar em condição saturada, reduzindo assim a quantidade de água evaporada. Outros processos também podem ser usados de forma a reduzir essa perda de água.

Sabe-se que um concreto exposto ao ar durante as primeiras idades pode sofrer fissuras plásticas e consequente perda significativa de resistência. Alguns ensaios indicam uma queda na resistência final do concreto de até 40% em comparação com concretos que mantiveram a superfície saturada por um período de sete dias.

A duração do período de cura depende de diversos fatores, como a composição e temperatura do concreto, área exposta da peça, temperatura e umidade relativa do ar, insolação e velocidade do vento.

4.8.5.6 Controle do concreto

O Tecnologista do Concreto poderá orientar sobre os procedimentos de controle de qualidade do concreto, critérios de aceitação de lotes e



ensaios a serem realizados, especialmente no caso de não conformidade e eventual necessidade de extração de corpos de prova para rompimento.

O controle do concreto deve seguir as premissas constantes na norma NBR 12655:2015 – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento.

Conforme esta norma, item 4.4, os responsáveis pelo recebimento e pela aceitação do concreto são o proprietário da obra e o responsável técnico pela obra, devendo manter a documentação comprobatória (relatórios de ensaios, laudos e outros) por 5 anos.

O projetista estrutural só deve ser acionado quando existir uma situação de concreto não conforme.

Para os casos de concreto não conforme deve ser seguida a norma NBR 7680:2015 – Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto – Parte 1: Resistência a Compressão Axial e a Recomendação da ABECE.

4.8.5.7 Proteção das armaduras

Devem ser adotados pela construtora, pós-execução da estrutura, cuidados para que não se tenha perda de durabilidade por corrosão da armadura:

- Evitar escoamento de água pluvial pelo concreto, através da execução de pingadeiras ou outras proteções adequadas;



- Impermeabilizar as faces de concreto expostas ao tempo ou em contato permanente com água;
- Colmatar fissuras visíveis, acima dos limites normativos da ABNT NBR 6118:2014 para evitar processos corrosivos.



5 ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART



5 ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul



ART Número
12163764

Tipo: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO	Participação Técnica: INDIVIDUAL/PRINCIPAL
Convênio: NÃO É CONVÊNIO	Motivo: NORMAL

Contratado

Carteira: RS187192	Profissional: ROBSON ALEX CASTRO SOARES	E-mail: engemost@gmail.com
RNP: 2210505801	Título: Engenheiro Civil	
Empresa: ENGEMOST SERVIÇOS DE ENGENHARIA LTDA	Nr.Reg.: 238354	

Contratante

Nome: MUNICÍPIO DE ARAMBARÉ	E-mail:
Endereço: RUA ORMEZINDA RAMOS LOUREIRO 180	Telefone: CPF/CNPJ: 90152950000124
Cidade: ARAMBARÉ	Bairro: CENTRO CEP: 96178000 UF: RS

Identificação da Obra/Serviço

Proprietário: MUNICÍPIO DE ARAMBARÉ	CPF/CNPJ: 90152950000124
Endereço da Obra/Serviço: RUA ORMEZINDA RAMOS LOUREIRO 180	CEP: 96178000 UF: RS
Cidade: ARAMBARÉ	Bairro: CENTRO
Finalidade: OUTRAS FINALIDADES	Vlr Contrato(R\$): 183.443,06 Honorários(R\$):
Data Início: 08/08/2022 Prev.Fim: 08/12/2022	Ent.Classe:

Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Coordenação Técnica	Obras de Arte	1,00	UN
Estudo	Sondagens e Estudos Geotécnicos	1,00	UN
Estudo	Hidrologia	1,00	UN
Estudo	Topografia - Levantamento Planialtimétrico	1,00	UN
Projeto	Obras de Arte	1,00	UN
Projeto	Estradas - Projeto Geométrico	1,00	UN
Projeto	Estradas - Sinalização	1,00	UN
Projeto	Estradas - Pavimentação	1,00	UN
Projeto	Fundações Profundas	1,00	UN
Projeto	Geotecnia - Leitões/Cortes/Aterros de Estradas	1,00	UN
Projeto	Estruturas - Muros de Contenção	1,00	UN
Projeto	Drenagem	1,00	UN
Estudo	Impacto Ambiental	1,00	UN
Projeto	ILUMINAÇÃO PÚBLICA	1,00	UN
Orçamento	TODAS AS ATIVIDADES	1,00	UN

ART registrada (paga) no CREA-RS em 03/10/2022

Canoas 04/10/2022	Declaro serem verdadeiras as informações acima ROBSON ALEX CASTRO SOARES 02052142070	De acordo
Local e Data	Profissional ROBSON ALEX CASTRO SOARES	Contratante MUNICÍPIO DE ARAMBARÉ

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODE SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK SOCIEDADE - ART CONSULTA.



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul



ART Número
12163764

Contratado

Nr. Carteira: RS187192 Profissional: ROBSON ALEX CASTRO SOARES E-mail: engemost@gmail.com
Nr. RNP: 2210505801 Título: Engenheiro Civil
Empresa: ENGE MOST SERVIÇOS DE ENGENHARIA LTDA Nr. Reg.: 238354

Contratante

Nome: MUNICÍPIO DE ARAMARÉ E-mail:
Endereço: RUA ORMEZINDA RAMOS LOUREIRO 180 Telefone: CPF/CNPJ: 90152950000124
Cidade: ARAMARÉ Bairro: CENTRO CEP: 96178000 UF: RS

RESUMO DO(S) CONTRATO(S)

Contrato nº 038/2022 - TP nº 03/2022 - Município de Aramaré - Processo 997/2022
-
Objeto
ELABORAÇÃO DOS PROJETOS EXECUTIVOS DE ENGENHARIA PARA CONSTRUÇÃO DA NOVA PONTE JOÃO GOULART
-
Continuação das atividades
Projeto de Estradas - Obras complementares
Levantamento topográfico planialtimétrico e batimétrico georeferenciado
Projeto de Estruturas de Concreto Pré-Moldado
Projetos de Estruturas de Concreto Protendido
Projeto e Execução de sondagens mistas com auxílio de flutuante.
Projeto de Estruturas Metálicas
Vistoria de Pontes Viadutos e Elevados
Especificação técnica de Pontes, viadutos e Elevados
Projeto Arquitetônico
Inspeção Pontes, viadutos e elevados
Projeto Estradas - Estudo de Traçado
Projeto Estradas - Projeto de Terraplenagem
Projeto Acessos de Aproximação da Obra de Arte Especial
Projeto de Desapropriação
Projeto de iluminação pública
Memorial de Cálculo de Obras de Arte Especial
Memorial Obras de Arte Especial
Diagnóstico Ambiental, avaliação de impactos ambientais e medidas mitigatórias
Projeto de Demolição da Ponte existente

Canoas 04/10/2022

Local e Data

Declaro serem verdadeiras as informações acima
ROBSON ALEX CASTRO
SOARES: 02052142070

Profissional

De acordo

Contratante



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul



ART Número
12163794

Tipo: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO		Participação Técnica: INDIVIDUAL/PRINCIPAL	
Convênio: NÃO É CONVÊNIO		Motivo: NORMAL	
Contratado			
Carteira: RS154518	Profissional: TIAGO RODRIGUES BORGES	E-mail: eng.borgestiago@gmail.com	
RNP: 2205731033	Título: Engenheiro Civil		
Empresa: ENGEMOST SERVIÇOS DE ENGENHARIA LTDA		Nr.Reg.:	238354
Contratante			
Nome: MUNICÍPIO DE ARAMBARÉ		E-mail:	
Endereço: RUA ORMEZINDA RAMOS LOUREIRO 180		Telefone:	CPF/CNPJ: 90152950000124
Cidade: ARAMBARÉ	Bairro: CENTRO	CEP: 96178000	UF: RS
Identificação da Obra/Serviço			
Proprietário: MUNICÍPIO DE ARAMBARÉ			
Endereço da Obra/Serviço: Rua ORMEZINDA RAMOS LOUREIRO 180		CPF/CNPJ: 90152950000124	
Cidade: ARAMBARÉ	Bairro: CENTRO	CEP: 96178000	UF: RS
Finalidade: OUTRAS FINALIDADES		Vlr Contrato(R\$): 183.443,06	Honorários(R\$):
Data Início: 08/08/2022	Prev.Fim: 08/12/2022	Ent.Classe:	
Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Coordenação Técnica	Obras de Arte	1,00	UN
Estudo	Sondagens e Estudos Geotécnicos	1,00	UN
Estudo	Hidrologia	1,00	UN
Estudo	Topografia - Levantamento Planialtimétrico	1,00	UN
Projeto	Obras de Arte	1,00	UN
Projeto	Estradas - Projeto Geométrico	1,00	UN
Projeto	Estradas - Sinalização	1,00	UN
Projeto	Estradas - Pavimentação	1,00	UN
Projeto	Fundações Profundas	1,00	UN
Projeto	Geotecnia - Leitões/Cortes/Aterros de Estradas	1,00	UN
Projeto	Estruturas - Muros de Contenção	1,00	UN
Projeto	Drenagem	1,00	UN
Estudo	Impacto Ambiental	1,00	UN
Projeto	ILUMINAÇÃO PÚBLICA	1,00	UN
Orçamento	TODAS AS ATIVIDADES	1,00	UN

ART registrada (paga) no CREA-RS em 03/10/2022

Canoas 04/10/2022 Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima TIAGO RODRIGUES BORGES:00725427051 Assinado de forma digital por TIAGO RODRIGUES BORGES:00725427051 Dados: 2022.10.04 11:16:30 -03'00'	De acordo
	TIAGO RODRIGUES BORGES Profissional	MUNICÍPIO DE ARAMBARÉ Contratante

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODE SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK SOCIEDADE - ART CONSULTA.



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul



ART Número
12163794

Contratado

Nr. Carteira: RS154518 Profissional: TIAGO RODRIGUES BORGES E-mail: eng.borgestiago@gmail.com
Nr. RNP: 2205731033 Título: Engenheiro Civil
Empresa: ENGE MOST SERVIÇOS DE ENGENHARIA LTDA Nr. Reg.: 238354

Contratante

Nome: MUNICÍPIO DE ARAMARÉ E-mail:
Endereço: RUA ORMEZINDA RAMOS LOUREIRO 180 Telefone: CPF/CNPJ: 90152950000124
Cidade: ARAMARÉ Bairro: CENTRO CEP: 96178000 UF: RS

RESUMO DO(S) CONTRATO(S)

Contrato nº 038/2022 - TP nº 03/2022 - Município de Aramaré - Processo 997/2022
-
Objeto
ELABORAÇÃO DOS PROJETOS EXECUTIVOS DE ENGENHARIA PARA CONSTRUÇÃO DA NOVA PONTE JOÃO GOULART
-
Continuação das atividades
Projeto de Estradas - Obras complementares
Levantamento topográfico planialtimétrico e batimétrico georeferenciado
Projeto de Estruturas de Concreto Pré-Moldado
Projetos de Estruturas de Concreto Protendido
Projeto e Execução de sondagens mistas com auxílio de flutuante.
Projeto de Estruturas Metálicas
Vistoria de Pontes Viadutos e Elevados
Especificação técnica de Pontes, viadutos e Elevados
Projeto Arquitetônico
Inspeção Pontes, viadutos e elevados
Projeto Estradas - Estudo de Traçado
Projeto Estradas - Projeto de Terraplenagem
Projeto Acessos de Aproximação da Obra de Arte Especial
Projeto de Desapropriação
Projeto de iluminação pública
Memorial de Cálculo de Obras de Arte Especial
Memorial Obras de Arte Especial
Diagnóstico Ambiental, avaliação de impactos ambientais e medidas mitigatórias
Projeto de Demolição da Ponte existente

Canoas 04/10/2022

Local e Data

Declaro serem verdadeiras as informações acima
TIAGO RODRIGUES
BORGES:00725427051

Profissional

De acordo

Contratante



6 DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA



6 DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

O Eng.º Robson Alex Castro Soares e o Eng.º Tiago Rodrigues Borges, responsáveis pelos Projetos de Execução, Projeto de OAE, Projeto de Drenagem, Projeto de Sinalização, Projeto de Terraplenagem e Pavimentação, Orçamento, Especificações e Plano de Execução, e a empresa **ENGEMOST SERVIÇOS DE ENGENHARIA LTDA.**, aqui representada pelos seus responsáveis técnicos, Eng.º Robson Soares e Eng.º Tiago Borges, declaramos que acompanhamos todas as etapas do projeto desde a concepção ao produto final do projeto executivo, e que obedecem rigorosamente às normas técnicas e instruções de serviços (IS) em vigor, etapas necessárias para a **ELABORAÇÃO DOS PROJETOS EXECUTIVOS DE ENGENHARIA PARA CONSTRUÇÃO DA NOVA PONTE JOÃO GOULART, MUNICÍPIO DE ARAMBARÉ/RS**, e assumimos total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.

Canoas, 23 de agosto de 2023.

Robson Soares

Responsável Técnico – CREA-RS 187.192

Tiago Borges

Responsável Técnico – CREA-RS 154.518



7 TERMO DE CONFIDENCIALIDADE E ENCERRAMENTO



7 TERMO DE CONFIDENCIALIDADE E ENCERRAMENTO

Informações técnicas eventualmente obtidas durante a realização das atividades envolvidas neste memorial, como especificação, funcionamento, organização ou desempenho da empresa cliente serão tidas como confidenciais e sigilosas sempre que tal condição for solicitada.

A ENGEMOST Soluções em Engenharia apresenta a **Projeto Executivo de Engenharia – Estudo Geológico – Projeto de OAE**, referente a **ELABORAÇÃO DOS PROJETOS EXECUTIVOS DE ENGENHARIA PARA CONSTRUÇÃO DA NOVA PONTE JOÃO GOULART, MUNICÍPIO DE ARAMBARÉ/RS.**

Este relatório possui 97 páginas, incluindo esta, numeradas sequencialmente.

Canoas, 23 de agosto de 2023.

Robson Soares

Responsável Técnico – CREA-RS 187.192

Tiago Borges

Responsável Técnico – CREA-RS 154.518