

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

YASMIM VACARIN FRANCO

**ANÁLISE DE UMA MODELAGEM PARA PASSARELAS DE
PEDESTRE SOBRE RODOVIAS**

PATO BRANCO

2015

YASMIM VACARIN FRANCO

**ANÁLISE DE UMA MODELAGEM PARA PASSARELAS DE
PEDESTRE SOBRE RODOVIAS**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado como requisito para a
conclusão do curso de Engenharia Civil
da Universidade Tecnológica Federal do
Paraná, Campus Pato Branco.

Orientador: Prof. Dr. Volmir Sabbi

PATO BRANCO

2015



TERMO DE APROVAÇÃO

ANÁLISE DE UMA MODELAGEM PARA PASSARELAS DE PEDESTRE SOBRE RODOVIAS

YASMIM VACARIN FRANCO

No dia 20 de Novembro de 2015, às 08:15 horas, na Sala de Treinamento da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, este trabalho de conclusão de curso foi julgado e, após arguição pelos membros da Comissão Examinadora abaixo identificados, foi aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR-PB, conforme Ata de Defesa Pública nº 32-TCC/2015.

Orientador: Prof. Dr. VOLMIR SABBI (DACOC/UTFPR-PB)

Membro 1 da Banca: Prof. Msc. PAULO CÉZAR JÚNIOR (DACOC/UTFPR-PB)

Membro 2 da Banca: Prof. Msc. JAIRO TROMBETTA (DACOC/UTFPR-PB)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por todas as bênçãos, por me cercar de pessoas incentivadoras e também por me conduzir por este caminho.

À minha família que nunca mediu forças para me ajudar a chegar até aqui. Em especial, ao meu namorado, Eduardo Enderli Bodanese, por me fazer crescer ainda mais, aos meus avós, Leonilde e Félix Vacarin, por todas as orações, e a minha mãe, Luzia Iliane Vacarin, por ser a minha inspiração.

Ao meu professor orientador, Dr. Volmir Sabbi, pela confiança, pela tranquilidade, pelos ensinamentos repassados e também pelo auxílio da realização deste trabalho.

Aos professores da banca examinadora, Prof. Msc. Paulo Cezar Vitorio Junior, e Prof. Msc. Jairo Trombetta, pela paciência e tempo disponibilizados na leitura e avaliação deste trabalho de conclusão de curso, contribuindo, com suas observações, para meu crescimento pessoal e profissional.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pela minha formação acadêmica, e a todos os professores do Departamento de Construção Civil, por enriquecer esta formação e torná-la inesquecível.

RESUMO

FRANCO, Yasmim Vacarin. **Análise de uma modelagem para passarelas de pedestres sobre rodovias**. 2015, 98 pág. Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Pato Branco, 2015.

O transporte rodoviário é o sistema mais utilizado para movimentação de passageiros e transporte de cargas no Brasil. Somando isto com o fato do crescimento desordenado das cidades, tem-se a necessidade de implantação de passarelas de pedestres sobre rodovias, um fundamental elemento de segurança. Estas passarelas são, normalmente, construídas sem estudos significativos de implantação e de utilização, fazendo com que o dinheiro público seja, muitas vezes, mal aplicado, já que os pedestres – público alvo desta construção – acabam não aproveitando. Este trabalho vem com o intuito de mostrar a importância de um melhor aproveitamento das passarelas, assim como, a segurança por elas proporcionada, diminuindo acidentes de trânsito envolvendo pedestres. Tudo isso, através de um estudo de caso na região de inserção da passarela e de um projeto arquitetônico atrativo à população.

Palavras-chave: Passarela de pedestres. Segurança viária. Obra de arte especial.

ABSTRACT

FRANCO, Yasmim Vacarin. **Análise de uma modelagem para passarelas de pedestres sobre rodovias**. 2015, 98 pág. Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Pato Branco, 2015.

Road transportation is the most widely used system for moving passengers and cargo transportation in Brazil. Adding this to the turbulent and inordinate growing of the cities, there is a need for pedestrian walkway implementation over highways, an essential security element. These walkways are usually built without deep studies of deployment and use, so that public money is often misapplied, since pedestrians - target audience of this construction - wind up not taking advantage of it. This work comes to show the importance of a better use of walkways, as well as the security provided for them by decreasing traffic accidents involving pedestrians. All this through a case study on the walkway insertion region and a project of an attractive architectural design to the public.

Keywords: Pedestrian walkway. Road safety. Special work of art.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Acidentes contabilizados nos últimos anos no Brasil	13
Figura 2 - Vítimas de acidentes nos últimos anos no Brasil	14
Figura 3 - Número de acidentes por tipo no ano de 2010	14
Figura 4 - Distribuição segundo a gravidade do acidente	15
Figura 5 - Viga primitiva a leste de Qala Panji, Afeganistão.....	21
Figura 6 - Passagem com raízes e pedras; Ponte Root, Índia	21
Figura 7 - Clam Bridge - Lancashire, Inglaterra.....	21
Figura 8 - Ponte Arkadiko, 1.450 a.C. - Grécia.....	22
Figura 9 - Ponte pedonal Persa, 493 a.C	22
Figura 10 - Ponte Fabricio, 62 a.C. - Rio Tibre, Roma	23
Figura 11 - Ponte Fabricio, 62 a.C. - Rio Tibre, Roma	23
Figura 12 - Ponte Sant'Angelo, 134 d.C. - Rio Tibre, Roma.....	23
Figura 13 - Ponte da Caravana, 850 a.C. - Rio Meles, na Turquia.....	24
Figura 14 - Ponte sobre o Rio Severn, Inglaterra - 1779.....	24
Figura 15 - Passarela Shopping West Plaza, São Paulo – SP.....	28
Figura 16 - Passarela Avenida João Dias, São Paulo - SP.....	29
Figura 17 - Passarela sobre acesso à Chapecó – SC.....	29
Figura 18 – Rampa da passarela sobre acesso à Chapecó – SC.....	30
Figura 19 - Passarela estaiada - Sorocaba, São Paulo.....	30
Figura 20 - Ponte La Mujer em Buenos Aires, Argentina	31
Figura 21 - Passarela móvel - Rio Pinheiros, São Paulo.....	32
Figura 22 - Passarela móvel - Rio Pinheiros, São Paulo.....	32
Figura 23 - Gateshead Millenium Bridge, Reino Unido	32
Figura 24 - Ponte Capilano Suspension, no Canadá	33
Figura 25 - Ponte Trift, nos Alpes.....	33
Figura 26 - Localização da passarela de vidro na Tower Bridge - Londres, Inglaterra	34
Figura 27 - Vista do Rio Tâmis da passarela de vidro - Londres, Inglaterra...	34
Figura 28 - Viaduto rotatório para pedestres - em Xangai, China	35
Figura 29 - Altura e largura do degrau	40
Figura 30 - Sinalização visual no piso dos degraus	41
Figura 31 - Dimensionamento de rampas	42
Figura 32 - Balizamento na projeção do guarda-corpo	43
Figura 33 - Orientações contidas na NBR 13994/2000	45
Figura 34 - Sinalização tátil de alerta junto à porta de elevador.....	45
Figura 35 - Exemplo de guarda-corpo.....	46
Figura 36 - Dimensões mínimas para guarda-corpo	47
Figura 37 - Mapa rodoviário do estado de Santa Catarina no ano de 2013	52
Figura 38 - Largura dos componentes da seção transversal	52
Figura 39 - Seção transversal padrão de estradas de pista simples - medidas em metros	53

Figura 40 - Componentes da seção transversal para concepção de uma rodovia	53
Figura 41 - Dimensões referenciais para descolamento de pessoa em pé	54
Figura 42 - Largura para deslocamento em linha reta e para área de manobras, com e sem deslocamento.....	55
Figura 43 - Passarela de pedestres em Manaus – AM	59
Figura 44 - Localização da passarela – vista geral do trevo	61
Figura 45 - Localização da passarela com pontos notáveis	61
Figura 46 - Rampa de acesso	62
Figura 47 - Passarela de pedestres em Pato Branco - PR.....	62
Figura 48 - Passarela de pedestres em Pato Branco – PR.....	63
Figura 49 - Dois trevos de acesso de Pinhalzinho - SC	67
Figura 50 - Passarela nº 1, localizada próxima ao trevo oeste	69
Figura 51 – Passarela nº 2, localizada próxima ao trevo leste	69
Figura 52 – Passarela nº 2, em Pinhalzinho/SC.....	70
Figura 53 - Passarela nº 2, em Pinhalzinho/SC	70
Figura 54 – Rampa da passarela nº 2, em Pinhalzinho/SC	70
Figura 55 - Detalhe da passarela nº 2 em Pinhalzinho/SC	71
Figura 56 - Passarela nº 1, em Pinhalzinho/SC	71
Figura 57 - Escopo do projeto da passarela.....	77
Figura 58 - Especificações para as cabinhas de acessibilidade - Detalhamento segundo norma NM 313:2007	80
Figura 59 - Modelo de elevador panorâmico.....	81
Figura 60 - Projeção de uma rampa no projeto da passarela.....	84
Figura 61 - Planta baixa do projeto arquitetônico final da passarela de pedestres sobre rodovia.....	87
Figura 62 - Corte do projeto arquitetônico final da passarela de pedestres sobre rodovia	87
Figura 63 - Demonstrativo 3D do projeto arquitetônico final da passarela de pedestres sobre rodovia.....	88
Figura 64 - Demonstrativo 3D do projeto arquitetônico final da passarela de pedestres sobre rodovia.....	88
Figura 65 - Demonstrativo 3D do projeto arquitetônico final da passarela de pedestres sobre rodovia – detalhe da escada.....	88
Figura 66 - Demonstrativo 3D do projeto arquitetônico final da passarela de pedestres sobre rodovia – detalhe do guarda-corpo	89
Figura 67 - Demonstrativo 3D do projeto arquitetônico final da passarela de pedestres sobre rodovia – detalhe da cobertura	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensionamento de rampas	43
Tabela 2 - Carga útil de elevadores.	44
Tabela 3 - Consumo de energia na produção da madeira, concreto e aço	78
Tabela 4 - Comparativo da resistência de materiais	78

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Utilização da passarela em Pato Branco - PR	60
Gráfico 2 - Respostas da primeira pergunta.....	63
Gráfico 3 - Respostas da segunda pergunta	64
Gráfico 4 - Respostas da terceira pergunta.....	64
Gráfico 5 - Respostas da quarta pergunta	64
Gráfico 6 - Respostas da quinta pergunta	65
Gráfico 7 - Respostas da sexta pergunta	65
Gráfico 8 - Utilização da passarela em Pinhalzinho - SC	68
Gráfico 9 - Respostas da primeira pergunta.....	71
Gráfico 10 - Respostas da segunda pergunta	72
Gráfico 11 - Respostas da terceira pergunta.....	72
Gráfico 12 - Respostas da quarta pergunta	72
Gráfico 13 - Respostas da quinta pergunta	73
Gráfico 14 - Respostas da sexta pergunta	73

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CEP	Código de Endereçamento Postal
DEINFRA	Departamento Estadual de Infraestrutura
DER	Departamento de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
INSS	Instituto Nacional do Seguro Social
NBR	Norma Brasileira
NR	Norma Regulamentadora

LISTA DE ABREVIATURAS

3D	Três dimensões
a.C.	Antes de Cristo
cm	Centímetro
d.C.	Depois de Cristo
Km	Quilômetro
m	Metro
m ²	Metros quadrados
m ³	Metros cúbicos
mm	Milímetro
MPa	Mega Pascal

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	17
1.1.1	Objetivo Geral.....	17
1.1.2	Objetivos Específicos	17
1.2	JUSTIFICATIVA	18
1.3	METODOLOGIA DE TRABALHO.....	19
2	PASSARELA RODOVIÁRIA PARA PEDESTRES	20
2.1	HISTÓRICO DAS PASSARELAS.....	20
2.2	DESCRIÇÃO DAS PASSARELAS	26
2.2.1	Dimensionamento.....	26
2.2.2	Tipos de Passarelas	27
2.2.2.1	Passarelas Usuais.....	28
2.2.2.2	Passarelas Estaiadas	30
2.2.2.3	Passarelas Móveis	31
2.2.2.4	Passarelas Suspensas	33
2.2.2.5	Passarelas de vidro	34
2.2.2.6	Passarelas Circulares.....	35
2.3	MATERIAIS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO DAS PASSARELAS SOBRE RODOVIAS.....	35
2.3.1	Concreto.....	35
2.3.1.1	Concreto pré-moldado.....	36
2.3.2	Madeira.....	37
2.3.3	Aço	38
2.4	COMPONENTES ESTRUTURAIS DAS PASSARELAS	39
2.4.1	Escada	39
2.4.2	Rampa.....	41
2.4.3	Elevador	43
2.4.4	Guarda-corpo	45
2.4.5	Cobertura.....	47
2.4.6	Revestimento.....	48
2.5	CONCEPÇÃO DE PROJETO.....	49
2.5.1	Pré-Projeto	50
2.5.1.1	Função	50

2.5.1.2	Extensão e vão livre necessário e gabaritos a serem obedecidos	51
2.5.1.3	Estética.....	55
2.5.1.4	Localização Favorável da Passarela	57
3	ESTUDO DE CASO DE PASSARELAS RODOVIÁRIAS	58
3.1	PASSARELA EM PATO BRANCO - PR.....	60
3.1.1	Localização.....	60
3.1.2	Instalações	62
3.1.3	Resultados da pesquisa	63
3.2	PASSARELA EM PINHALZINHO - SC.....	66
3.2.1	Localização.....	69
3.2.2	Instalações	69
3.2.3	Resultados da pesquisa	71
3.3	CONCLUSÕES	74
4	PROJETO DE PASSARELA DE PEDESTRES SOBRE RODOVIAS	76
4.1	DEFINIÇÃO DOS COMPONENTES E MATERIAIS.....	78
4.1.1	Estrutura.....	78
4.1.2	Escada	79
4.1.3	Elevador	80
4.1.4	Guarda-Corpo.....	81
4.1.5	Cobertura.....	82
4.2	ORÇAMENTO PARCIAL.....	82
4.2.1	Viabilidade de Implantação do Elevador	85
4.3	PROJETO ARQUITETÔNICO FINAL.....	87
5	DISCUSSÕES E RESULTADOS	90
	REFERÊNCIAS.....	92
	APÊNDICE A - PROJETO ARQUITETÔNICO DE PASSARELA DE PEDESTRES.....	98

1 INTRODUÇÃO

Os acidentes de trânsito são um grande problema à saúde pública. Além de perdas materiais e consequências físicas e psicológicas às pessoas, resultam em milhões de mortes todo ano, pelo. No Brasil, esses dados também chamam muito a atenção. Segundo a Confederação Nacional de Municípios (2009), se considerarmos a mortalidade a cada cem mil habitantes, somamos cerca de 2,5 vezes mais mortes do que os Estados Unidos, por exemplo, e 3,5 vezes mais do que na União Europeia, em acidentes rodoviários.

Segundo DNIT (2010), através do Anuário Estatístico das Rodovias Federais 2010, foram registrados mais de 182.900 acidentes de trânsito neste ano, totalizando mais de 8.616 vítimas fatais. As Figuras 1 e 2 são gráficos, retirados deste anuário e apresentam a evolução do número de acidentes até o ano de 2010.

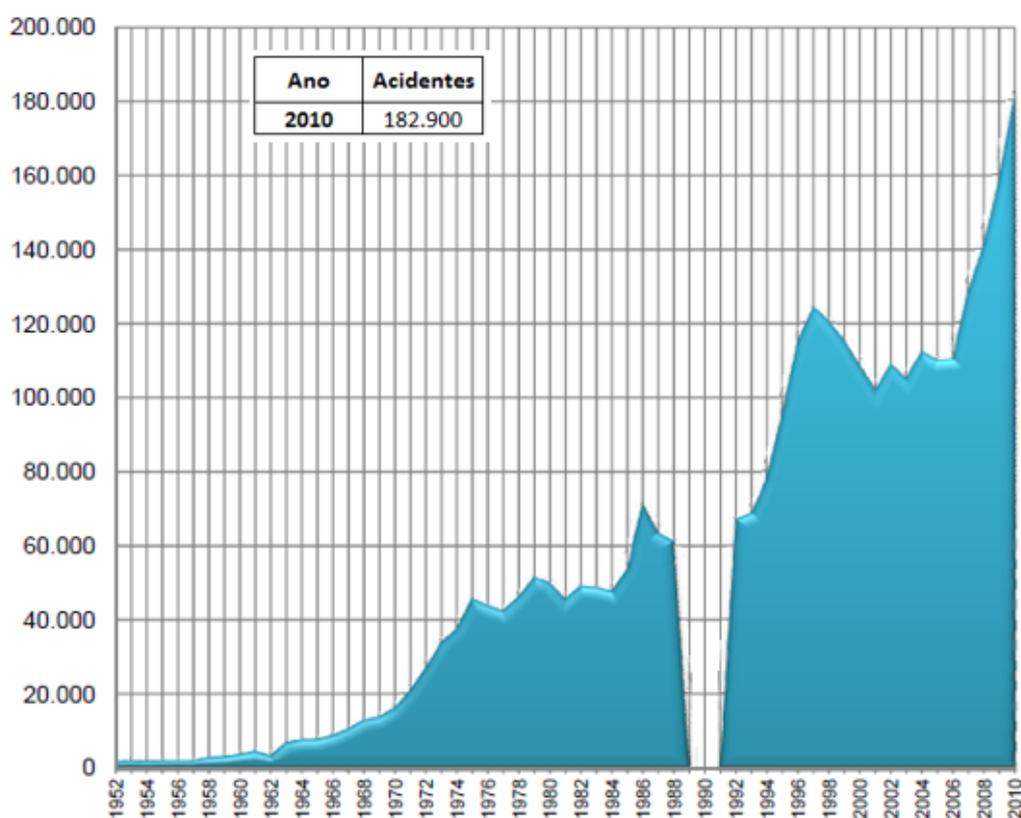


Figura 1 - Acidentes contabilizados nos últimos anos no Brasil
Fonte: Adaptado ao anuário estatístico das rodovias federais 2010.

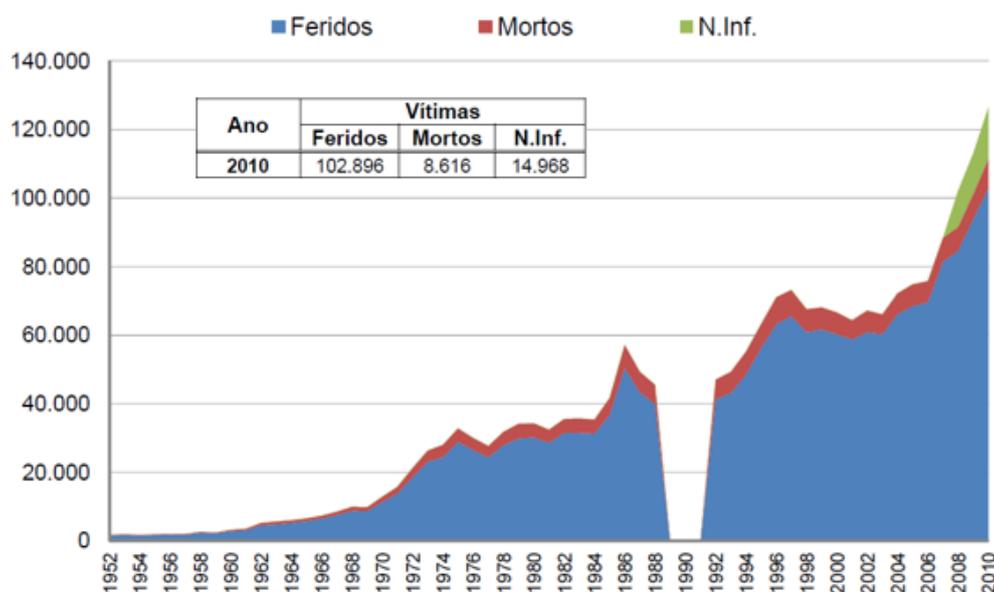


Figura 2 - Vítimas de acidentes nos últimos anos no Brasil
 Fonte: Adaptado ao anuário estatístico das rodovias federais 2010.

A Figura 3 separa os acidentes ocorridos em tipos mostra que 8.265 acidentes envolveram pedestres, portanto, 5% do total no ano de 2010. Na Figura 4 tem-se o total de óbitos que aconteceram por causa destes atropelamentos, que somam 1.945, ou seja, quase 25% das pessoas envolvidas em atropelamentos perderam a vida.

TIPO DO ACIDENTE	DISTRIBUIÇÃO SEGUNDO A GRAVIDADE DO ACIDENTE				
	TOTAL	c/ Morto	c/ Ferido	S/ vítima	Não Inf.
Choque com objeto fixo	19.222	466	5.984	12.509	263
Capotagem	4.513	183	2.409	1.816	105
Atropelamento	6.486	1.302	4.995	186	3
Atropelamento de animal	4.286	73	1.024	3.172	17
Choque com veículo estacionado	1.886	41	288	1.556	1
Colisão traseira	51.355	568	10.534	40.230	23
Abalroamento no mesmo sentido	23.393	262	4.904	18.210	17
Colisão frontal	5.312	1.514	2.813	979	6
Abalroamento em sentido oposto	4.609	343	1.808	2.450	8
Abalroamento transversal	19.805	621	9.367	9.807	10
Tombamento	4.887	110	2.025	2.712	40
Saída de pista	24.648	717	9.383	14.153	395
Atropelamento e fuga	1.779	643	1.106	19	11
Queda de veículo	5.338	181	4.820	304	33
Outros tipos	5.381	49	607	4.672	53
* Total	182.900	7.073	62.067	112.775	985

Figura 3 - Número de acidentes por tipo no ano de 2010
 Fonte: Adaptado ao anuário estatístico das rodovias federais 2010.

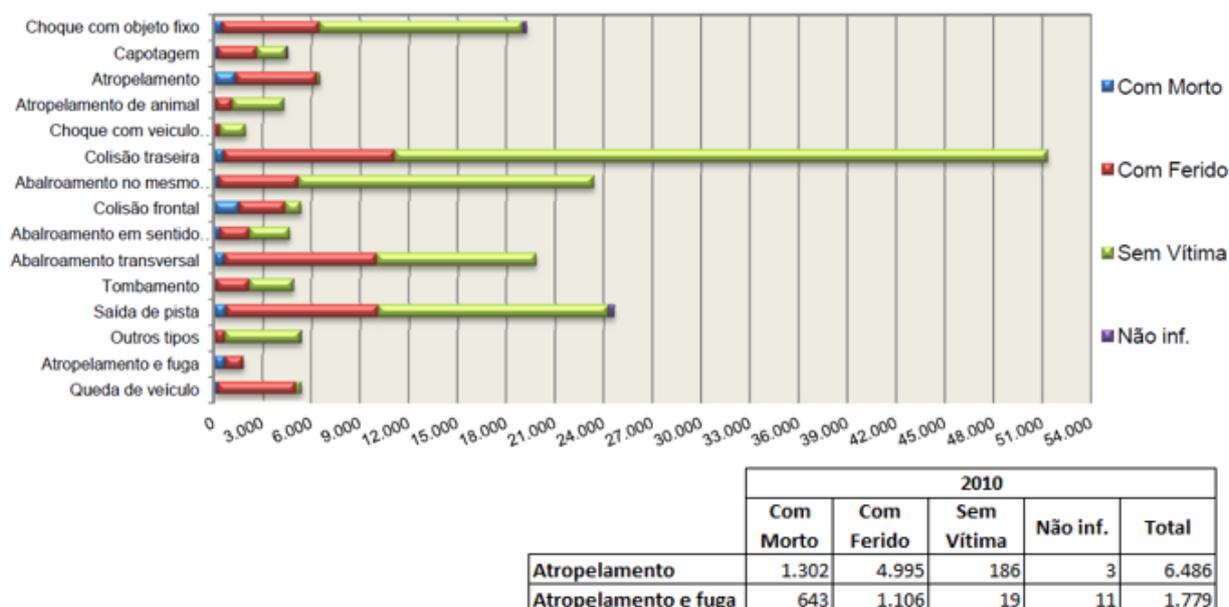


Figura 4 - Distribuição segundo a gravidade do acidente
Fonte: Adaptado ao anuário estatístico das rodovias federais 2010.

É nesse contexto social que pode-se utilizar a engenharia para solucionar estes problemas, tanto a engenharia civil, quanto a engenharia de tráfego. Uma das possibilidades, que a engenharia civil tem, para que essa minimização de ocorrências de acidentes aconteça, é a de construir passarelas no decorrer das vias rodoviárias, principalmente nas mais movimentadas. Este trabalho, vem com a proposta de dar uma contribuição, no âmbito construtivo e de utilização, das passarelas de pedestres.

Uma passarela pode reduzir significativamente a quantia de acidentes de atropelamento de uma pequena região de abrangência, segundo estudos de Gold e Wright s/d. Eles também concluem que para essa passarela ter a finalidade a qual foi construída – utilização de pedestres – ela precisa estar em boas condições de uso, com uma manutenção em dia, e também ter um *design* que chame a atenção dos usuários, ou seja, precisa mostrar confiança e segurança a quem for utilizá-la.

Outra conclusão, de Gold e Wright s/d, foi a de que, o fluxo de pedestres diminui consideravelmente, se uma passarela for construída em local indevido, ou seja, a falta de planejamento em seu projeto e/ou construção. Assim, percebemos a importância de um bom estudo de caso, para projeto de passarelas, um melhor local de implantação, melhores materiais utilizados,

tanto para um bom projeto arquitetônico, quanto para um bom projeto estrutural, que leve a uma fácil manutenção.

Se uma modelagem de uma passarela fosse feita, contando com a opinião pública, e a maioria dos elementos pudessem ser padronizados, esta poderia ter uma grande redução energética. Pensando no alto custo que os projetos têm, no tempo que é gasto para concluir todas as etapas que fazem parte desse trabalho, e, principalmente, na perda de dinheiro público investido em algo que a população não utiliza, é onde teremos essa redução.

O trabalho será dividido em alguns passos para melhor compreensão e entendimento do leitor. Primeiramente far-se-á um estudo preliminar, envolvendo diversos projetos de passarelas, sua tipologia e seus componentes. Buscando assim, caracterizar aspectos construtivos das mesmas, os materiais mais utilizados e suas relações com o entorno, assim como, com a demanda de segurança local. Neste momento, também será explicado os componentes construtivo das passarelas, o que são, para que servem e quais são as recomendações da norma para cada um deles.

Posteriormente, serão analisados os aspectos sociais que envolvem a utilização das passarelas pela população do entorno dos locais onde elas serão implantadas. Esta análise será feita a partir de uma pesquisa de campo, no entorno das passarelas sobre a BR-158 em Pato Branco, no Paraná e sobre a BR-282 em Pinhalzinho, Santa Catarina.

O maior objetivo, desta pesquisa, será de compreender os fatores associados com a resistência, ou não, ao uso das passarelas, que é de grande importância no ganho da segurança proporcionada pela instalação das mesmas. A pesquisa também irá envolver relevâncias construtivas e opiniões públicas de como seria uma boa passarela e quais seriam suas principais características.

A terceira etapa dar-se-á com a proposta de um pré-projeto, que envolvem os estudos já realizados, para definição do melhor local de implantação da passarela. Este local está relacionado com gabaritos das rodovias mais usuais no estado de Santa Catarina, levando em conta a largura da rodovia e espaço utilizado por elas, gabaritos verticais mínimos exigidos, para a definição de pontos de apoio, comprimento e altura desta construção.

A modelagem arquitetônica também está no pré-projeto. Assim como, o estudo de materiais, que se dará para cada elemento construtivo, exemplificando quais são estes, suas funções nas passarelas, suas dimensões padronizadas e sugeridas pelas normas, e qual o melhor material que se encaixe para este elemento. Bem como, as melhores soluções construtivas, considerando os critérios técnicos, econômicos e estéticos.

O último passo será caracterizado pela junção de todos os dados obtidos, analisando seu custo. Assim, se construirá uma proposta de projeto da passarela final, com a soma de todos os aspectos dos tópicos, para uma possível modelagem e padronização.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar a possibilidade de modelagem geral para passarelas de pedestres sobre rodovias.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar uma pesquisa bibliográfica sobre projetos e execuções de passarelas de pedestres sobre rodovias;
- Descrever e caracterizar os elementos que compõem as passarelas para posterior estudo;
- Investigar com a população local, o motivo do uso ou desuso do elemento de segurança;
- Localizar em levantamento de campo, no estado de Santa Catarina, as situações mais comuns onde podem ser implantadas as passarelas;
- Analisar diferentes projetos de passarelas, visando caracterizar as diversas soluções e características construtivas adotadas nos projetos;
- Levantar vantagens e desvantagens destes elementos para testar a viabilidade de cada um;

- Escolher o material mais viável em cada elemento para padronização da passarela;
- Realizar análise econômica do sistema sugerido;
- Sugerir adaptações necessárias às passarelas para otimização do produto final.

1.2 JUSTIFICATIVA

Passarelas são estruturas construídas pelo homem para transpor obstáculos naturais ou os construídos por ele mesmo, além de zelar pela sua própria segurança. Encontra-se passarelas sobre rios, lagos, estradas, ferrovias, vales e também como ligação entre edifícios, que visam a separação física entre o fluxo de pedestres e conflitos que as pessoas não são capazes de lidar, como correntezas de água, a altura dos prédios e veículos em alta velocidade, sendo este último caso nosso objetivo de estudo.

Organizações públicas, no Brasil, são as principais viabilizadoras de projetos, através de verbas vindas dos impostos pagos pela população, e é com o intuito de ajudar esses órgãos, que esta pesquisa está sendo realizada. Este custo, normalmente, é alto, e por isso a importância desse assunto deveria ser majorada.

Devido à alta competitividade econômica nos tempos atuais, quem é mais eficiente possui mais chances de se manter no mercado. Ou seja, quem realizar o mesmo projeto, em menor tempo e com menor custo, mantendo a qualidade, terá maiores chances comerciais, por isso a padronização que visa otimizar o tempo e diminuir o capital empregado é tão importante.

Fazendo o desenvolvimento de uma modelagem, visando uma padronização de um projeto de passarela sobre rodovias, os órgãos públicos teriam que apenas verificar se o projeto se enquadra, ou não, nas padronizações estabelecidas, o que diminuiria a grande variação existente entre orçamentos.

Um menor gasto energético de ambas as partes – projetista e fornecedor econômico - juntamente com uma perda menor de material, tornaria essa obra

uma construção mais sustentável. Ou seja, a padronização de um projeto bem elaborado atenderia às demandas ambiental, econômica e social.

Existem vários sistemas construtivos e materiais que são utilizados na construção de passarelas. Estes serão estudados e estabelecidos, conforme o objetivo de averiguar os mais utilizados, de acordo com aspectos de segurança, qualidade e custo, apontando quais atendem melhor às necessidades do poder público e da população, que irá utilizá-las.

1.3 METODOLOGIA DE TRABALHO

Fazer pesquisa é defender uma ideia, fundamentando-a com elementos factuais, raciocínios, estudos e bibliografias. Segundo Gil (1994), a pesquisa é desenvolvida mediante o concurso dos conhecimentos disponíveis e a utilização cuidadosa de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos.

Utilizando as definições de Gil (1994), este trabalho é classificado como uma pesquisa exploratória, pois os objetivos se baseiam em aprimorar ideias e proporcionar maior familiaridade com o problema, a fim de torná-lo mais explícito. Porém, ainda têm-se linhas de uma pesquisa descritiva, pois pretende-se estudar o nível de atendimentos dos órgãos públicos em um grupo de pessoas, dos pedestres de passarelas, e levantar opiniões destes, para descobrir e fazer associações sobre algumas variáveis de utilização ou não dos elementos de segurança rodoviárias, que são as passarelas.

Para a elaboração deste trabalho, foi realizada pesquisa bibliográfica em normas técnicas brasileiras, em materiais disponível na internet e em projetos e trabalhos realizados por algumas empresas que já trabalharam na construção de passarelas.

Este projeto foi realizado com pesquisas quantitativas e pesquisas qualitativas, portanto é considerado de caráter quali-quantitativo. As principais percepções a essa conclusão foi de que o trabalho mediu tanto opiniões, atitudes e preferências quanto comportamentos de pedestres, em relação às passarelas rodoviárias, que é característica da pesquisa quantitativa. Também mostrou estudos que se pretenderam conhecer dados e suas qualidades, relações e resultados, visando determinar o que é importante e porque é

importante. Além disso, envolveu situações de desenvolvimento e aperfeiçoamento de ideias, que se encaixam nas características das pesquisas qualitativas.

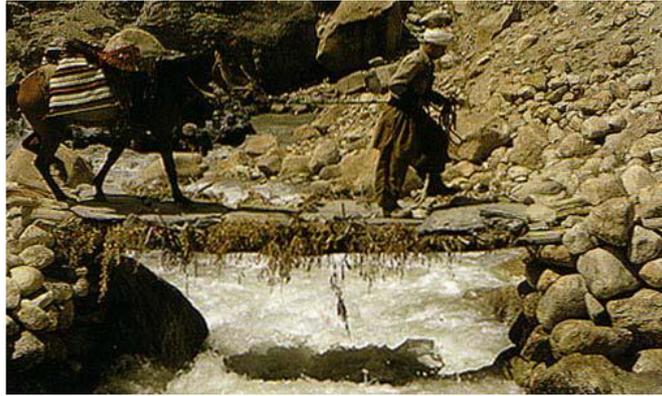
2 PASSARELA RODOVIÁRIA PARA PEDESTRES

2.1 HISTÓRICO DAS PASSARELAS

Desde a remota antiguidade, quando as populações começaram a se agrupar em comunidades (aldeias e cidades), surgiram as pontes e mais tarde os viadutos, assim classificados quando o obstáculo a ser vencido não é constituído por água (PINHO; BELLEI, 2007).

O homem, desde as épocas mais antigas, já engenhava meios de transpor obstáculos. Quando saía para caçar, quando ia em busca de um melhor local para se proteger, ou simplesmente, quando se deslocava em busca de novos horizontes, ele se deparava com obstáculos que sozinho não conseguiria superar. Como por exemplo, grandes e acentuados vales, riachos, rios e correntezas, enfim, obstáculos que precisariam de algum meio material para transpô-los. Foi nesse momento que surgiram os primeiros desvios em nível, como passarelas, pequenas pontes e viadutos, ou, as popularmente chamadas, pinguelas, que ajudaram o homem a conquistar, ou estabelecer ligação, entre zonas de difícil acesso.

Imagina-se que primeiras veredas foram construídas pela própria natureza, na forma que troncos de árvores, que caíam sobre vales, passarelas de pedras atravessando pequenos espaços, formando passagens utilizadas pelos homens primitivos. Segundo Rosenblum (2009), estes teriam servido como modelo para as primeiras pontes, viadutos e passarelas, conforme mostrado nas Figuras 5 e 6.



**Figura 5 - Viga primitiva a leste de Qala Panji, Afeganistão
Fonte: (ROSENBLUM, 2009).**



**Figura 6 - Passagem com raízes e pedras; Ponte Root, Índia
Fonte: The root bridges of cherrapunji, 2013.**

Uma das pontes, que é considerada a mais velha da história, por Costa (2012), é uma ponte de pedra, mostrada na Figura 7, tem mais de 10.000 anos de existência, e está localizada em um pequeno povoado, na Inglaterra, chamado Lancashire.



**Figura 7 - Clam Bridge - Lancashire, Inglaterra
Fonte: (COSTA, 2012).**

Os primeiros materiais a serem usados nesses tipos de construções foram as pedras e madeira. Conforme mostrado na Figura 8, uma passagem de pedra, que estima-se ser do ano de 1.450 a.C., e ainda é utilizada pela população de um povoado, na Grécia. Posteriormente, as veredas de madeira, como as que a civilização Persa utilizava, em tábuas, e cordas na travessia de vales e rios para a passagem de homens e animais, como na Figura 9.



Figura 8 - Ponte Arkadiko, 1.450 a.C. - Grécia
Fonte: (WALLACE, 2011).

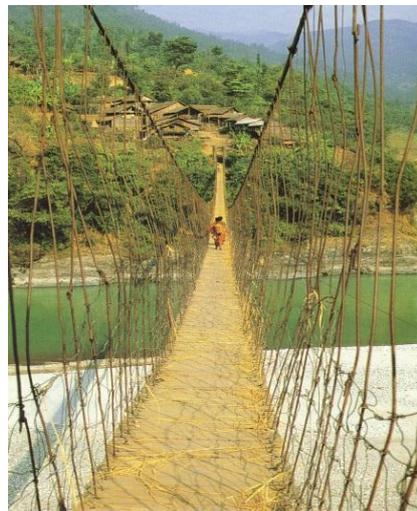


Figura 9 - Ponte pedonal Persa, 493 a.C
Fonte: (COSTA, 2012).

Segundo Pinho e Bellei (2007) algumas das pontes mais antigas foram construídas na Europa, e ainda hoje estão sendo utilizadas, a maioria dela somente por pedestres. Nestas foram empregadas a prática de construções em arcos, ensinamento deixado pelos etruscos. A Ponte Fabricio, de 62 a.C, esta

mostrada nas Figuras 10 e 11. Ela ainda hoje é utilizada e está localizada em Roma, sobre o Rio Tibre.

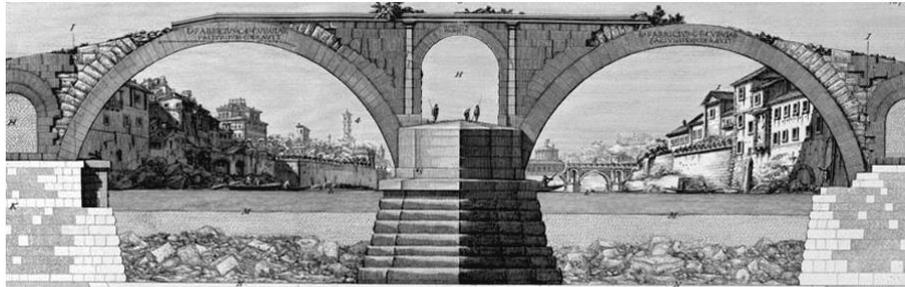


Figura 10 - Ponte Fabricio, 62 a.C. - Rio Tibre, Roma
Fonte: Ponte Fabricio, 2014.



Figura 11 - Ponte Fabricio, 62 a.C. - Rio Tibre, Roma
Fonte: Ponte Fabricio, 2014.

Outra ponte na mesma situação é a ponte Sant'Angelo, representada na Figura 12, do ano de 134 d.C. Já a ponte, construída, que é considerada a mais antiga do mundo, data-se de 850 a.C., é a Ponte da Caravana, localizada sobre o Rio Meles, na Turquia, e mostrada na Figura 13.



Figura 12 - Ponte Sant'Angelo, 134 d.C. - Rio Tibre, Roma
Fonte: Ponte Sant'Angelo, Roma, Itália, 2012.



**Figura 13 - Ponte da Caravana, 850 a.C. - Rio Meles, na Turquia
Fonte: (MARTINS, 2013).**

Em meados do século XVI, já havia notícias de pontes de madeira pela Europa e América do Norte, algumas delas, como a ponte alemã, sobre o Rio Elba em Wittemberg, já tinha 14 vãos de 56 metros cada um, em treliça Howe. Subsequente a isso, começaram a surgir as primeiras pontes de ferro fundido, a primeira delas, mostrada na Figura 14, foi construída sobre o Rio Severn, em 1779, na Inglaterra, onde, segundo Pinho e Bellei (2007), surgiu a revolução industrial, o que estimulou estas pontes a serem construídas.



**Figura 14 - Ponte sobre o Rio Severn, Inglaterra - 1779
Fonte: As primeiras construções em ferro fundido e forjado.**

Depois da revolução industrial o fluxo de pessoas do campo para as cidades se acentuou, fazendo com que os centros urbanos crescessem e se desenvolvessem. Esse crescimento fomentou a construção de rodovias e ferrovias pela nova necessidade de locomoção, e portanto, aumentando o risco de mobilidade populacional de pedestres, fazendo com que, necessitasse

pensar em novas infraestruturas para a população. Foi nesta época em que as passarelas começaram a surgir.

As normatizações surgiram para atender às necessidades produtivas resultantes do crescimento acentuado das passarelas. Elas também precisariam ser padronizadas, com requisitos mínimos de segurança e aspectos funcionais. José Eliseu Verzoni (2009) cita sobre transposições em nível:

Obras de arte em sua verdadeira expressão, as pontes, usadas geralmente para encurtar distâncias e vencer obstáculos, evoluíram de maneira extraordinária. Nas mais diferentes formas, compostas com diversos materiais e utilizando modernas técnicas de construção, permitiram que os vãos a ser vencidos se tornassem praticamente ilimitados. Os arquitetos têm explorado de maneira crescente a integração dos materiais, concebendo obras de rara beleza, verdadeiros ícones da construção em todo o mundo. Destacam-se pela sua importância na infraestrutura rodoviária, ferroviária e urbana. No interior, as pontes vicinais desempenham um papel relevante na ligação de cidades, facilitando o transporte e o acesso da produção agrícola aos grandes centros. (VERZONI, 2009, p.4).

O concreto e o aço, aliados ao desenvolvimento e a tecnologia, propiciaram o surgimento de novos tipos de estruturas de pontes e passarelas, mais arrojadas e com comprimentos e vãos ainda maiores. Isto pode ser observado nas estruturas suspensas, estaiadas e mistas, que pela sua própria esbelteza, demonstram perfeitamente a capacidade destes materiais (ROSEMBLUM, 2009).

Hoje em dia, as passarelas, ou para os portugueses: pontes *pedonais*, se desenvolveram, exclusivamente, para permitirem a travessia de pedestres. Na maioria das vezes, segundo Costa (2012), para sobrepor rodovias/ferrovias ou cursos d'água. Mas também, as passarelas são utilizadas arquitetonicamente, em espaços de lazer e em parques, nas grandes cidades, em campus universitários e até mesmo em grandes parques industriais, sempre com o objetivo de melhorar a acessibilidade da população.

Desta forma, com o tempo, as pontes, viadutos, e por fim, as passarelas, tem-se tornado objetos de atenção dos construtores, e dos consumidores, se tornando base de referência, e demonstração do desenvolvimento da região.

2.2 DESCRIÇÃO DAS PASSARELAS

Passarela é a obra de arte destinada à transposição de vias, em desnível aéreo, e ao uso de pedestres - Código de Trânsito Brasileiro, segundo a NBR 9050/2004 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. (ABNT, 2004). Já para a NBR 7188/2013 – Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas – passarela é uma estrutura longilínea, destinada a transpor obstáculos naturais e/ou artificiais exclusivamente para pedestres e/ou ciclistas. (ABNT, 2013).

Uma passarela rodoviária é um tipo de ponte construída para pedestres sobre uma via de trânsito rápido, separando fisicamente o fluxo de pedestres e de veículos, eliminando possíveis conflitos entre os mesmos.

Pelo fato de serem consideradas de uso público, as passarelas devem ser duráveis, adequadas e bonitas. Segundo Rosenblum (2009), o que se espera em relação às passarelas, pontes e viadutos, é que eles possibilitem a travessia e garantam uma passagem segura.

As passarelas de pedestres, segundo a NBR 9050/2015, devem ser providas de rampas, rampas e escadas, rampas e elevadores ou escadas e elevadores para sua transposição, sendo que as rampas, escadas e elevadores atendam esta mesma norma. (ABNT, 2015).

2.2.1 Dimensionamento

A primeira consideração a fazer-se, em qualquer dimensionamento, é levar em conta a carga permanente do elemento. Esta carga, no caso das passarelas, é constituída além do peso próprio, por elementos que compõem a estrutura, outras sobrecargas fixas, como: laje de concreto, estruturas de aço, pavimentação, guarda-corpo, sinalizações, etc.

A ABNT NBR 7188/2013 diz que devemos considerar as cargas móveis a serem adotadas nas passarelas como cargas uniformemente distribuídas, aplicadas sobre o pavimento, entre os guarda-corpos, na posição mais desfavorável, não considerando o coeficiente de impactos vertical. Sendo o

valor estático da carga móvel uniformemente distribuída, seu valor deve ser adotado por 5,0 kN/m². (ABNT, 2013).

Diogo Cândido da Costa (2012) explana sobre passarelas:

Nestas obras de arte o nível de carga é bastante mais baixo, quando comparado com as pontes rodoviárias e ferroviárias, o que permite que se construam estruturas mais econômicas, esbeltas e flexíveis, no entanto, é necessário ter em conta as questões de segurança e de conforto para a circulação dos peões [pedestres]. (COSTA, 2012, p.2).

Como medida mitigadora de eventuais impactos, segundo a NBR 7188/2013, deve ser considerada uma carga horizontal pontual de 100kN, aplicada no ponto mais desfavorável da estrutura da passarela no sentido do tráfego sob a passarela. Todas as ligações da superestrutura e respectivos pilares de passarelas devem ser verificados para esta ação excepcional. A consideração não elimina a hipótese de colapso parcial ou total da estrutura em função da magnitude de uma possível colisão. (ABNT, 2013).

Também segundo a mesma norma, caso as passarelas sejam esbeltas, leves, sensíveis ao vento e à ação dinâmica dos pedestres, elas são consideradas passarelas especiais, e devem, caso sejam estruturas de aço, mistas, pênséis ou estaiadas, ter uma comprovação de sua estabilidade global e verificação dos diversos elementos estruturais, através de modelos dinâmicos e verificação à fadiga. (ABNT, 2013).

A ABNT NBR 9050/2015 diz que a circulação de pessoas pode ser horizontal e vertical. A circulação vertical pode ser realizada por escadas, rampas ou equipamentos eletromecânicos e é considerada acessível quando atender no mínimo a duas formas de deslocamento vertical. (ABNT, 2015).

2.2.2 Tipos de Passarelas

Este item mostra algumas passarelas, desde as mais usuais até as mais diferentes. Todas construídas com diversos materiais, desde os mais rudimentares até os mais modernos. Existem passarelas metálicas, de

madeira, de vidro, de concreto e as mistas, cada uma com sua peculiaridade e com as características do seu projetista.

2.2.2.1 Passarelas Usuais

As passarelas mais encontradas, quando trafega-se pelas rodovias brasileiras, são passarelas de concreto, normalmente pré-fabricado, que não possuem cobertura, e a forma de superar o desnível é por rampas. Outras também usuais são as metálicas, que normalmente tem cobertura, e também é por meio de rampas que os pedestres conseguem vencer o desnível.

Um estudo de Cucci Neto (2006) e seus alunos, na cidade de São Paulo – SP, mostrou 25 passarelas na metrópole, suas características, dificuldades e localização. Neste estudo pode-se notar que grande parte das passarelas vive numa situação precária, de limpeza e manutenção, e as que não estão desta forma, são aquelas localizadas aos arredores de *shoppings* e aeroportos. Nestas, inclusive, ao invés de rampas para acesso, normalmente possuem escadas e elevadores, como em alguns países desenvolvidos.

As Figuras 15 e 16 mostram algumas das fotos tiradas pelo trabalho de Cucci Neto (2006).



**Figura 15 - Passarela Shopping West Plaza, São Paulo – SP
Fonte: (CUCCI NETO, 2006).**



Figura 16 - Passarela Avenida João Dias, São Paulo - SP
Fonte: (CUCCI NETO, 2006).

Em Chapecó – SC, uma passarela foi construída, juntamente com a rodovia de acesso à cidade, no ano de 2014. A passarela é feita de concreto pré-fabricado, e seu guarda-corpo é metálico, porém sua rampa ainda não possui este elemento de segurança. As Figuras 17 e 18 ilustram a situação.



Figura 17 - Passarela sobre acesso à Chapecó – SC
Fonte: Autoria Própria (2015).



Figura 18 – Rampa da passarela sobre acesso à Chapecó – SC
Fonte: Aatoria Própria (2015).

2.2.2.2 Passarelas Estaiadas

Em Sorocaba, São Paulo, foi construída uma passarela estaiada, com dois níveis, que é responsável pela ligação entre dois prédios. Ela possui um mastro único que sustenta dois tabuleiros: um inferior, com 55 m de comprimento, e um superior, com 65 m. Este mastro central, tem 31 metros de altura e é composto por dois pilares de seção retangular, conectados por vigas. Ao todo são três vigas: uma inferior de 4,5 m, uma intermediária de 9 m, e uma no topo do mastro, de onde partem os estais para sustentação dos dois tabuleiros. Esta passarela está mostrada na Figura 19.



Figura 19 - Passarela estaiada - Sorocaba, São Paulo
Fonte: Vanturini (2012).

A ponte La Mujer está sobre o Rio La Plata e mede 160 metros de comprimento, possuindo largura de 5 metros, e está mostrada na Figura 20. A ponte é composta por um mastro de aço que possui 39 metros de altura, duas seções fixas nas extremidades e uma seção móvel que gira 90° devido ao tráfego aquático existente no Rio La Plata.

As obras tiveram início em 1998 e foram finalizadas em dezembro de 2001. A ponte La Mujer possui o tabuleiro de madeira como solução, que é justificável pelo seu baixo peso, já que se trata de uma estrutura giratória. Além disso, ela é uma estrutura estaiada não simétrica, o que a torna ainda mais singular. Fica assim comprovado que a madeira se bem dimensionada e bem utilizada, pode desenvolver o mesmo papel que o concreto e aço (KUSAKA, 2011).



Figura 20 - Ponte La Mujer em Buenos Aires, Argentina
Fonte: Puente de la Mujer.

2.2.2.3 Passarelas Móveis

Foi inaugurada, no final de 2012, uma passarela móvel, conforme mostrada nas Figuras 21 e 22, para travessia de pedestres e ciclistas em um canal do Rio Pinheiros, em São Paulo. Esta ponte tem um modelo economicamente viável para pequenos vãos, e teve que ser feita como ponte móvel, pelo fato de que há tráfego de embarcações no canal, e para limpeza e dragagem do sistema. Seu custo foi de cerca de 5 milhões de reais, e estima-se que cerca de 15 mil pedestres passam diariamente nesta passarela.



Figura 21 - Passarela móvel - Rio Pinheiros, São Paulo
Fonte: Ponte móvel e trecho da ciclovia do Rio Pinheiros são inaugurados.

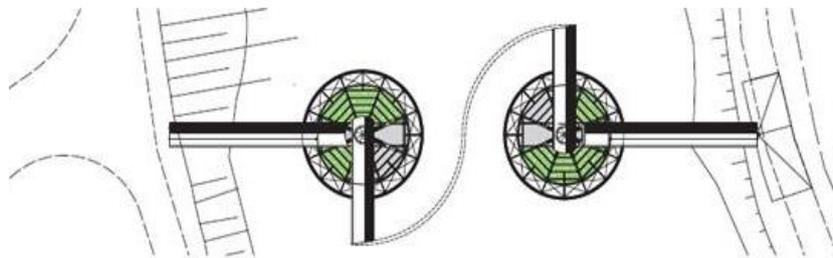


Figura 22 - Passarela móvel - Rio Pinheiros, São Paulo
Fonte: Ponte móvel e trecho da ciclovia do Rio Pinheiros são inaugurados.

Outro exemplo de passarela móvel, é a Gateshead Millenium Bridge, no Reino Unido, conforme mostra a Figura 23. Ela é uma passarela suspensa de pedestres, sobre o Rio Tyne, que se move para a passagem dos barcos.



Figura 23 - Gateshead Millenium Bridge, Reino Unido
Fonte: (MARUBAYASHI, 2015).

2.2.2.4 Passarelas Suspensas

Uma passarela suspensa que chama atenção é a “Ponte Capilano Suspension” em British Columbia, no Canadá, vista na Figura 24. Ela foi construída em 1889, em uma floresta, com 70 metros de altura, suspensa em um precipício, o que chama a atenção de muitos turistas que passam por lá diariamente.



Figura 24 - Ponte Capilano Suspension, no Canadá
Fonte: Cenário de Terror (2015).

Nos Alpes, existe a Ponte Trift, uma espetacular ponte suspensa, mostrada na Figura 25. Ela tem 100 metros de altura e 170 metros de comprimento, e só pode ser visitada de Junho a Outubro, verão no Hemisfério Norte.



Figura 25 - Ponte Trift, nos Alpes
Fonte: Ponte Trift – A Espetacular Ponte para Pedestres (2015).

2.2.2.5 Passarelas de vidro

Um dos pontos turísticos mais procurados de Londres, na Inglaterra, é a famosa ponte elevadiça Tower Bridge, construída sobre o Rio Tâmis. Ela acaba de inaugurar uma passarela de vidro, mostrada nas Figuras 26 e 27, com 42 metros acima do Rio Tâmis, tem uma visão panorâmica nunca vista antes do mesmo.

Com o orçamento de aproximadamente 4 milhões de reais, a passarela de vidro, composta por seis painéis que pesam 530 quilos, e têm 11 metros de comprimento por 1,8 de largura no total, dá aos visitantes a possibilidade de acompanhar o tráfego das embarcações de um ângulo muito diferente.



Figura 26 - Localização da passarela de vidro na Tower Bridge - Londres, Inglaterra
Fonte: London open on the glass walkway in the River Thames spectacular (2015).

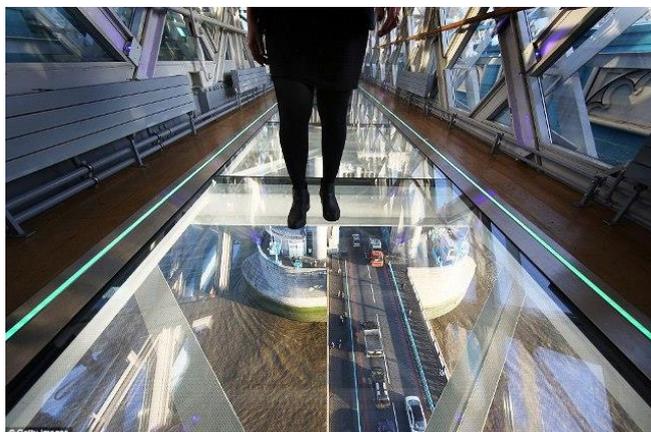


Figura 27 - Vista do Rio Tâmis da passarela de vidro - Londres, Inglaterra
Fonte: London open on the glass walkway in the River Thames spectacular (2015).

2.2.2.6 Passarelas Circulares

Os chineses, que já inventaram muitas coisas, agora inovaram com uma passarela circular, mostrada na Figura 28. O trânsito nas grandes cidades já, frequentemente, é caótico, e na China, medidas urgentes precisam ser tomadas, como por exemplo, por onde vão circular 1,3 bilhões de pessoas. A solução foi uma rotatória, ainda única, para pedestres. (CASA VOGUE, 2015)

Esta rotatória, que fica a cerca de 20 metros acima da rua, tem mais de um quilômetro de comprimento, e é uma passarela que tem 5,5 metros de largura, com capacidade para 15 pessoas lado a lado e mais de 10 mil simultaneamente. Ao longo de sua extensão, possui elevadores e escadas rolantes, para acessá-la ou para descer ao nível da rua.



Figura 28 - Viaduto rotatório para pedestres - em Xangai, China
Fonte: (CASA VOGUE, 2015).

2.3 MATERIAIS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO DAS PASSARELAS SOBRE RODOVIAS

2.3.1 Concreto

O concreto é definido como sendo a rocha artificial obtida a partir da mistura, e posterior endurecimento, de um aglomerante (cimento), água,

agregado miúdo (areia quartzosa), agregado graúdo (brita), podendo conter, ou não, aditivos químicos. (PIMENTA, 2012).

Segundo a norma que regulamenta a utilização e aplicação de concreto, a ABNT NBR 12655/1996 - Concreto - Preparo, controle e recebimento, as etapas de execução do concreto são:

- Caracterização dos materiais componentes do concreto conforme a NBR 12654;
- Estudo de dosagem do concreto;
- Ajuste e comprovação do traço de concreto;
- Preparo do concreto. (ABNT, 1996).

O termo concreto estrutural é o termo que refere-se ao espectro completo de todas as aplicações do concreto, como material utilizado em estruturas.

2.3.1.1 Concreto pré-moldado

O concreto pré-moldado é utilizado, nos casos onde os principais elementos estruturais da obra como vigas, pilares e lajes dentre outros são pré-fabricados, e adquirem um certo grau de resistência antes de serem definitivamente posicionados na obra. Podem ser fabricados, tanto no próprio local da construção, como em algum outro local, dependendo da viabilidade de custos, e danos causados pelo meio de transporte dessas peças (EL DEBS, 2000).

No Brasil, segundo o mesmo autor, as estruturas pré-moldadas não são exploradas em sua máxima potencialidade, e isso deve-se a vários fatores, dentre eles, o sistema tributário que penaliza a utilização de peças pré-moldadas, e também a instabilidade econômica, que desencoraja as ideias de realizar-se projetos que dependam de variáveis obtidas a longo prazo.

Passarelas construídas por elementos pré-fabricados de concreto, são uma opção viável e comumente empregada. O uso destas peças – pré-fabricadas – torna a execução mais rápida, mais limpa, diminuindo entulhos no local e, normalmente, sem a necessidade de interditar vias por um longo período.

2.3.2 Madeira

A madeira pode ser considerada um dos primeiros materiais que foram utilizados para todos os tipos de construções, em diferentes épocas e com diferentes aplicações.

Porém, com o desenvolvimento do uso do metal em estruturas, a madeira foi ficando de lado, devido ao fato de seu uso ser considerado como “primitivo”. Entretanto, nas últimas décadas, seu uso como material estrutural cresceu substancialmente, segundo Almeida (2015), tornando-a mais industrializada, e também, ocasionando o surgimento de novos produtos fabricados a base de madeira, tais como o MDF (medium density fibreboard) e o OSB (oriented strand board).

Para seu uso como material estrutural, a madeira encontra-se em uma das seguintes formas: madeira em tora, madeira serrada, madeira laminada colada, madeira compensada e madeiras reconstituídas. O comportamento estrutural destes diversos tipos, está ligado ao arranjo de suas estruturas internas. Sua durabilidade é considerada um pouco vantajada em relação ao ferro, desde que as devidas precauções tenham sido tomadas, por se tratar de um material anti-ferrugem. Outra vantagem, é que a madeira utiliza muito menos energia no processo de construção, embora requeira maior mão-de-obra (ALMEIDA, 2015).

A norma que regulamenta o uso de madeiras em estruturas no Brasil, é a ABNT NBR 7190/1997, onde está estabelecido que várias características devem ser levadas em conta para realizar os cálculos nos projetos de estruturas de madeiras, dentre elas a densidade, a resistência, a rigidez e a umidade.

Segundo Kusaka (2011), a madeira está cada vez mais presente no mundo moderno. Isto porque estudos comprovaram a sua real capacidade resistiva, que junto ao fato de ser um material renovável, dá grande destaque ao cenário de mundo sustentável. A mesma autora afirma que, com a combinação de conhecimentos das propriedades físico mecânicas da madeira, juntamente com as condições de exposição adequadas, pode-se sim aplicar

este material em passarelas, tornando-as viáveis e satisfatórias, além de sustentáveis.

2.3.3 Aço

O ferro metálico, há cerca de 4.500 anos, era considerado um metal precioso pela sua difícil obtenção, beleza e maleabilidade. Segundo o Instituto Aço Brasil (2015), pelo fato de ser encontrado, normalmente, em meteoritos, o ferro era considerado pelos homens como dádiva dos deuses. A partir do momento em que se descobriu como extraí-lo da natureza, ele começou a ser usado com mais frequência. A partir do século XII, conseguiram-se obter o ferro no estado líquido, foi então que nasceu a técnica de fundição de armas de fogo, balas de canhão e sinos de igreja. Mas foi na Revolução Industrial que o ferro tornou-se indispensável para a humanidade.

No ano de 1856, descobriu-se como produzir o aço. Um material mais resistente que o ferro fundido, mais leve, e que pode ser produzido em grandes quantidades, servindo de matéria-prima para muitas indústrias de vários setores, tanto que hoje é impossível imaginar um mundo sem aço. A produção de aço é um forte indicador do estágio de desenvolvimento econômico de um país, e seu consumo cresce, proporcionalmente, à construção de edifícios, execução de obras públicas, instalação de meios de comunicação e produção de equipamentos. (AÇO BRASIL, 2015).

O aço é uma liga de ferro com aproximadamente 1% de carbono, que também pode conter outros elementos, como o manganês. Enquanto o ferro puro é um metal relativamente macio, que enferruja facilmente, o aço pode ser duro, rígido e resistente à corrosão. Usado na construção de praticamente tudo, desde vigas de arranha-céus até automóveis, e muito mais, o aço é um dos materiais mais vitais no mundo. Como o ferro é o segundo metal mais abundante na natureza, o aço torna-se o metal mais barato e com uso mais variado. (KOLB, 2015)

Segundo a ABNT NBR 8800/2008 – Projetos de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto em edifícios, os aços aprovados para utilização em estruturas, vigas, pré-moldados e construções em geral em forma

de perfis, barras e chapas, são aqueles que possuem resistência ao escoamento máxima de 450 MPa, e relação entre resistências à ruptura (f_u) e ao escoamento (f_y) não inferior a 1,18. A norma ainda permite o uso de aço que não contemple esses valores, desde que tenha a qualificação estrutural assegurada pelo responsável pelo projeto. As propriedades do aço das armaduras devem obedecer à ABNT NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto: procedimento. (ABNT, 2008).

Ainda segundo a NBR 8800/2008, o aço estrutural empregado na estrutura, deve ter especificado o grau de corrosão aceitável para essa aplicação, como sendo, na pior hipótese, substrato de aço onde a carepa de laminação foi eliminada pela corrosão e com grande formação de cavidades visíveis (pites). (ABNT, 2008).

2.4 COMPONENTES ESTRUTURAIS DAS PASSARELAS

2.4.1 Escada

Escada é uma junção de degraus que utilizamos para subir ou descer, chegando no nível desejado. Elas devem ser dimensionadas segundo a NBR 9077/2001 - Saídas de emergência em edifícios, e NBR 9050/2015 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. (ABNT, 2001; ABNT, 2015).

Em qualquer edificação que não exista saída em nível para o espaço livre exterior, segundo a NBR 9077/2001, deve ser dotados o uso de escadas, que devem ser:

- a) se enclausuradas, constituídas com material incombustível;
- b) se não enclausuradas, além da incombustibilidade, deve oferecer nos elementos estruturais resistência ao fogo, por no mínimo 2 horas;
- c) ter os pisos dos degraus e patamares revestidos com materiais resistentes à propagação superficial de chama;
- d) ser dotados de guarda-corpos em seus lados abertos;
- e) ser dotadas de corrimãos;
- f) atender a todos os pavimentos;

- g) ter os pisos em condições antiderrapantes;
- h) os acessos devem permanecer livre de qualquer obstáculo. (ABNT, 2001).

Segundo a NBR 9077/2001, a largura das escadas deve atender aos requisitos mínimos de suprir ao número de pessoas que irão transitar em casos de emergência e conforme a NBR 9050/2015 deve ter largura mínima em escadas fixas em rotas acessíveis de 1,50 m, sendo o mínimo admissível 1,20 m. Os degraus, pela NBR 9050/2015, devem:

- a) ter espelho (e) entre 16,0 cm e 18,0 cm e pisos (p) de 28,0 cm a 32,0 cm;
- b) respeitar a condição:

$$63 \text{ cm} \leq (2e + p) \leq 65 \text{ cm}$$

- c) ser balanceados quando o lanço da escada for curvo (escada em leque);
- d) ter bocel de 1,5 cm, no máximo, ou, quando este inexistir, balanço da quina do degrau sobre o imediatamente inferior com este mesmo valor máximo. (ABNT, 2015).

A Figura 29, exemplifica a altura e largura do degrau, com e sem bocel.

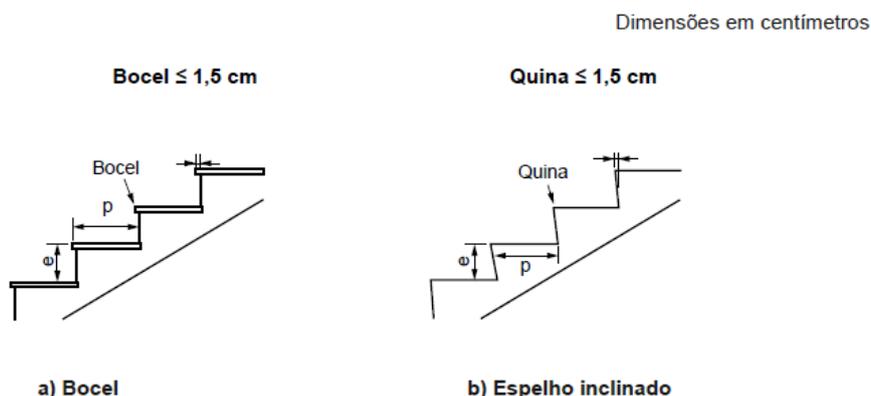


Figura 29 - Altura e largura do degrau
Fonte: NBR 9050/2015 (ABNT, 2015).

Todo degrau ou escada deve ter sinalização visual na borda do piso, segundo a NBR 9050/2015, preferencialmente fotoluminescente ou retroiluminado, como mostrado na Figura 30. Ainda recomenda-se estender a sinalização no comprimento total dos degraus com elementos que incorporem, também, características antiderrapantes. (ABNT, 2015).

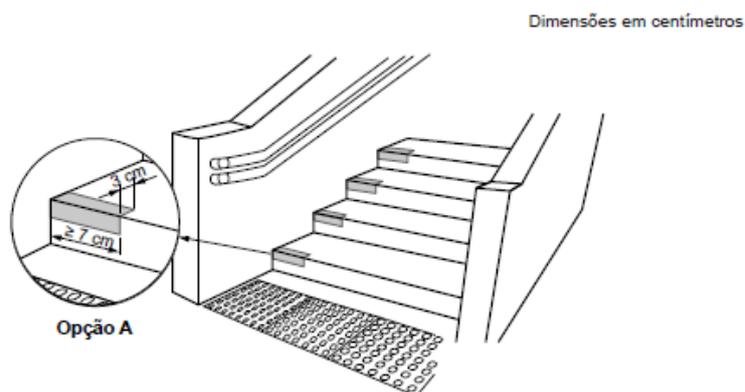


Figura 30 - Sinalização visual no piso dos degraus
Fonte: NBR 9050/2015 (ABNT, 2015).

As escadas fixas devem ter no mínimo um patamar a cada 3,20 m de desnível e sempre que houver mudança de direção, conforme NBR 9050/2015. Os patamares situados em mudanças de direção, devem ter dimensões iguais à largura da escada. A inclinação transversal dos patamares, não pode exceder 1% em escadas internas e 2% em escadas externas. (ABNT, 2015).

Demais especificações para o dimensionamento deve-se verificar a NBR 9077/2001 e a NBR 9050/2015.

2.4.2 Rampa

Uma rampa, segundo a NBR 9050/2015, é uma inclinação da superfície de piso, longitudinal ao sentido de caminhamento, considerando-se rampas aquelas com declividade igual ou superior a 5%. E pela definição da NBR 9077/2001 é a parte inclinada de uma rota de saída, que se destina a unir dois níveis de pavimento. (ABNT, 2015; ABNT, 2001).

Estes elementos são normalmente utilizados quando a altura a ser vencida for superior a 48 cm, já que são vedados lanços de escadas com menos de três degraus ou quando a altura a ser vencida não permitir o dimensionamento equilibrado dos degraus de uma escada. Também é usado quando a edificação deve seguir as regras da NBR 9050/2015 para usuário de cadeira de rodas.

O dimensionamento das rampas deve seguir a ABNT NBR 9077/2001 que diz que os patamares das rampas devem ser sempre em nível, tendo comprimento mínimo de 1,10 m, medidos na direção do trânsito, sendo obrigatórios sempre que houver mudança de direção ou quando a altura a ser

vencida ultrapassar 3,70 m, ou então a cada 50 m de percurso quando a inclinação variar de 6,25% e 8,33%, conforme a NBR 9050/2015. (ABNT, 2015; ABNT, 2001).

A declividade máxima das rampas, segundo ABNT NBR 9077/2001 deve ser de 10% em quase todas as edificações, naquelas que permite-se declividade de 12,5%, deve-se acrescentar 25% na sua largura. Esta norma também diz que o piso das rampas deve ser antiderrapante e que elas tenham corrimãos e guarda-corpos. Segundo o Manual do DNER (BRASIL, 1996), as rampas constituídas de trechos retos, não proporcionam uma composição arquitetônica satisfatória e não são muito convidativas para a utilização pelos usuários.

Outras considerações da norma que rege este dimensionamento, 9050/2015, cita que esta inclinação da rampa deve ser calculada conforme a equação:

$$i = \frac{h \times 100}{c}$$

Onde:

i é a inclinação, em porcentagem;

h é a altura do desnível;

c é o comprimento da projeção horizontal.

A Figura 31 mostra os detalhes dos itens da equação da inclinação da rampa e a Tabela 1 mostra os limites máximos e inclinação admissível conforme a ABNT NBR 9050/2015.

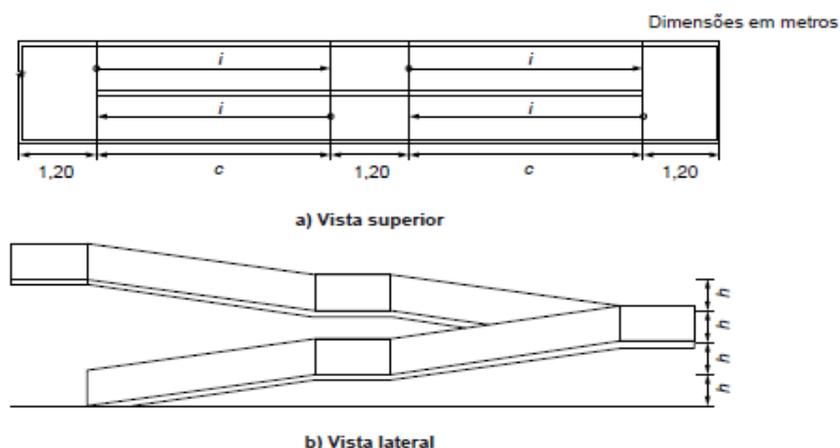


Figura 31 - Dimensionamento de rampas
 Fonte: NBR 9050/2015 (ABNT, 2015).

Tabela 1 - Dimensionamento de rampas

Dimensionamento de rampas		
Inclinação admissível em cada segmento de rampa i (%)	Desníveis máximos de cada segmento de rampa h (m)	Número máximo de segmento de rampa
5,0 (1:20)	1,50	Sem limite
5,0 (1:20) < i < 6,25 (1:16)	1,00	Sem limite
6,25 (1:16) < i < 8,33 (1:12)	0,80	15

Fonte: Tabela da NBR 9050/2015 (ABNT, 2015) – Adaptada.

Quando, nas rampas, não houver paredes laterais deve-se incorporar guias de balizamento com altura mínima de 0,05 m, como exemplificado na Figura 32, instaladas ou construídas nos limites da largura da rampa e na projeção dos guarda-corpos.

Dimensões em metros

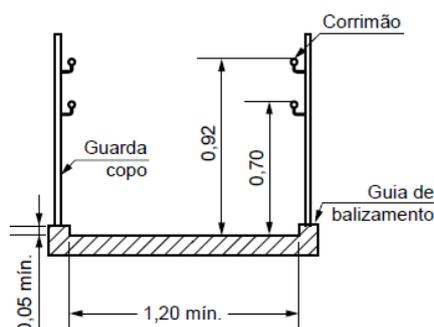


Figura 32 - Balizamento na projeção do guarda-corpo

Fonte: NBR 9050/2015 (ABNT, 2015).

2.4.3 Elevador

O elevador é um meio de transporte que, segundo Martins (2015), é considerado o mais seguro do mundo, uma máquina que movimenta-se na vertical e serve para transporte de passageiros e cargas de um pavimento para outro.

Os elementos que estão sendo estudados, precisam atender principalmente, às pessoas portadoras de deficiência física, o que significa que é essencial que a construção e as partes que conduzem aos elevadores atendam aos requisitos das normas aplicáveis (por exemplo, entrada, rampas, áreas de giro, largura de porta, etc.), conforme a NBR13994/2000 - Elevadores

de passageiros - Elevadores para transporte de pessoa portadora de deficiência. Além disso, deve haver uma especificação precisa, clara e apropriada para os elevadores, contendo símbolos, alertas sonoros e pictogramas grandes. (ABNT, 2000).

A ABNT NBR 13994/2000, define alguns quesitos da aplicação de elevadores em construções, por exemplo, ela propõe que as entradas tenham largura livre mínima de 80 cm e altura livre de 200 cm. A NBR 9050/2015 complementa que em todos os pavimentos, a área defronte da entrada do elevador, deve estar livre de obstáculos.

O elevador deve ter comando automático e ser provido com um sistema de nivelamento próprio que, automaticamente, leve a cabina ao piso dos pavimentos, é o que sugere a NBR 13994/2000. Assim como, diz que as portas devem ser do tipo correção horizontal automático, simultâneo na cabina e no pavimento.

Para suprir às necessidades de pessoas cadeirantes, a distância entre os painéis laterais, dentro da cabina, deve ser no mínimo de 110 cm e a distância entre o painel do fundo e o frontal deve ser no mínimo de 140 cm. Para permitir o giro completo de uma cadeira de rodas, a distância entre os painéis laterais deve ser no mínimo de 172,5 cm, e a distância entre o painel do fundo e o frontal deve ser no mínimo de 130 cm. A Tabela 2, a seguir, exemplifica estes números:

Tabela 2 - Carga útil de elevadores.

Carga útil (Kg)	Largura interna mínima da cabina (mm)	Profundidade interna mínima da cabina (mm)	Abertura lateral mínima da porta (mm)	Abertura centra mínima da porta (mm)
600 ⁽¹⁾	1.100	1.400	800	800
975 ⁽²⁾	1.725	1.300	900	-
1200 ⁽⁴⁾	2.100	1.300	1.100 ⁽³⁾	1.100

⁽¹⁾ 8 passageiros - não permite o giro da cadeira de rodas
⁽²⁾ 13 passageiros - permite o giro da cadeira de rodas
⁽³⁾ Permite o giro da cadeira de rodas
⁽⁴⁾ 16 passageiros - permite o giro, em três pontos, da cadeira de rodas

Fonte: Tabela da NBR 13994/2000 (ABNT, 2000) – Adaptada.

Assim como nos outros elementos das passarelas, o revestimento do piso da cabina deve ter superfície dura e antiderrapante, permitindo uma movimentação fácil da pessoa portadora de deficiência. As orientações estão mostradas nas Figuras 33 e 34:

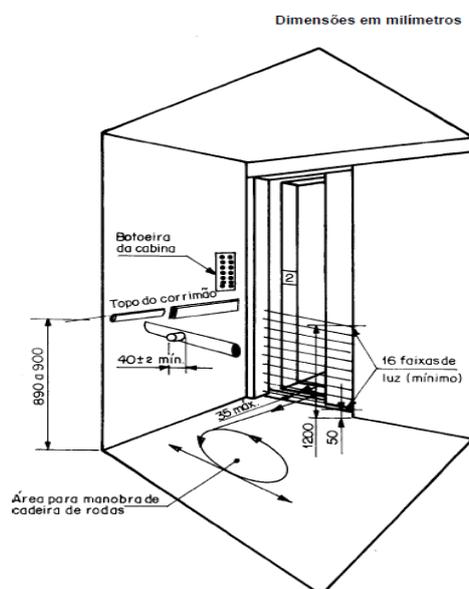


Figura 33 - Orientações contidas na NBR 13994/2000
Fonte: NBR 13994/2000 (ABNT, 2000).

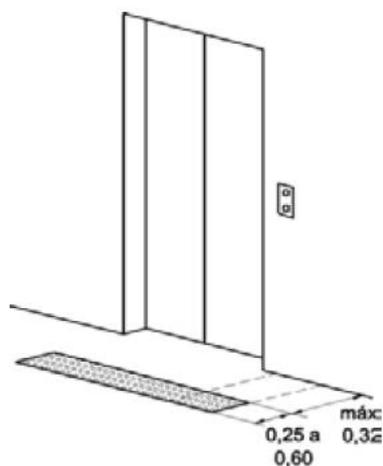


Figura 34 - Sinalização tátil de alerta junto à porta de elevador
Fonte: NBR 9050/2004 (ABNT, 2004).

2.4.4 Guarda-corpo

Guarda-corpo ou guarda, segundo a NBR 9077/2001 é uma barreira protetora vertical, maciça ou não, delimitando as faces laterais abertas de

escadas, rampas, patamares, terraços, balcões, galerias e assemelhados, servindo como proteção contra eventuais quedas de um nível para outro. (ABNT, 2001).

A ABNT NBR 14718/2001 – Guarda-corpos para edificação – diz que o guarda-corpo é um elemento construtivo de proteção, com ou sem vidro, para bordas de sacadas, escadas, rampas, mezaninos e passarelas. Pode também ser chamado de gradil e balaustrada. (ABNT, 2001).

DNIT (2009) diz que os guarda-corpos podem ser constituídos de elementos pré-moldados de concreto ou de módulos metálicos. DNIT (2015) diz que independente do material utilizado para o guarda-corpo, ele deve ser fixado ao vigamento principal do tabuleiro, de forma a assegurar a resistência mínima ao impacto de 80 kgf contra o corrimão (parte superior do guarda-corpo). Também uma cerca com tela de malha de 5,0 cm deve ser fixada ao guarda-corpo, até altura de 2,0 m acima do tabuleiro, na extensão da largura da superestrutura da via permanente.

Segundo a NBR 9050/2015, as escadas e rampas que não forem isoladas das áreas adjacentes por paredes, devem dispor de guarda-corpo associado ao corrimão, conforme Figura 35, e atender ao disposto na ABNT NBR 9077/2001. A norma também determina que os guarda-corpos devem ser construídos com materiais rígidos, ser firmemente fixados às paredes, barras de suporte e oferecer condições seguras de utilização. Além de seguir as medidas mostradas na Figura 35. (ABNT, 2015; ABNT, 2001).

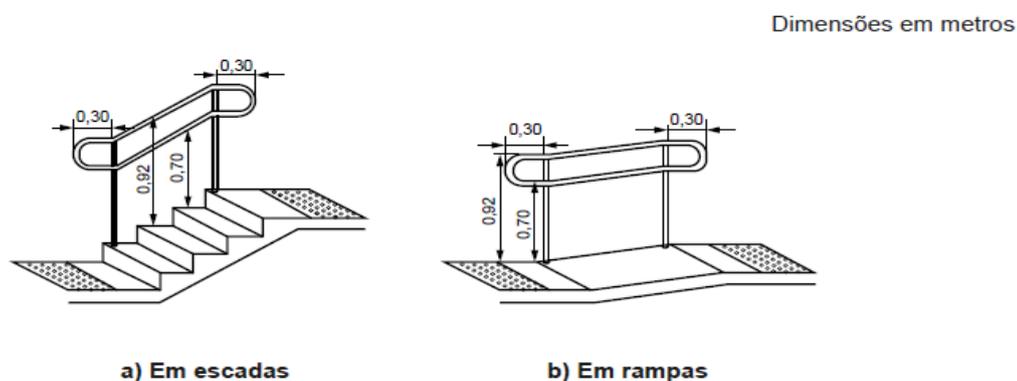


Figura 35 - Exemplo de guarda-corpo
Fonte: NBR 9050/2015 (ABNT, 2015).

Porém as recomendações da NBR 14718/2001, pedem para que a altura mínima do guarda-corpo seja de 1,0 m, além de sugerir, que os espaçamentos entre perfis, sejam menores ou igual a 11,0 cm. A Figura 36 comprova estes dados:

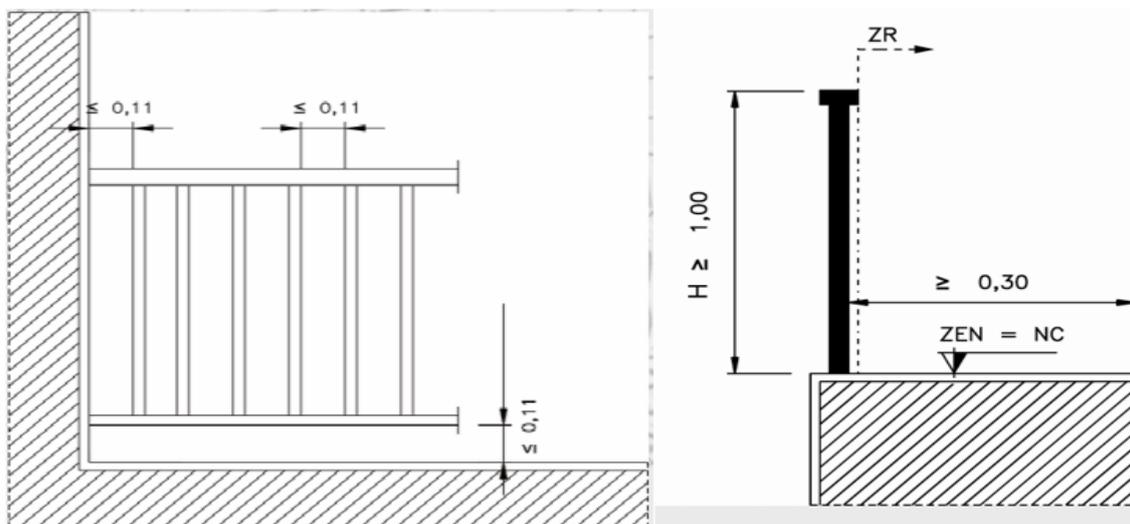


Figura 36 - Dimensões mínimas para guarda-corpo
Fonte: Adaptada NBR 14718/2008 (ABNT, 2008).

2.4.5 Cobertura

A cobertura de passarelas pode ser feita de diversos materiais, como por exemplo, estrutura metálica, vidro laminado, telhas, argamassa armada, lona, ou, a mais usual, cobertura em policarbonato. Estas coberturas oferecem a passagem confortável pela passarela, protegendo de intempéries, como a chuva e o sol forte.

Segundo Metrópole Toldos e Cobertura (2015), as coberturas podem ser feitas com policarbonato compacto, alveolar e telha, sendo estes os mais usados por serem mais leves e resistentes. Apesar de serem parecidos com o vidro, podem ter resistência a impactos 200 vezes superior. Estas coberturas podem também, ser desenvolvidas em formatos retos e curvos, em diversas cores, com uma transparência capaz de aproveitar a luz natural, o que permite que o ambiente fique iluminado, e portanto, mais seguro.

O policarbonato é um material elaborado à base de resina e polímeros de carbono, segundo Digicom Coberturas (2015), que oferece transparência e

segurança. O policarbonato pode ser alveolar, compacto, em telhas, refletivo e *coberline*, sendo todos utilizados em coberturas.

Com uma estrutura de alumínio ou de aço, a cobertura de policarbonato torna-se um componente recomendável em passarelas, com a função de proteção dos agentes do tempo e também dando maior segurança aos usuários.

2.4.6 Revestimento

A ABNT NBR 9050/2015 diz que os materiais de revestimento e acabamento devem ter superfície regular, firme, estável, não trepidante para dispositivos com rodas e antiderrapante, sob qualquer condição (seco ou molhado). Ainda pede para evitar a utilização de algum padrão na superfície do piso que possa causar sensação de insegurança, como alguma estampa que causa uma sensação de tridimensionalidade. (ABNT, 2015).

Os revestimentos, no caso de passarelas, são normalmente o próprio material estrutural da passarela. Por exemplo, em passarelas de concreto, o piso é de um concreto liso, e a mesma situação ocorre para passarelas metálicas. Segundo DNIT (2015), os pisos das passarelas terão que ser projetados, obrigatoriamente, em material anti-derrapante.

Segundo Portugal (2001), os pisos e os seus revestimentos devem ser aderentes (na presença de água e humidade), ter boa qualidade de drenagem e de secagem, e devem ter uma superfície:

- estável: não se desloca quando sujeita às ações mecânicas decorrentes do uso normal;
- durável: não é desgastável pela ação da chuva ou de lavagens frequentes;
- firme: não é deformável quando sujeito às ações mecânicas decorrentes do uso normal;
- contínua: não possui juntas com uma profundidade superior a 0,005m.

2.5 CONCEPÇÃO DE PROJETO

O projeto é um processo criativo, que através de técnicas e teorias, supre a demanda das necessidades da população da melhor forma possível. Tomando por referência os estudos de Pinho e Bellei (2007), que fala que um projeto, normalmente, é dividido em superestrutura e infraestrutura, sendo que a superestrutura, no caso de pontes, viadutos e passarelas dependem de alguns fatores que devem ser levados em consideração:

- função;
- topografia local;
- natureza do solo;
- extensão e vão livre necessário;
- gabaritos a serem obedecidos;
- estética;
- acessos;
- localização;
- tempo de execução previsto;
- custos disponíveis para a obra.

Segundo DNIT (2015), as passarelas para pedestres constituem-se, essencialmente, em obras de arte especiais. Desta forma, na elaboração dos projetos de passarelas, devem ser observadas as linhas gerais da Instrução de Serviço: ISF 216: Projeto de Obras de Arte Especiais, que diz que na concepção do projeto, deverão ser considerados os seguintes pontos fundamentais:

- localização favorável da passarela;
- garantir aos pedestres: conforto, segurança e facilidade de acesso;
- atendimento ao gabarito estabelecido para a via;
- considerar as prescrições da Norma ABNT NBR 9050 - Acessibilidade de Pessoas Portadoras de Deficiências a Edificações, Espaço Mobiliário e Equipamentos Urbanos.

Com a junção das definições dos pontos acima é que constituímos o pré-projeto.

2.5.1 Pré-Projeto

Analisando cada etapa descrita por Pinho e Bellei (2007) e por DNIT (2015), realiza-se o esboço do projeto – o pré-projeto. No caso do trabalho apresentado, por ser um estudo de modelagem, alguns pontos não serão analisados. Pontos como topografia local, natureza do solo, acessos, tempo para execução e custos disponíveis para a obra serão descartados. A ABNT NBR 9050 será levada em consideração, assim como a finalidade de conforto, segurança e facilidade de acesso à passarela.

2.5.1.1 Função

As travessias urbanas apresentam ausência de harmonização, tanto do ambiente urbano, quanto do ambiente rodoviário. Segundo Freire (2003), o tráfego de passagem da rodovia compartilha o mesmo espaço com o trânsito de veículos e com pedestres da cidade, expondo motoristas e pedestres ao risco de frequentes acidentes. Nesse cenário, surgem conflitos e impactos de diferentes graus, que são relacionados diretamente com o porte da cidade e com a categoria da rodovia.

Além disso, o transporte rodoviário é o mais utilizado no Brasil, gerando assim a necessidade de uma malha rodoviária eficiente. Como uma maneira de solucionar este caos, e como soluções estratégicas do próprio trânsito nas cidades brasileiras, as pontes e passarelas são cada vez mais empregadas e necessárias. Com o objetivo de conectar um ponto a outro, para uma travessia segura dos pedestres ou por uma questão estética, as pontes e passarelas se tornaram fundamentais para que o sistema de trânsito funcione. (KUSAKA, 2011).

Passarelas são obras de arte especiais destinadas, essencialmente, ao tráfego de pedestres e, sempre que crescer a importância de separar o tráfego de veículos do cruzamento de pedestres, aumentando a segurança dos pedestres e facilitando o fluxo de tráfego, faz-se necessária a construção de uma passarela (BRASIL, 1996).

Estas estruturas destinadas a pedestres, geralmente instaladas sobre rodovias, vias expressas e ferrovias, servem para evitar acidentes, e também, manter a velocidade e o tráfego contínuo dos veículos. Segundo DNIT (2015), a distância mínima a adotar, entre duas passarelas para pedestres, deverá ser de 200 m.

2.5.1.2 Extensão e vão livre necessário e gabaritos a serem obedecidos

Para um projeto de uma passarela de pedestres sobre rodovias, precisam-se definir tamanhos de vãos a serem vencidos, a altura livre de passagem de veículos, a largura da passarela, conforme sua utilização, dentre outros. Segundo Abraspe (2000), retirado do Manual de Segurança do Pedestre – Denatran (1979):

O pedestre só estará disposto a usar a passagem de desnível se, no máximo, o tempo por ele dispendido para atravessar utilizando a passagem, for igual ao tempo dispendido para atravessar ao nível da via, levando em conta o retardamento sofrido. (ABRASPE, 2000, p.5).

Segundo Santa Catarina Brasil (2015), a malha viária catarinense é composta por mais de 62.000 km, divididos entre estradas federais, estaduais e municipais, e segundo a SIE – Secretaria do Estado da Infraestrutura (2015), as rodovias federais compõem 2.606 km e as estaduais 6.000 km do total de estrada no estado de Santa Catarina. Para a escolha, a ser adotada no projeto, da largura da rodovia, foi feito um estudo, baseado no mapa da Figura 37, que mostra as rodovias do estado de Santa Catarina, no ano de 2013, e as suas principais configurações, como por exemplo, se são duplicadas ou não.

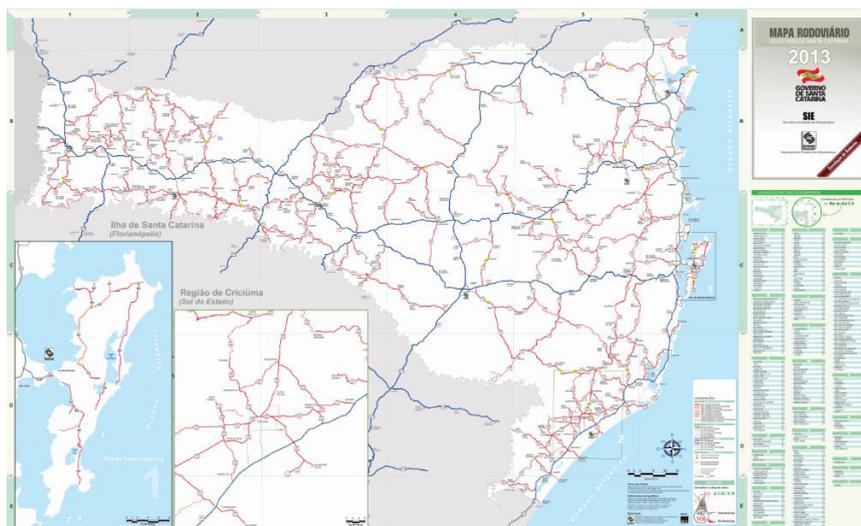


Figura 37 - Mapa rodoviário do estado de Santa Catarina no ano de 2013
Fonte: DEINFRA (2015).

Com estes dados, e com esta pesquisa, pode-se perceber que aproximadamente 93% das rodovias, que cruzam o estado, sendo federais e estaduais, são de pista simples, e portanto, apenas 7% estão duplicadas. Desta forma, uma largura apropriada para escolher, no pré-projeto desta passarela, é uma de pista simples. O DER-SC (2000), deixa quatro opções de pista simples que, conforme a utilização da via, podem ser aplicadas. A Figura 38 mostra a tabela com as seções sugeridas pelo órgão, e a Figura 39 mostra a largura de pista, de 10,50 m, que foi escolhida para a realização do projeto.

Seção Transversal Padrão	Quantidade de Faixas de Trânsito	Largura					
		Faixa de Trânsito (m)	Faixa de Borda (m)	Espaço Central (m)	Faixa para Paradas (m)	Banqueta (m)	Espaço Lateral de Separação (m)
1	2	3	4	5	6	7	8
SP35,5	6	3,75/3,50	0,75/0,50	3,50	2,50	1,50	3,00
SP33	6	3,50	0,50	3,00	2,00	1,50	3,00
SP29,5	4	3,75	0,75	3,50	2,50	1,50	3,00
SP26	4	3,50	0,50	3,00	2,00	1,50	3,00
SP20	4	3,25	0,50	2,00	–	1,50	1,75
SP15,5	2+1	3,75/3,25/3,50	0,25	–*	–	2,50**/1,50	1,75
SP10,5	2	3,50	0,25***	–	–	1,50	1,75
SP9,5	2	3,00	0,25	–	–	1,50	1,75
SP7,5	2	2,75		–	–	1,00	1,25

Figura 38 - Largura dos componentes da seção transversal
Fonte: DER-SC (2000).

Segundo BRASIL (1996) o gabarito vertical mínimo é de 5,50 m para a maioria das classes de pistas, e segundo DER-SC (2000), a altura livre para passagem de veículos, com segurança, é de 4,90. Portanto para este projeto, foi adotado 5,50 m. O DER-SC (2000) também delimita a largura da rodovia, que no caso, é o vão que precisa ser vencido, destacado na Figura 39.

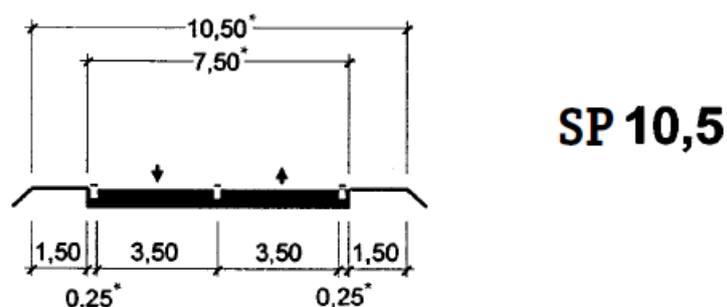


Figura 39 - Seção transversal padrão de estradas de pista simples - medidas em metros
Fonte: DER-SC (2000).

Segundo o DER - SC (2000), é imprescindível, para a definição do espaço de trânsito, adotar um veículo com altura de 4,40 m, sendo que a altura do espaço de trânsito, para a movimentação, é de 4,65 m e a altura de segurança, de 4,90 m. A Figura 40 ajuda a entender melhor.

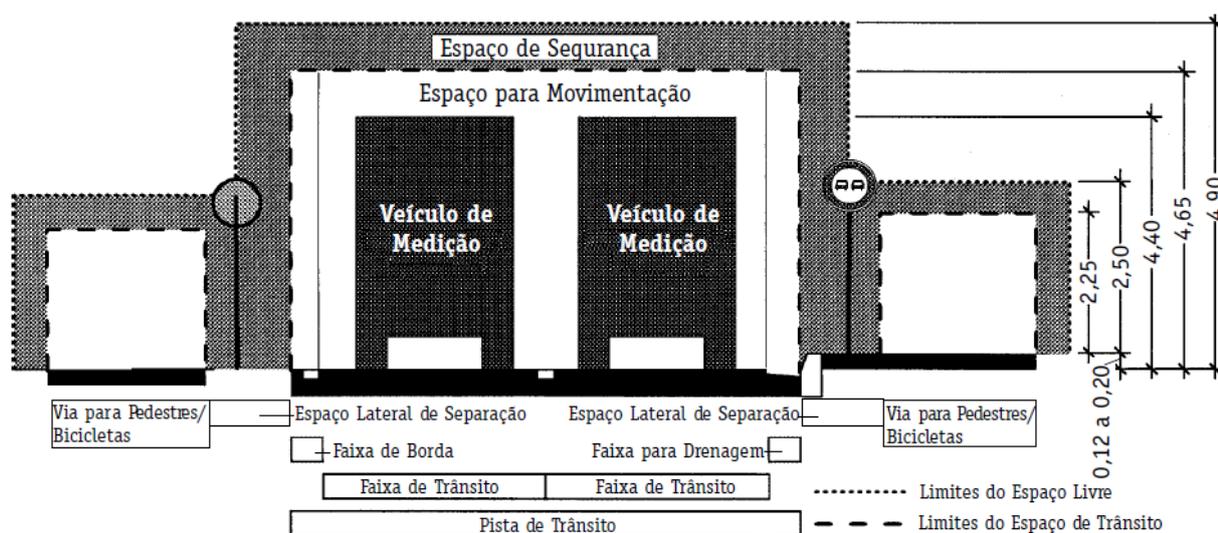
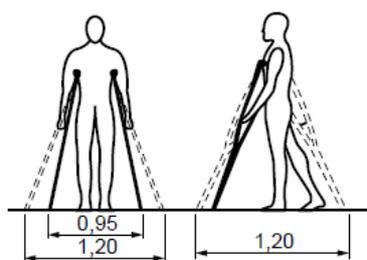


Figura 40 - Componentes da seção transversal para concepção de uma rodovia
Fonte: DER - SC (2000).

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), segundo JInews (2012), instalou painéis para a sinalização indicatória de altura em viaduto e passarelas construídos na duplicação da BR-101 Sul, com a altura de 5,50 m. A notícia também diz que segundo a Polícia Rodoviária Federal de Tubarão - SC, que a altura máxima permitida para cargas está estipulada em 4,40 m, mesma orientação do DER-SC (2000), e que acima desta medida, o transportador deve retirar junto ao DNIT autorização para o traslado.

Portanto, para cada situação tem-se uma altura de projeto. Será tomada por base, esta, de 5,50 m, que foi implantada em uma das maiores obras no estado de Santa Catarina, na duplicação da BR-101.

A largura da passarela foi definida, com a ajuda da NBR 9050/2015, que sugere analisar, além de fatores para a acessibilidade, a utilização da passarela, na hora de maior aproveitamento. Esta norma mostra que, por exemplo, para pessoas em pé, caminhando com a utilização de muletas, precisa-se de, no mínimo, um raio de 1,20 m para se locomover. Para pessoas utilizando cadeira de rodas, o espaço reservado deve ser um pouco maior. Assumindo a pior situação de, no mínimo, 1,90 m. As Figuras 41 e 42 ilustram estes dados.



e) Muletas – Vistas frontal e lateral

Figura 41 - Dimensões referenciais para descolamento de pessoa em pé
Fonte: NBR 9050/2015 (ABNT, 2015).

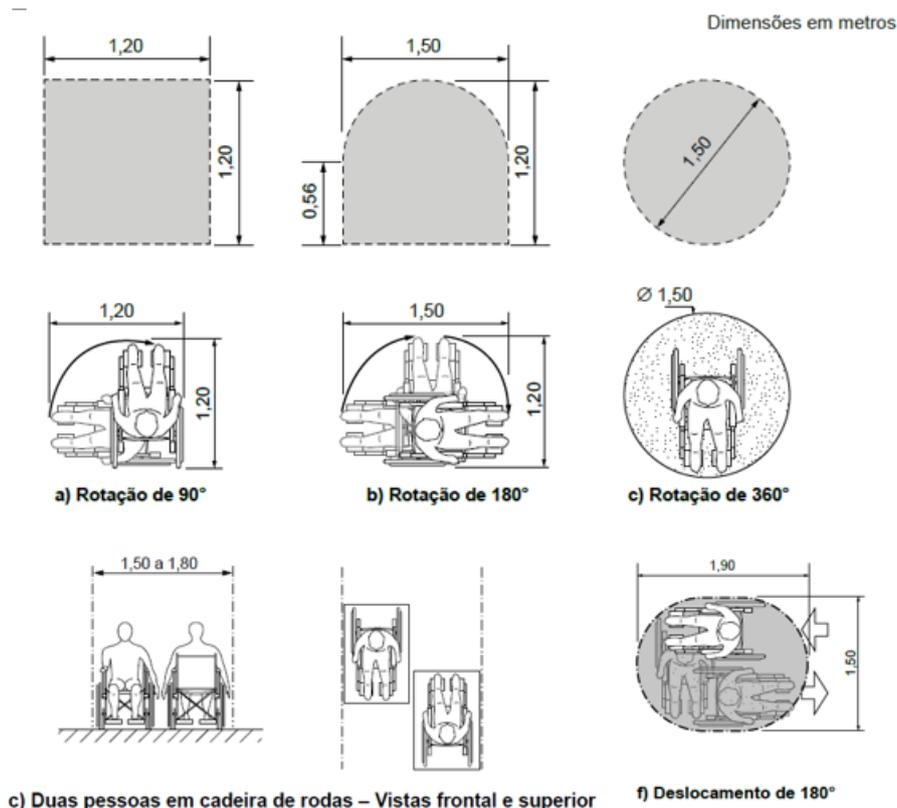


Figura 42 - Largura para deslocamento em linha reta e para área de manobras, com e sem deslocamento

Fonte: Adaptado NBR 9050/2015 (ABNT, 2015).

Em relação à largura das passarelas, a mesma norma, NBR 9050/2015, impõe que a passarela seja determinada em função do volume de pedestres estimados para os horários de maior movimento. Para seguir essas recomendações que a norma sugere, e para ter uma maior área de conforto, levando em consideração o comentário do DNER (BRASIL, 1996), que diz que a tendência de adotar uma largura de 2,50 m para passarelas é bastante satisfatório, escolheu-se, portanto, uma largura de 2,50 m.

2.5.1.3 Estética

Os critérios de estética e conforto são bastante subjetivos, uma vez que dependem de pedestre para pedestre e de situação para situação. Porém, segundo Gold e Wright s/d, as passarelas bonitas atraem mais pedestres do que as feias. Eles classificam as “feias” por terem os lados fechados, serem feitas totalmente de concreto, pesadas, cinza escuro. E as “bonitas”, mais atraentes, por serem estruturas mais leves e coloridas, contribuindo

positivamente para o cenário urbano. Uma passarela mista – de concreto e metal – se encaixa neste contexto.

Em virtude das pequenas cargas que suportam, as passarelas, em condições favoráveis, podem ser obras leves e elegantes. A preocupação com a leveza não deve, porém, ser levada ao exagero de permitir que a obra cause desconforto ao usuário (BRASIL, 1996).

Segundo Abraspe (2000), o projeto da passarela deve contemplar formas para se evitar o mau uso delas e segundo BRASIL (1996), algumas diretrizes básicas podem possibilitar a projetos de passarelas uma boa finalidade estética. Como por exemplo, a escolha de geometria adequada para as seções transversais da passarela; escolha de guarda-corpos leves; escolha de detalhes que preservem a limpeza e durabilidade da obra.

Os pedestres podem ser incentivados a usar as passarelas pela implantação de floreiras, gradis, correntes ou outros dispositivos, que são colocados para direcionar os pedestres para a passarela, e dar um pouco mais de vida a este elemento. Também, segundo Gold e Wright s/d, os pedestres podem ser forçados a usar as passarelas por barreiras físicas, que impossibilitam a travessia da pista, como muros altos de concreto e cercas de arame, porém estes elementos estão sujeitos a vandalismo e exigem manutenção constante.

DNIT (2015), recomenda iluminar as passarelas, particularmente as subjacentes, como importante elemento de prevenção de acidentes. Abraspe (2000) complementa, dizendo que uma boa iluminação é imprescindível, e a proteção contra intempéries altamente desejável.

Em alguns casos, é necessário cobrir uma passarela com tela para evitar que vândalos e assaltantes atirem objetos na rua para que os veículos parem. Isso deve ser feito sem interferir com a visibilidade da passarela para a rua e vice-versa. A má visibilidade aumentaria a possibilidade de assalto e desencorajaria os pedestres a usar a passarela. Ademais, deve-se evitar a colocação de propagandas em passarelas que possam desviar a atenção dos condutores e provocar acidentes (GOLD E WRIGHT, s/d).

2.5.1.4 Localização Favorável da Passarela

As características e a localização de passarelas podem levar os pedestres a não utilizá-las, por isso, deve-se considerar, com tão ou mais importância que o conforto, a segurança. Muitos pedestres alegam que não utilizam as passarelas por medo de assaltos e violências, portanto, sempre que possível, no local de implantação da passarelas, deve haver atividades comerciais ou culturais. Talvez até próximos a postos de combustível ou a postos da polícia (ABRASPE, 2000).

BRASIL (1996) complementa:

A opção oferecida por uma passarela mal localizada pode variar entre a escolha, pelo usuário, de uma travessia direta e perigosa da rodovia, cerca de 10 m em pista simples ou cerca de 25 m em pista dupla, e um percurso bem mais longo, que inclui a subida de uma rampa de cerca de 50 m de comprimento, a travessia de um trecho central de cerca de 30 m e a descida de uma outra rampa, também com cerca de 50 m; isto, sem levar em conta que o início de uma rampa pode estar distante do usuário e que o fim da outra rampa poderá estar, também, distante do ponto que ele quer alcançar. (BRASIL, 1996, p.169).

Em áreas sujeitas a assaltos, as passarelas devem ser policiadas, ou equipadas com câmeras de vigilância, ligadas à polícia ou a um centro de vigilância cívica, conforme sugerem Gold e Wright s/d.

As rampas de acesso devem ter início e fim em pontos de atração naturais como cruzamentos de ruas, saídas de fábricas, escolas, dentre outros, segundo BRASIL (1996), para que o usuário seja compelido a usar a passarela. A ABNT NBR 9050/2015 diz que nas edificações e equipamentos urbanos, todas as entradas, bem como as rotas de interligação às funções do edifício, devem ser acessíveis. (ABNT, 2015).

Segundo Abraspe (2000), se o tráfego de pedestres compensar, abrigos contra intempéries, banheiro e telefone público poderiam ser implantados, aumentando assim, a segurança na travessia de pedestres. Outro ponto importante, é de que, caso uma passarela seja implantada, neste local de implantação, os motoristas que cruzam as rodovias terão uma sensação de

segurança de que não haverá pedestres cruzando essa via, o que pode aumentar o risco de atropelamento, caso algum deixe de utilizar a passarela.

A Associação Nacional das Autoridades Rodoviárias da Austrália, realizou uma análise de acidentes envolvidos com pedestres e através dos dados foi possível concluir que os pedestres são culpados em 65% dos casos dos acidentes. Um estudo similar foi realizado no Brasil, em Campinas, no estado de São Paulo, e foi observado pela Prefeitura da cidade que 80% dos acidentes de trânsito relacionados com pedestres são provocados pela imprudência dos próprios pedestres, de acordo com artigo publicado pela Folha de São Paulo. Por este motivo, uma passarela eficaz deve praticamente obrigar o pedestre a utilizá-la, tendo assim uma localização estratégica e atrativa, como por exemplo, em saídas de fábricas, escolas e cruzamentos. (KUSAKA, 2011).

3 ESTUDO DE CASO DE PASSARELAS RODOVIÁRIAS

Para uma maior compreensão da utilização de passarelas e opiniões públicas sobre este elemento de passagem, realizou-se dois estudos de caso, em duas cidades diferentes, com modelos de passarelas diferentes. O primeiro realizou-se em Pato Branco, no Paraná, em uma passarela implantada, que ainda hoje gera muitas discussões. O segundo, em Pinhalzinho, Santa Catarina, construção que utilizou o relevo local para se beneficiar.

O propósito deste estudo foi avaliar a tipologia destas passarelas, juntamente com seus problemas, soluções e melhorias, para a travessia de pedestres. Com a finalidade de colaborar com técnicos, através de pontos importantes de diretrizes para a elaboração de projetos.

Um questionário foi construído, para que pedestres que passavam na região, e pudessem colaborar com o estudo, respondessem e deixassem sua contribuição.

O questionário, contendo sete perguntas, está escrito a seguir:

1. Você utiliza a passarela de pedestres? Por quê?
2. Você conhece alguém que não utiliza? Por quê?

3. Conhece alguém que já tenha sofrido algum acidente de atropelamento neste local?
4. Você incentiva familiares, principalmente crianças, a utilizar a passarela?
5. Se a passarela fosse como esta foto, você a utilizaria?
6. Qual sua opinião sobre passarelas de pedestres?
7. Quais suas sugestões para a melhoria das passarelas e também para aumentar a utilização da mesma?

A pergunta número 5 refere-se a uma imagem, levada juntamente ao local. Esta imagem é de um projeto de uma passarela, retirada da internet, para dar uma visão mais ampla sobre a diferenciação de projetos, a pessoas mais leigas no assunto, que às vezes, não sabem como um bom estudo, e um bom projeto, poderiam melhorar a situação das passarelas.

A imagem em questão é de uma passarela de pedestres, localizada em frente a um *shopping* em Manaus – AM, mostrada na Figura 43. Ela foi escolhida pelo seu *design* despojado, e também para mostrar a utilização de elevadores no lugar de rampas, juntamente com uma escada.



Figura 43 - Passarela de pedestres em Manaus – AM
Fonte: ARQUITETURA (2014).

Nos levantamentos, é imprescindível à caracterização das incidências de fluxo de pedestres, segundo DNIT (2015). Também recomenda-se a utilização de instrumentos fotográficos, para registro dos eventos ocorridos.

3.1 PASSARELA EM PATO BRANCO - PR

Passarela de pedestres constituída de rampas de acesso, construída por uma empresa de engenharia, vencedora de um processo de licitação, realizado pelo DNIT, no ano de 2011, cujo vencedor foi escolhido pelo menor preço apresentado. Este preço foi de R\$ 860.159,15 reais, segundo DNIT (2012).

Foram dois dias de pesquisa nesta passarela. O primeiro, dia 02/10/2015, sexta-feira, das 9:00h às 11:45h, e o segundo, dia 06/10/2015, terça-feira, das 17:20 às 18:30h. O Gráfico 1, a seguir, mostra a quantidade de pedestres que passaram pela região da passarela, nos dias e horários de estudo, e quantos a utilizaram, ou não.

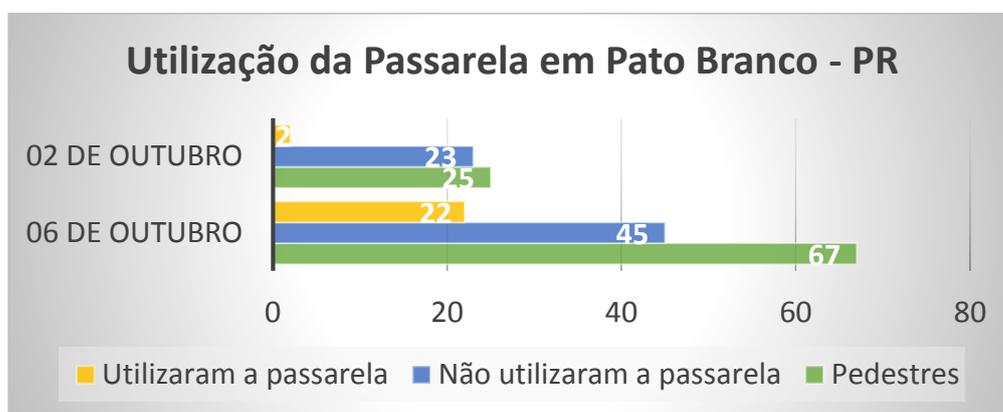


Gráfico 1 - Utilização da passarela em Pato Branco - PR
 Fonte: Autoria Própria (2015).

3.1.1 Localização

Passarela localizada sobre a rodovia BR-158/PR, no Km 528,1, no município de Pato Branco – PR, próximo ao acesso da Rua Paraná, no trevo da Guarani. Este trevo é um local de intenso movimento, porque faz entrar em conflito os veículos que passam pela rodovia federal, com os que procuram atravessar a cidade, indo do bairro Vila Esperança, com cerca de 900 habitantes, para o centro da cidade, além de conter comércios próximos. A Figura 44, mostra, em destaque, no mapa, onde foi implantada esta passarela.

3.1.2 Instalações

A passarela de pedestres estudada é uma estrutura toda em concreto, pré-fabricado, inclusive seu guarda-corpo. O acesso é realizado por duas rampas, não possui cobertura e sua iluminação é precária. As Figuras 46, 47 e 48, são fotos retiradas do acesso da rua Paraná.



Figura 46 - Rampa de acesso
Fonte: Autoria própria (2015).



Figura 47 - Passarela de pedestres em Pato Branco - PR
Fonte: Autoria própria (2015).



Figura 48 - Passarela de pedestres em Pato Branco – PR
Fonte: Autoria própria (2015).

3.1.3 Resultados da pesquisa

Os Gráficos a seguir, 2, 3, 4, 5, 6 e 7, mostram, de forma quantitativa, as respostas das seis primeiras perguntas da pesquisa.

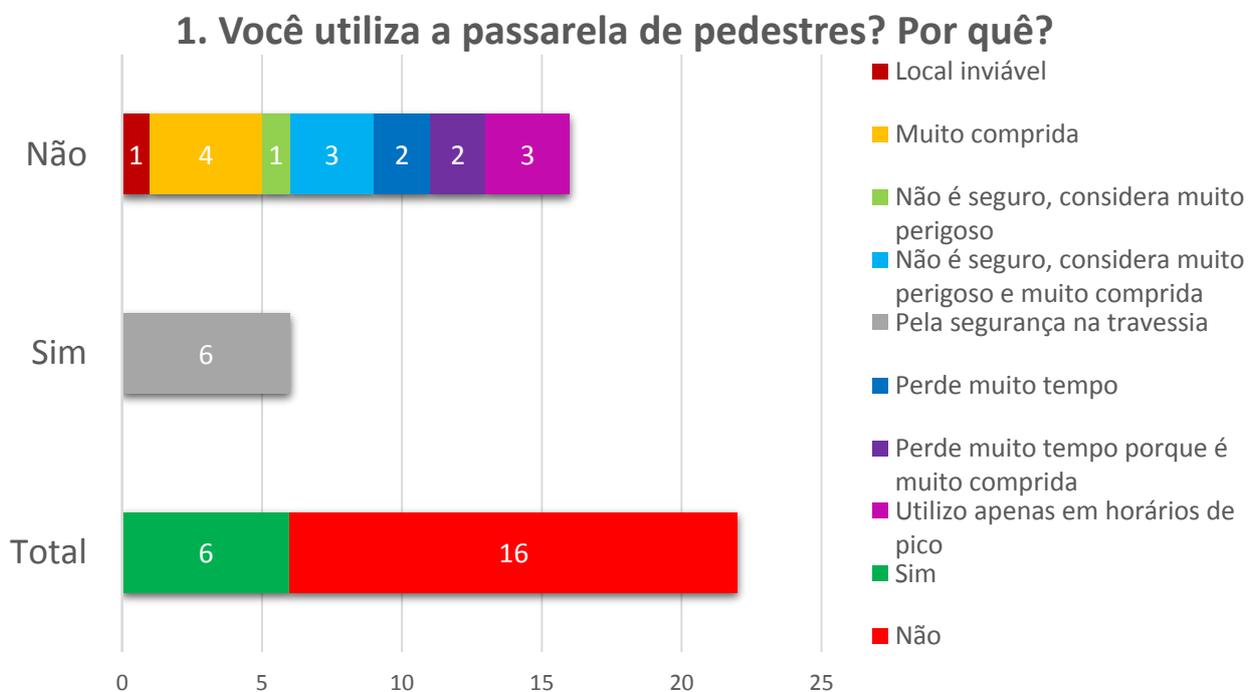


Gráfico 2 - Respostas da primeira pergunta
Fonte: Autoria Própria (2015).

2. Você conhece alguém que não utiliza? Por quê?

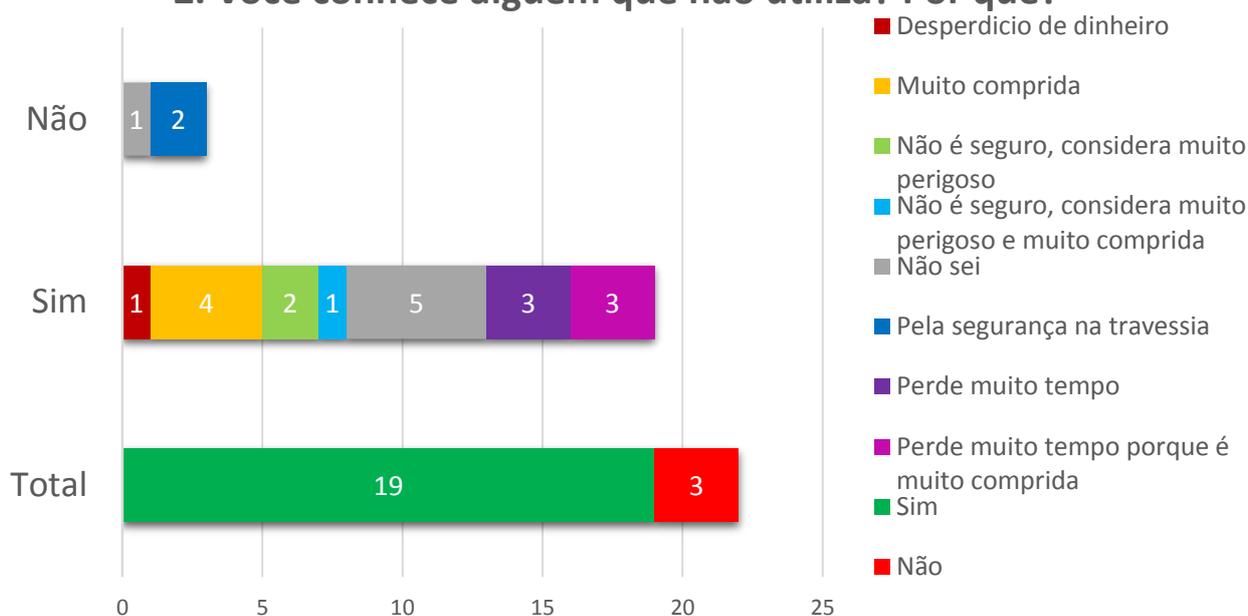


Gráfico 3 - Respostas da segunda pergunta
Fonte: Autoria Própria (2015).

3. Conhece alguém que já tenha sofrido algum acidente de atropelamento aqui?

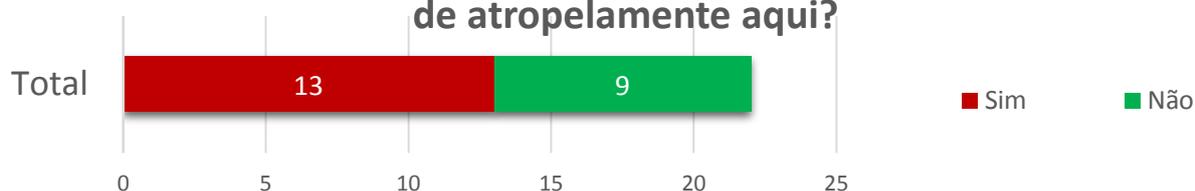


Gráfico 4 - Respostas da terceira pergunta
Fonte: Autoria Própria (2015).

4. Você incentiva familiares, principalmente crianças, a utilizar a passarela?

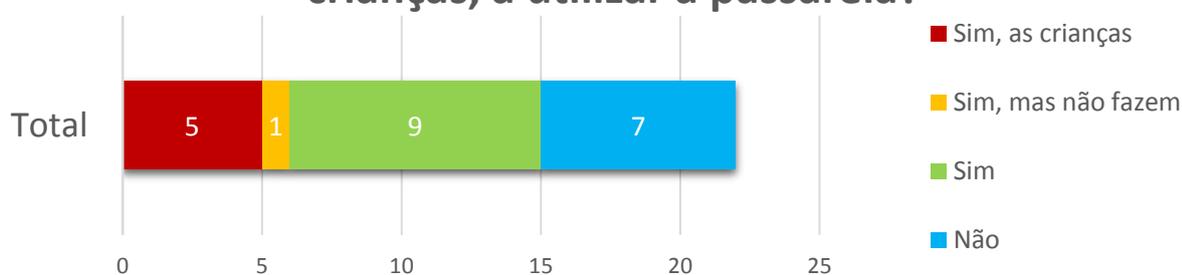


Gráfico 5 - Respostas da quarta pergunta
Fonte: Autoria Própria (2015).

5. Se a passarela fosse como esta foto, você utilizaria?

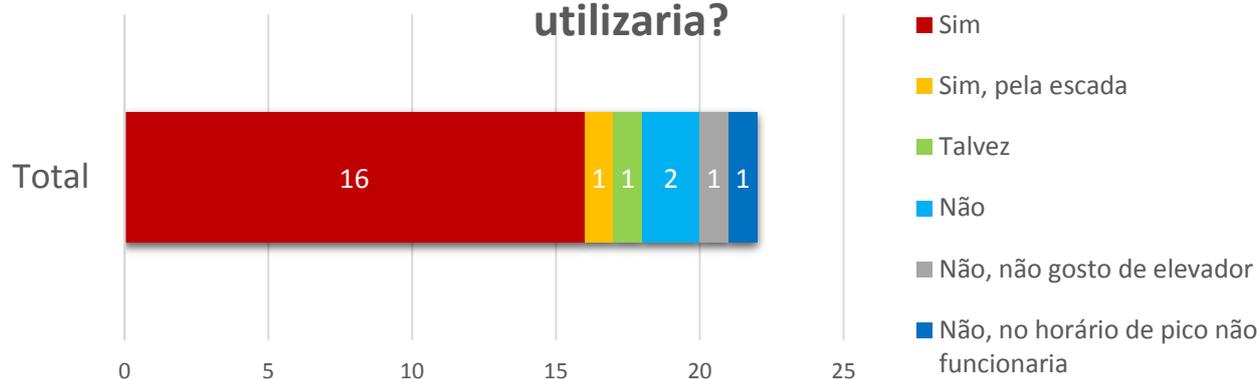


Gráfico 6 - Respostas da quinta pergunta
Fonte: Aatoria Própria (2015).

6. Qual sua opinião sobre as passarelas de pedestre?

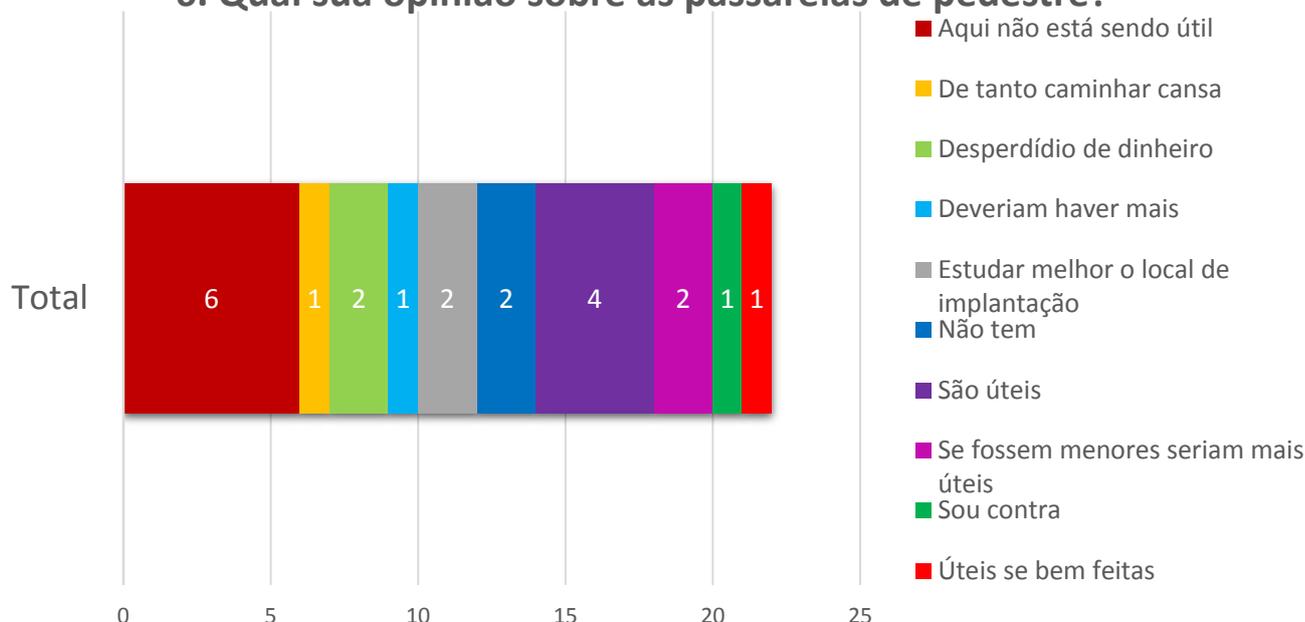


Gráfico 7 - Respostas da sexta pergunta
Fonte: Aatoria Própria (2015).

As respostas da pergunta número sete – quais suas sugestões para melhoria da passarela e para aumentar a utilização da mesma? – são um pouco mais profundas, e variam conforme a opinião de cada um. Os pedestres responderam, cada um no seu jeito, mas de forma simples, respostas que necessitam de bastante atenção e compreensão, afinal, é a opinião de quem utiliza, de fato, a passarela.

Elas variaram, desde pessoas que não sabiam o que sugerir, pessoas que falaram que estava bom do jeito que está, mas, sem sombra de dúvidas, a

grande maioria das pessoas sugeriu melhoras. Estas vinte e duas colocações estão listadas a seguir:

1. aumentar e melhorar a iluminação;
2. aumentar e melhorar a iluminação;
3. como a da foto estaria muito bom;
4. está bom assim;
5. fazer um túnel ao invés da passarela;
6. prefiro caminhar a pé mesmo;
7. diminuir a distância da passarela para ficar mais fácil para os idosos;
8. diminuir a quantia de voltas;
9. diminuir a quantia de voltas;
10. diminuir o tamanho;
11. diminuir o tamanho;
12. diminuir o tamanho;
13. diminuir o tamanho para os idosos, que são a maioria que atravessam aqui, não cansarem;
14. não tenho sugestões;
15. não tenho sugestões;
16. não, a da foto já seria bem mais útil;
17. precisa tirar e fazer outra;
18. reformular o acesso da passarela;
19. reformular ela toda, está horrível assim;
20. se fosse igual a das cidades vizinhas de Renascença e Marmeleiro já seria melhor;
21. ter dois elevadores e saídas para os dois lados;
22. viaduto para carros, ao invés das passarelas.

3.2 PASSARELA EM PINHALZINHO - SC

Pinhalzinho conta com duas passarelas de pedestres, dando ligação do centro aos bairros Bela Vista e Maria Terezinha, separados pela BR282/SC. Estas passarelas tiveram contrato de construção assinadas em janeiro de 2001, tendo por vencedor desta licitação que ofereceu o menor preço

(GOVERNAMENTAIS, 2015). Este preço, de valor inicial, era de R\$ 143.357,64. O edital tinha o seguinte objetivo:

Execução de serviços de construção de duas passarelas metálicas para pedestres, no perímetro urbano de Pinhalzinho, na Rodovia Federal BR-282/SC, trecho Chapecó Pinhalzinho, segmento km 576,6 e km 578,5 (GOVERNAMENTAIS, 2015).

A implantação de áreas industriais nas margens da BR 282/SC, rodovia que liga o Extremo Oeste do Estado até sua capital, impulsionou o crescimento do município de Pinhalzinho/SC, fazendo com que duas marginais paralelas à rodovia federal fossem implantadas.

Grande parte da população da cidade trabalha nessa região industrial, fazendo com que haja muito movimento, principalmente em horários de entrada e saída do trabalho, causando, ainda hoje, muitos acidentes. Para entender melhor, a Figura 49, nos mostra esta divisão, entre estes dois bairros do município, que estão do outro lado da BR e o resto da cidade. Assim como, os dois trevos de entrada, que ganharam estas passarelas.

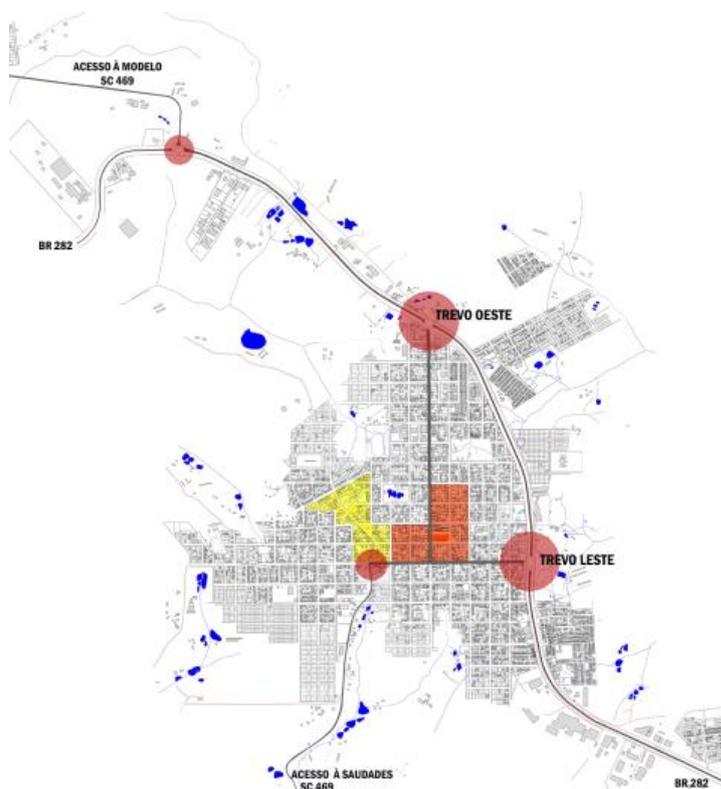


Figura 49 - Dois trevos de acesso de Pinhalzinho - SC
Fonte: Maté, Debatin Neto e Santiago (2014).

A pesquisa foi realizada na passarela mais próxima ao Trevo Leste, ou seja, aquela mais próxima a área industrial. Nesta passarela, também foram dois dias de pesquisa. O primeiro, dia 07/10/2015, das 12:00 às 13:00h, e o segundo, dia 08/10/2015 das 12:00 às 13:00h. O Gráfico 8, mostra a quantidade de pedestres que passou pela região da passarela, nos dias e horários de estudo, e quantos a utilizaram, ou não.

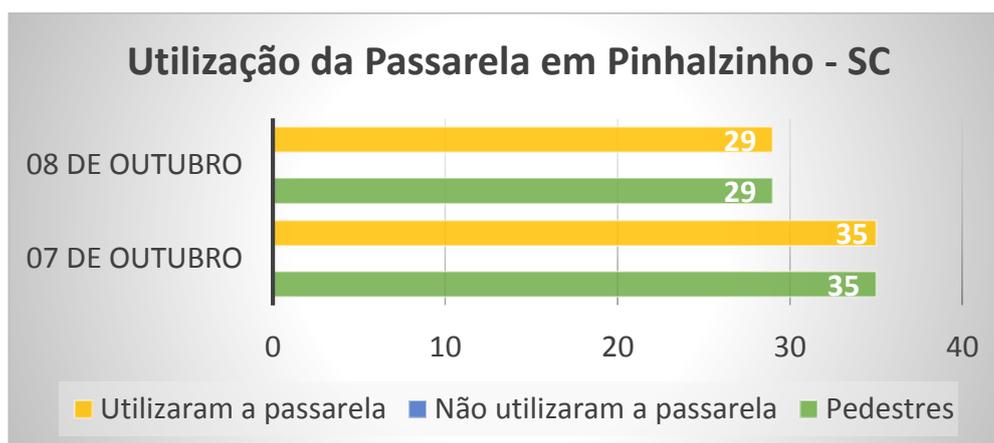


Gráfico 8 - Utilização da passarela em Pinhalzinho - SC
Fonte: Autoria Própria (2015).

Como pode-se perceber, todas as pessoas que passaram pelas redondezas da passarela, a utilizaram. Isto não porque as pessoas são muito conscientes de não atravessar esta rodovia, afinal, se fosse por este motivo, atropelamentos não aconteceriam. Todas as pessoas entrevistadas utilizaram a passarela pelo fato de que, não só esta, mas as duas passarelas do município, foram construídas onde o relevo natural está em um nível acima da rodovia federal.

Portanto a rodovia está a cerca de 5 metros abaixo de onde as pessoas estão circulando, mas só nestes dois pontos específicos. Logo depois, a cerca de 200 m das passarelas, as marginais já se nivelam com a rodovia federal, fazendo com que, a incidência de pessoas que cruzam as mesmas, seja de quase 100%.

Em questão orçamentária, talvez foi um bom lugar para escolha de construção destas passarelas. Mas, se levarmos em consideração os locais de maior número de atravessamentos, as passarelas não foram implantadas corretamente.

3.2.1 Localização

As passarelas foram implantadas no Km 576,6 e 578,5, da BR-282/SC, no município de Pinhalzinho. As duas passarelas, em vermelho nas Figuras 50 e 51, ficam próximas aos dois trevos da cidade, que estão em azul nas mesmas imagens.



Figura 50 - Passarela n° 1, localizada próxima ao trevo oeste
Fonte: GOOGLE EARTH (2015).



Figura 51 – Passarela n° 2, localizada próxima ao trevo leste
Fonte: GOOGLE EARTH (2015).

3.2.2 Instalações

Esta passarela é uma estrutura mista, com seus componentes estruturais – pilares e lajes – de concreto, assim como as duas rampas de acesso. Os

guarda-corpos e as vigas são metálicos, assim como o suporte da cobertura. Não foi observado iluminação no local. As Figuras 52, 53, 54, 55 e 56 mostram a passarela do lado leste, onde foi feito o estudo de caso, e suas instalações.



Figura 52 – Passarela n° 2, em Pinhalzinho/SC
Fonte: Aatoria Própria (2015).



Figura 53 - Passarela n° 2, em Pinhalzinho/SC
Fonte: Aatoria Própria (2015).



Figura 54 – Rampa da passarela n° 2, em Pinhalzinho/SC
Fonte: Aatoria Própria (2015).



Figura 55 - Detalhe da passarela n° 2 em Pinhalzinho/SC
Fonte: Autoria Própria (2015).

A Figura 56 mostra a passarela, em Pinhalzinho/SC, mais próxima ao Trevo Oeste.



Figura 56 - Passarela n° 1, em Pinhalzinho/SC
Fonte: Autoria Própria (2015).

3.2.3 Resultados da pesquisa

Os Gráficos a seguir, 9, 10, 11, 12, 13 e 14, mostram as respostas das seis primeiras perguntas obtidas na passarela n° 2, de forma quantitativa.

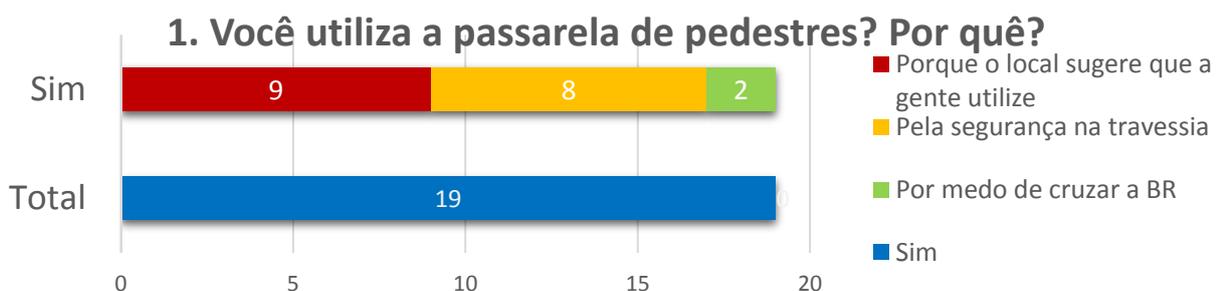


Gráfico 9 - Respostas da primeira pergunta
Fonte: Autoria Própria (2015).

2. Você conhece alguém que não utiliza? Por quê?

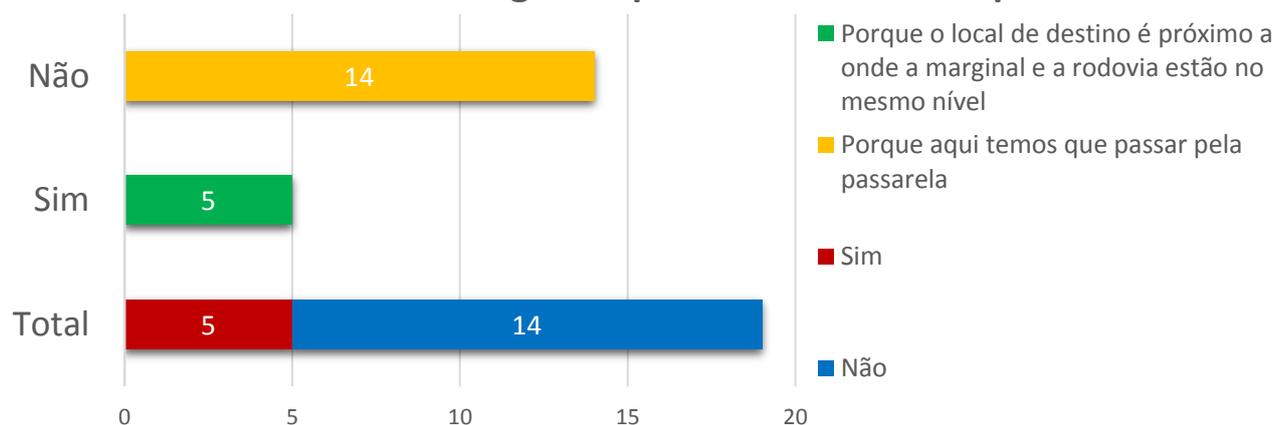


Gráfico 10 - Respostas da segunda pergunta
Fonte: Autoria Própria (2015).

3. Conhece alguém que já tenha sofrido algum acidente de atropelamento aqui?

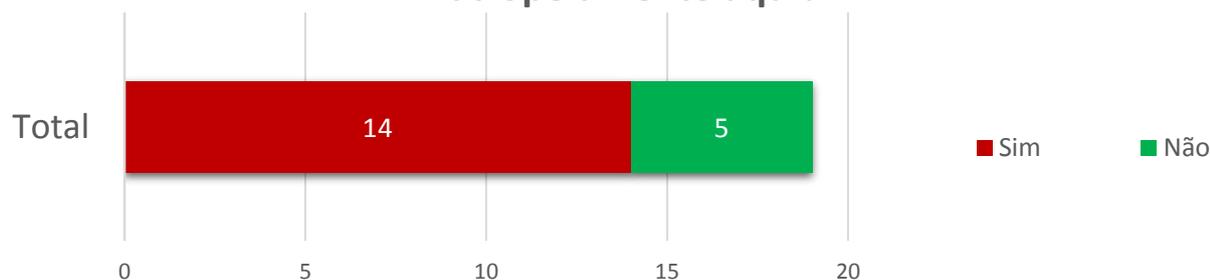


Gráfico 11 - Respostas da terceira pergunta
Fonte: Autoria Própria (2015).

4. Você incentiva familiares, principalmente crianças, a utilizar a passarela?



Gráfico 12 - Respostas da quarta pergunta
Fonte: Autoria Própria (2015).

5. Se a passarela fosse como esta foto, você utilizaria?

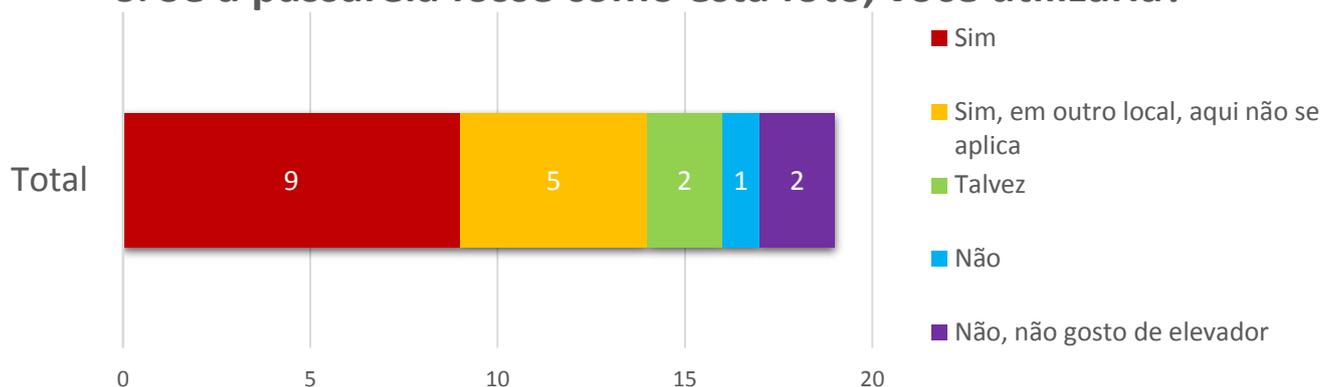


Gráfico 13 - Respostas da quinta pergunta
Fonte: Autoria Própria (2015).

6. Qual sua opinião sobre as passarelas de pedestre?

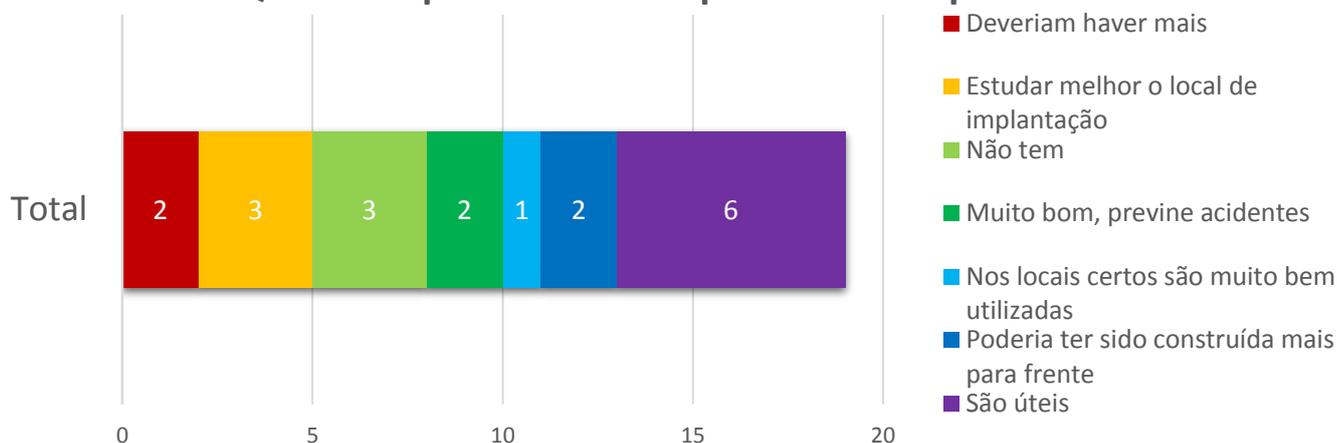


Gráfico 14 - Respostas da sexta pergunta
Fonte: Autoria Própria (2015).

As respostas da pergunta número sete – quais suas sugestões para melhoria da passarela e para aumentar a utilização da mesma? – da mesma forma como no estudo anterior, estão listadas levando em conta a opinião de cada pedestre.

1. aumentar a largura para não se sentir preso;
2. escolher outra cobertura;
3. escolher outra cobertura;
4. está bom assim;
5. está bom assim;
6. está bom assim;
7. fazer mais no decorrer da BR;

8. fazer mais no decorrer da BR;
9. manutenção constante;
10. melhorar a iluminação;
11. melhorar a manutenção;
12. não para as passarelas, mas procurar fazer algum incentivo para as pessoas utilizarem mais;
13. não tenho sugestões;
14. não tenho sugestões;
15. não tenho sugestões;
16. o bem mais precioso é a vida; melhor perder uns minutos do que a vida toda;
17. pensar melhor no local de implantação da passarela;
18. se todas fossem igual à da foto seria muito bom;
19. tirar um pouco das grades, assim é muito fechado e me sinto mal.

3.3 CONCLUSÕES

Gold e Wright s/d, dizem que, num mundo ideal, uma passarela:

- elimina os acidentes de pedestres na parte da via em que foi construída;
- reduz o tempo de viagem dos pedestres ao eliminar o tempo de espera por uma brecha no trânsito;
- elimina os acidentes de veículos que resultam de freadas bruscas para evitar o atropelamento de pedestres;
- reduz o tempo de viagem dos motoristas de veículos e seus passageiros ao eliminar a necessidade de reduzir a velocidade ou parar no local. Não precisa-se de lombadas físicas, dispositivos eletrônicos de detecção de velocidade, ou semáforos. (GOLD E WRIGHT, s/d)

Mas que na verdade, uma passarela, atinge em parte, as metas citadas. Isso resume bem o que se teve por experiência nesta pesquisa de campo.

Esses mesmos autores também contribuem com algo muito importante, que foi percebido nos dias do estudo:

Algumas condições físicas ou mentais fazem com que alguns pedestres não consigam usar passarelas com certas características. Usuários de cadeiras de rodas desacompanhados não podem utilizar escadas. Pessoas com problemas coronários, talvez não possam usar escadas ou rampas. Pessoas com acrofobia talvez não consigam usar passarelas abertas, e pessoas com claustrofobia talvez não consigam usar passarelas fechadas. Pessoas idosas, obesas ou doentes talvez não tenham força física para subir escadas ou rampas. (GOLD E WRIGHT, s/d, p.9).

Seguindo a linha de pensamento, conforme a sequência das perguntas, de 1 a 7, a primeira conclusão que pode ser tirada é a da importância da escolha, e do estudo do local de implantação. A diferença entre pessoas que utilizam a passarela para as que não o fazem, de uma cidade para outra, é extrema.

No primeiro município, a locação da passarela não foi eficaz. Seus acessos são distorcidos quanto ao local de passagem habitual dos pedestres, fazendo com que os mesmos prefiram seguir o caminho, do que fazer uma volta para entrar na passarela e atravessar a via. Na segunda cidade, temos o oposto. Pelo desnível que existe entre a via e as marginais, onde estão os bairros, fazendo com que as pessoas sejam obrigadas a passar pela passarela.

Percebe-se que os componentes das passarelas também importam. A forma como são construídos e como são colocados, interferem na utilização, ou não, da passarela. Por exemplo, uma passarela com uma rampa muito extensa, faz com que as pessoas caminhem muito e percam muito tempo, se comparado com o de espera para travessia da rodovia. É grande a importância em se pensar em outra forma de acessibilidade para este elemento construtivo de passagem, visto que as rampas repelem os pedestres.

Estes pedestres, mesmo sabendo do risco de atravessar uma rodovia, de grandes velocidades, não se animam em usar a passarela. Muitas vezes, eles tem mais medo de assaltos que podem ocorrer nela do que de serem atropelados. Este índice aumenta à noite, por isso a importância de passarelas bem iluminadas, e que passem segurança aos usuários.

Esta segurança também vem da estética e manutenção da obra. Segundo Gold e Wright s/d, a falta de manutenção pode anular os efeitos positivos de todos os aspectos arquitetônicos e de estudos de projeto. A manutenção da estrutura é importante para evitar que os pedestres tenham medo de usar a

passarela. Elementos que geram medo incluem escadas quebradas ou escorregadias, guarda-corpos e corrimãos destruídos ou ausentes, equipamento de iluminação danificado e vibração excessiva devido a estruturas de ferro enferrujadas. Quando as passarelas são bem projetadas, construídas e mantidas, quase todos os pedestres preferem utilizá-la do que enfrentar o tempo de espera, para uma brecha no fluxo de veículo, na transposição da rodovia.

Os elementos que compõem a passarela precisam ser pensados. A cobertura e os guarda-corpos causam confiança ou insegurança. A cobertura mal planejada pode trazer sensação de enclausuramento, fazendo com que alguns evitem a passarela, ou então, ela pode trazer credibilidade, de conforto. O guarda-corpo, se muito baixo, pode causar medo de queda nos adultos, e se muito espaçados e abertos, de que crianças que passam por ai caiam.

As crianças são muito incentivadas pelos familiares, ou pessoas próximas, a utilizarem as passarelas. O respeito que elas têm por estas pessoas é o que faz elas utilizar este elemento.

Os pedestres não gostam de utilizar algo que não seja bem projetado, bem localizado ou mantido. Portanto é necessário que a acessibilidade, o conforto e a segurança, tanto de passagem, quanto contra assaltos e violências, sejam considerados na hora de realizar os projetos dessas passagens especiais.

A solução é sinérgica: os pedestres eliminam o risco de serem atropelados; os motoristas e passageiros desfrutam de um trânsito ininterrupto; e as autoridades são recompensadas com uma opinião pública positiva (GOLD E WRIGHT, s/d).

4 PROJETO DE PASSARELA DE PEDESTRES SOBRE RODOVIAS

Conforme os estudos preliminares realizados para determinar o local da passarela e seus componentes, será definida, de acordo com DNIT (2015), a melhor solução, escolhido o tipo estrutural mais adequado, os elementos

construtivos, os elementos de proteção ao pedestre/usuário e, ainda, a melhor opção de acesso à passarela.

DNIT (2015) ainda diz que, no projeto de passarela para pedestres sobrejacentes, ou seja, em nível superior à superestrutura da via permanente, poderão ser adotados os seguintes tipos de elementos estruturais construtivos.

- Estrutura em concreto armado;
- Estrutura metálica, em aço;
- Mista, combinando os dois elementos.

Este projeto foi realizado com o intuito de melhorar a segurança de pedestres aos redores de rodovias. Essa melhora se dará através da implantação de passarelas que realmente sejam usadas chamando a atenção do seu público alvo, e que valham a pena o dinheiro público investido. É um projeto, portanto, simplesmente arquitetônico e funcional, sem estudos estruturais.

O escopo do projeto está mostrado na Figura 57:



Figura 57 - Escopo do projeto da passarela
Fonte: Autoria Própria (2015).

Segundo Gold e Wright s/d, as passarelas devem ser equipadas com iluminação forte, específica, mesmo que as ruas já possuam iluminação pública padrão, a da passarela deve ser diferenciada. Isto porque fazendo desta forma, os assaltantes são afastados fazendo com que os pedestres utilizem a passarela em dias escuros e durante à noite.

A sugestão para este projeto é de que, sejam instalados uma iluminação especial, em escadas, elevadores e rampa, se existirem, atraindo pedestres e repelindo assaltantes. Outro elemento muito importante de considerar, para aumentar essa segurança em áreas mais perigosas, é um sistema de câmeras.

Estas câmeras devem estar ligadas com o sistema policial local, para caso algo aconteça o socorro seja imediato. O custo da implantação destes elementos não é alto, perto do custo de uma passarela, e compensa quando pensa-se que ela será mais utilizada.

4.1 DEFINIÇÃO DOS COMPONENTES E MATERIAIS

4.1.1 Estrutura

Kusaka (2011) afirma que o consumo energético necessário no processo de extração da madeira das árvores, até a sua utilização, se comparados com ao do concreto e do aço, é significativamente inferior. Conforme mostra a Tabela 3.

Tabela 3 - Consumo de energia na produção da madeira, concreto e aço

Material	Peso (toneladas)	Consumo em kcal
Madeira	1	$2,4 \times 10^3$
Concreto	1	780×10^3
Aço	1	3000×10^3

Fonte: Kusaka (2011) apud Lneec (1976).

E ao contrário disso, a resistência da madeira, é superior. Claro que, se uma peça bem tratada e dimensionada. As propriedades mecânicas da madeira, segundo Kusaka (2011), são definidas pela espécie, posição da peça na árvore, e umidade. Na Tabela 4 tem-se um comparativo da resistência da madeira, com a do concreto e do aço.

Tabela 4 - Comparativo da resistência de materiais

Material	Resistência (MPa)	Módulo de Elasticidade (MPa)	Relação Resist/Densidade
Concreto	20	20000	0,83
Aço	250	210000	0,21
Madeira Conífera	50	10000	8,33
Madeira	90	25000	10

Fonte: Kusaka (2011) apud Junior e Dias.

Com tantos pontos positivos, a madeira parece ser uma boa escolha para a construção das passarelas. Porém, aqui no Brasil, a madeira é, normalmente, explorada sem supervisão adequada. Não existe um controle de extração e secagem das peças, como deveria ser feito para que elas atingissem a resistência mostrada na Tabela 4. Ao contrário do que acontece em muitos países desenvolvidos, que utilizam este elemento sustentável para diversas construções.

Sobram, para a escolha, as passarelas metálicas e as de concreto. Caso a de concreto seja escolhida, este será pré-moldado. Mesmo sendo, em geral, esteticamente menos agradáveis do que as metálicas, elas possuem uma construção rápida e segura, por ter um controle maior de qualidade, em relação quando comparado ao concreto moldado no local.

Costa (2012) fala sobre estas duas estruturas:

As pontes pedonais em betão, comparativamente às metálicas, são menos suscetíveis a problemas de vibrações excessivas. As pontes pedonais constituídas por aço, apesar de ser um material com peso específico superior ao do betão, são estruturas mais “leves” e flexíveis permitindo aos projetistas um nível estético superior. (COSTA, 2012, p.16).

As passarelas de concreto são preferidas pela população. Muitas pessoas, no momento da pesquisa, apresentada no item 3, deram depoimentos, dizendo que, as passarelas metálicas passam insegurança para elas, o que, provavelmente, é causado pela maior vibração, em relação ao concreto, e por mostrarem ser mais leve, o que pra muitos leigos, é sinônimo de algo mais fraco.

Por esse motivo, optou-se por projetar uma passarela com estrutura de concreto. Isto envolve: vigas, pilares, lajes e escada.

4.1.2 Escada

A escada desta passarela foi projetada conforme especificações do item 2.4.1. Já que a estrutura da passarela é pré-moldada, escolheu-se trabalhar com a escada da mesma forma, que dá mais rapidez ao processo.

Para vencer o pé direito de 5,50 m e mais a espessura da laje, considerada 15,0 cm, e mais uma viga de 30,0 cm, optou-se por utilizar 33 degraus, resultando em um espelho (e) de 18,0 cm. A seguinte equação precisa ser respeitada:

$$63 \text{ cm} \leq (2e + p) \leq 65 \text{ cm}$$

Portanto, a pisada deve estar entre 27,0 cm e 29,0 cm. Para utilizar um valor coerente, escolheu-se a pisada (p) de 28, cm, em 9,24 m de escada.

Para a largura deste elemento, através do fluxo de pessoas, foi adotado 1,50 m.

4.1.3 Elevador

O elevador foi pensado e projetado com as instruções do item 2.4.3. Este elemento foi escolhido através de uma pesquisa *online* de empresas de elevadores no Brasil. O que mais agradou e chamou a atenção foi um da empresa Atlas Schindler (2015), de dimensões 1400 x 1100 mm, mostrado na Figura 58, que é construído para atender as condições de acessibilidade.

Cabina

1. Dimensões internas mínimas da cabina
1100 mm X 1400 mm.
2. Espelho inestilhaçável instalado no painel ao fundo.
3. Indicador de posição na parte superior da botoeira.
4. Botoeira de cabina localizada na parede lateral:
1) Abertura lateral: botoeira no lado de fechamento;
2) Abertura central: botoeira no lado direito da cabina.
5. Botões microcurso, com sinalização em braile. Um sinal audível é emitido na operação individual do botão.
6. Intercomunicador que permite a comunicação da cabina com a portaria e painel de comando; e sistema Digital Voice, sinal acústico que identifica os próximos andares.
7. Corrimãos instalados nos painéis laterais e fundo da cabina, em cor contrastante com os painéis.
8. Alturas dos botões
 - A altura entre o nível do piso acabado e a linha de centro do botão mais alto é de 1300 mm.
 - A altura entre o nível do piso acabado e a linha de centro do botão mais baixo é de 900 mm.
9. Revestimento do piso da cabina
Deve ter superfície dura e antiderrapante, em cor contrastante com a cor de acabamento do piso do hall.

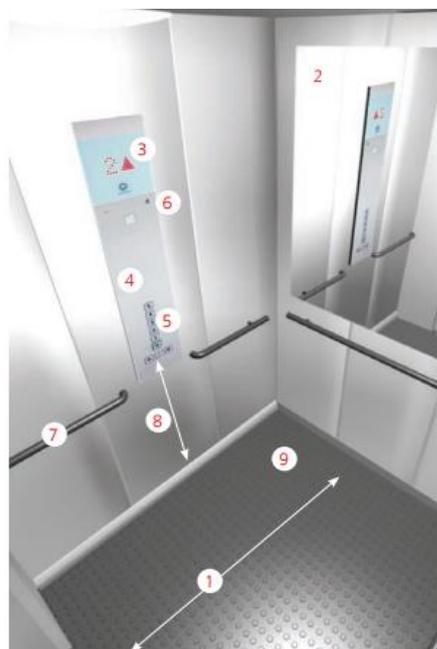


Figura 58 - Especificações para as cabinas de acessibilidade - Detalhamento segundo norma NM 313:2007

Fonte: ATLAS SCHINDLER (2015).

Segundo esta mesma empresa, o custo entre elevadores comuns e elevadores panorâmicos não varia muito. Elevadores panorâmicos passam uma maior segurança e acabam causando menos medo em usuários, contra assaltos, por causa do elevador ser transparente, e todos conseguem enxergar o que se passa lá dentro, o tempo todo.

Por esse motivo, no projeto apresentado, resolveu-se implantar dois elevadores panorâmicos, para que, mais ainda, a passarela transpassasse segurança. A Figura 59 mostra um modelo de elevador panorâmico.



Figura 59 - Modelo de elevador panorâmico
Fonte: ATLAS SCHINDLER (2015).

O estudo da viabilidade de implantação do elevador será mostrado no item 4.2.1.

4.1.4 Guarda-Corpo

DNIT 2009, para ajudar a definir o material utilizado no guarda-corpo, diz que, os de concreto são pesados, e para resolver a situação, teriam que diminuir elementos, fazendo com que o cobrimento fosse falho e a durabilidade da peça diminuísse. Já os guarda-corpos metálicos, mais utilizados em passarelas, são mais leves e elegantes; são sujeitos a roubos e necessitam de manutenção.

Optou-se, então, pela utilização de guarda-corpo metálico, elemento mais leve, e que, ainda segundo opinião pública, neste caso, causa sensação de maior segurança. Os elementos pré-moldados de concreto, muitas vezes, não respeitam os afastamentos entre perfis, mostrados no item 2.4.4, o qual foi seguido para dimensionamento do guarda-corpo, ao contrário dos perfis metálicos, que são mais fáceis de manusear, do que o concreto, fazendo com que se consiga cumprir as especificações deste item.

Foram seguidas as recomendações da NBR 14718 (ABNT, 2001), deixando uma altura de guarda-corpo de 1,25 m e afastamento entre perfis de 10,0 cm. Assim como as especificações do DNIT (2015), que diz que, no guarda-corpo deve ser fixada uma tela de malha de 5,0 cm, até altura de 2,0 m acima do tabuleiro, na extensão da largura da superestrutura da via permanente.

4.1.5 Cobertura

Para a cobertura optou-se utilizar, com estrutura metálica, as coberturas de polycarbonato, assim como diz o item 2.4.5. Elas são resistentes a intempéries, causam mais conforto ao usuário e dão maior confiabilidade ao usuário da passarela.

4.2 ORÇAMENTO PARCIAL

Em toda obra de engenharia, seu custo está relacionado com os padrões construtivos que serão realizados. Escolha de materiais e elementos também muda o valor final. Segundo Gold e Wright s/d, as passarelas mais simples e de menor custo são projetadas para aguentar o peso dos pedestres e nada mais. Cobrem o deslocamento vertical com escadas ou rampas, mas não ambas. Não são cobertas para proteger os pedestres contra sol e chuva, nem iluminadas à noite, nem equipadas para minimizar assaltos.

Pretende-se realizar o projeto de uma passarela que seja agradável aos usuários, causando confiança e segurança. Isto se encaixa no padrão de passarelas mais caras, também segundo Gold e Wright s/d. Passarelas que

tem elementos melhor dimensionados, que minimizem a vibração causada por veículos pesados, possuem escadas, rampas e/ou elevadores, cobertura, forte iluminação e um sistema de câmaras de TV ligadas a um centro de prevenção e controle de crime.

Por outro lado, quanto mais cara uma passarela, menos chances de ser construída pelo poder público. Isto porque, muitas vezes, elas não são feitas para que sejam utilizadas, e sim para garantir o atendimento de uma demanda política ou evitar a responsabilização civil da autoridade pública devido à atropelamentos.

O orçamento total desta passarela não foi realizado por falta de informações, por exemplo, estruturais, que não eram o objetivo deste trabalho. Caso fosse feito, esse orçamento, teria, segundo a TCPO (2008), itens principais, considerados pela PINI, com alguns exemplos:

- requisitos Gerais: como barreiras e limpeza final da obra;
- canteiro de Obra e Materiais Básicos: como sondagem e locação da obra;
- concreto: como concreto estrutural e lajes pré-fabricadas;
- componentes metálicos: como estruturas metálicas em aço e corrimão;
- impermeabilização, isolamento térmica e cobertura: como painéis metálicos para cobertura e calhas;
- acabamentos: como revestimento e pisos;
- produtos especiais ou sob encomenda: como sinalização;
- módulos e sistemas especiais de construção: como circuito de alarme;
- sistema de transporte: como elevadores;
- sistemas elétricos e de comunicação: como instalações elétricas e iluminação para sinalização;
- máquinas, veículos e equipamentos: como equipamentos para fundação e máquinas operatrizes.

O orçamento foi realizado com o propósito de saber quais seriam os custos iniciais, que diferenciariam, a implantação do elevador com a implantação de uma rampa. Portanto, não foi compatibilizado custos de mão de

obra, de desapropriação, de fundação, de guarda-corpo, estrutura metálica e cobertura.

Se uma rampa fosse construída no lugar da escada e elevador, ela necessitaria uma área projetada de 155,0 m², por seguir recomendações do item 2.4.2, tendo inclinação de 10%, largura de 2,50m, e um total de 59,50 m de comprimento. Este comprimento deve ser dividido em dois patamares, já que a altura a ser vencida é de 5,95 m, passando dos 3,70 m, recomendados para ter um patamar. A Figura 60 mostra, em vermelho, a projeção do que seria a rampa perto da construção da passarela.

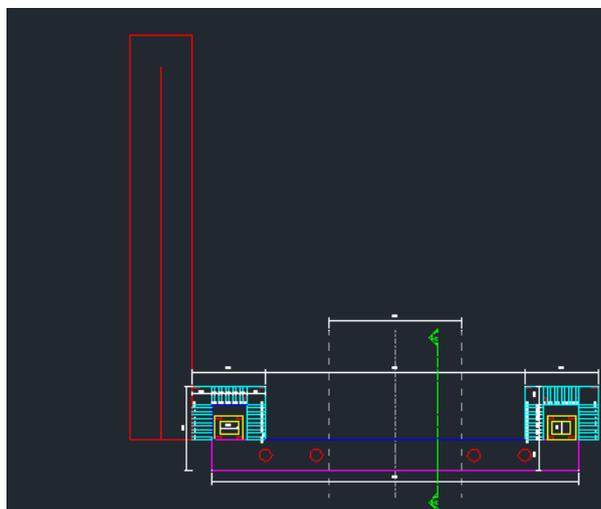


Figura 60 - Projeção de uma rampa no projeto da passarela
Fonte: Autoria Própria (2015).

Uma pesquisa realizada em uma empresa da região oeste de Santa Catarina, especializada em pré-moldados, mostrou que o m³ de uma estrutura custa, em média, R\$2.500,00. Outra pesquisa foi realizada para descobrir os valores de implantação e manutenção de elevadores. Cada elevador custa R\$65.000,00 e uma manutenção mensal, em cada um, custa R\$1.000,00. Um quantitativo deste projeto foi realizado mostrando que esta passarela, com escada e elevador, teria 38,5 m³, enquanto a passarela com rampas somente, teria 99,5 m³ de concreto. Esta diferença de 61,0 m³ seria de R\$152.500,00 reais em concreto pré-moldado.

Portanto, o custo da estrutura pré-moldada seria de:

- Passarela com escadas e elevadores: R\$226.250,00
- Passarela com rampa: R\$ 248.750,00

Na passarela com rampas, outros valores acrescentariam, o dos guarda-corpos e estrutura metálica com cobertura, fazendo com que onerasse mais ainda o custo final da passarela. Chegando à conclusão que o custo inicial de uma passarela com rampas é mais elevado, em comparação com a de escadas e elevador.

Além do custo de implantação, o elevador necessita de manutenção, e segundo uma pesquisa realizada com algumas empresas, que apresentam orçamentos *online*, este custo mensal de manutenção gira em torno de R\$1000,00 por elevador.

4.2.1 Viabilidade de Implantação do Elevador

O principal benefício de uma passarela é reduzir o número de acidentes em que pedestres são envolvidos. Segundo Gold e Wright s/d, no Brasil, a idade média de pedestres mortos em acidentes é de 30 anos. Isso equivale, para os cofres públicos, uma perda de 30 anos de vida produtiva, já que uma pessoa trabalha, em situações normais, até os 60 anos. Os autores dizem também, que esse valor, de produção perdida, na época, era de US\$ 140.000. Portanto, se a passarela analisada na situação, evitar apenas um atropelamento fatal, de uma pessoa com média de 30 anos, já cobre os custos da sua construção.

A perda emocional, de uma pessoa, não é mensurável. Porém, sabemos que para os cofres públicos e para as seguradoras, todos temos um valor monetário. Tem que se pensar nos custos sociais, para a comunidade, dos acidentes fatais e não fatais, principalmente de pessoas que ficam, não somente afastadas por um período de tempo do seu trabalho, mas as pessoas que sofreram um acidente grave, e são impedidas de trabalhar pelo resto da vida.

Lima (2009), nos influencia a analisar que, sempre vemos notícias de óbitos causados nos acidentes de trânsito, mas que um número muito maior que esse, e que dificilmente é divulgado, é de pessoas lesionadas por estes acidentes. As pessoas que sofrem lesões, ficando inválidas temporariamente ou permanentemente, podem usufruir de benefícios pagos pelo INSS, Instituto

Nacional do Seguro Social, um órgão do Ministério da Previdência Social, ligado diretamente ao Governo, isto é, dinheiro público.

Este auxílio-doença, assim chamado, possui caráter temporário, ou seja, até que um laudo médico indique que este profissional possa voltar ao trabalho, podendo, esta mesada, durar até 36 meses. E se esta perícia disser que essa pessoa não tem mais condições de recuperar a sua capacidade de trabalho, você se tornará um aposentado por invalidez. Segundo a Previdência Social, o valor da aposentadoria por invalidez corresponde a 100% do salário de benefício.

Existem vários *sites*, de empresas de seguros, que fazem cálculos *online*, sobre quanto cada indivíduo teria que pagar por mês, para ganhar um valor determinado em caso de morte, natural ou acidental, e também em caso de invalidez. Esta invalidez também pode ser total ou parcial, e da mesma forma, depende de laudos médicos.

Nestes *sites*, preenchendo dados como, data de nascimento, sexo, CEP, se fumante ou não, profissão e salário, você consegue obter orçamentos. Por exemplo, uma mulher, de 22 anos, Engenheira Civil, ganhando R\$3.000,00, ganharia até R\$720.000,00 de indenização, caso fosse a óbito, por causas acidentais, e até R\$700.000,00 em caso invalidez.

Mas este estudo não é tão simples assim. Depois disso, uma grande avaliação é realizada, até chegar nas mãos de um juiz, que irá avaliar o caso. Isso tudo vai depender, de que forma que foi este acidente, se foi em período de trabalho, ou não, depende de quantos anos a pessoa ainda poderia trabalhar e contribuir com a nação, que função que esta vítima exercia e em que cargo, se esta pessoa tinha filhos, e se era ela quem sustentava a família.

Com tudo isso, pode-se comprovar que com o dinheiro gasto em um material de segurança, tão importante quanto a passarela, evitamos outros gastos, que podem ser ainda maiores, saindo dos mesmos cofres, além de perdas irreversíveis, como a vida das pessoas. Portanto, a implantação do elevador, mesmo que com os custos de manutenção, como aumentaria a quantia de usuários de uma passarela, é viável e pode proteger vidas, o que não tem preço.

Para concluir este item, uma citação de Gold e Wright s/d:

Uma passarela bem projetada e localizada geralmente elimina pelo menos um atropelamento fatal e vários não fatais por ano. À medida que os fluxos de pedestres aumentam com o tempo, o número anual de atropelamentos evitados também aumentará. Já que a vida útil de uma passarela ultrapassa 15 anos, os benefícios econômicos da passarela são muito superiores ao custo de instalação. Os custos de manutenção anual da passarela são insignificantes em comparação com os benefícios. Poucos investimentos em infraestrutura de transporte mostram uma viabilidade econômica tão elevada. (GOLD E WRIGHT, s/d, p. 17).

4.3 PROJETO ARQUITETÔNICO FINAL

As Figuras 61, 62 e a seguir mostram o projeto arquitetônico final, assim como os Apêndices A e B.

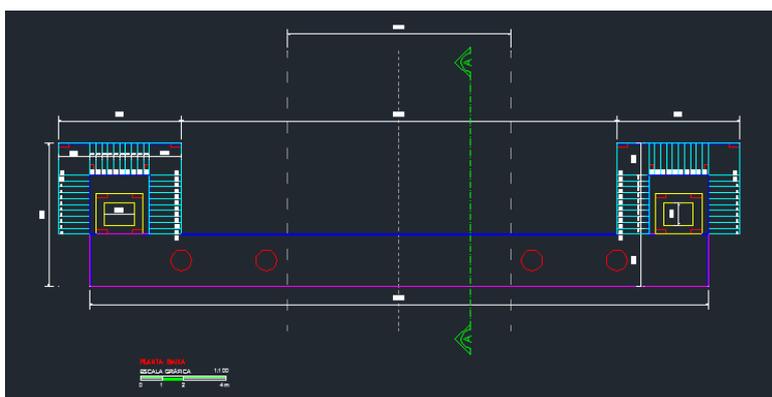


Figura 61 - Planta baixa do projeto arquitetônico final da passarela de pedestres sobre rodovia
Fonte: Autoria Própria (2015).

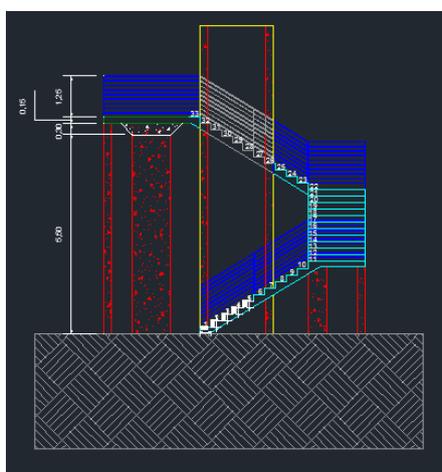


Figura 62 - Corte do projeto arquitetônico final da passarela de pedestres sobre rodovia
Fonte: Autoria Própria (2015).



Figura 63 - Demonstrativo 3D do projeto arquitetônico final da passarela de pedestres sobre rodovia
Fonte: Aatoria Própria (2015).



Figura 64 - Demonstrativo 3D do projeto arquitetônico final da passarela de pedestres sobre rodovia
Fonte: Aatoria Própria (2015).



Figura 65 - Demonstrativo 3D do projeto arquitetônico final da passarela de pedestres sobre rodovia – detalhe da escada
Fonte: Aatoria Própria (2015).

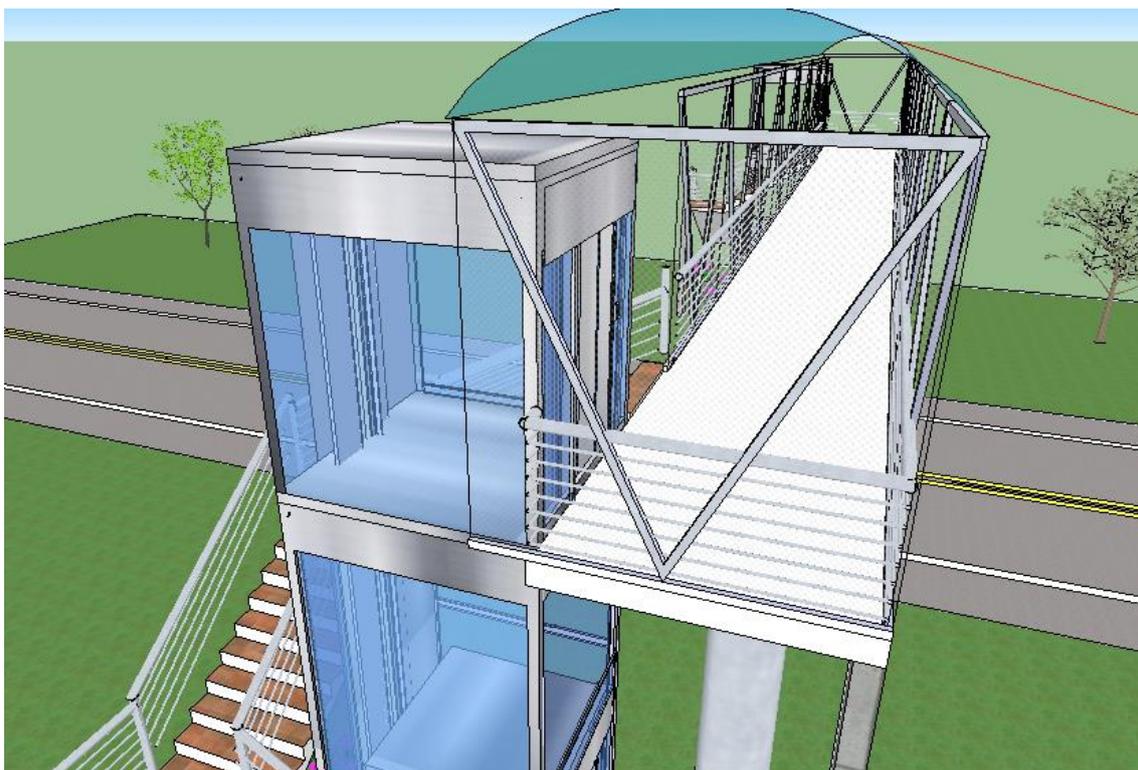


Figura 66 - Demonstrativo 3D do projeto arquitetônico final da passarela de pedestres sobre rodovia – detalhe do guarda-corpo
Fonte: Aatoria Própria (2015).



Figura 67 - Demonstrativo 3D do projeto arquitetônico final da passarela de pedestres sobre rodovia – detalhe da cobertura
Fonte: Aatoria Própria (2015).

5 DISCUSSÕES E RESULTADOS

A necessidade de novas pontes e passarelas é evidenciada por diversos fatores. Estes fatores podem ser diretos e indiretos, como o crescimento das cidades brasileiras, os elementos naturais muito comuns no Brasil e a necessidade de transitar sobre eles. Os elementos não naturais, como o sistema rodoviário, o mais utilizado no país, assim como as questões de logística de tráfego e segurança de pedestres (KUSAKA, 2011).

A análise de uma modelagem para passarelas de pedestres sobre rodovias, fez com que se compreendesse o que realmente é uma passarela. O real objetivo para que ela deveria ser construída, que acima de tudo, precisa ser cumprido. Porque, caso contrário, isto é, se a passarela não estiver sendo utilizada, o dinheiro público que foi gasto foi só para abafar o clamor da população e manter as aparências de boa governança – o tal descargo de consciência dos mesmos – o que é um descaso com a população.

Analisou-se os diversos tipos, aplicações, materiais e definições das passarelas. A importância dos diferentes materiais e a evolução destes elementos, e com isso, podemos, de forma generalizada, visualizar a melhor forma de construir uma passarela. Definindo seus materiais, e, através da normatização, ver que esse elemento necessita de melhoras e que elas existem e podem ser feitas. Aprendeu-se também que as passarelas salvam vidas, e que ao mesmo tempo, podem ser uma forma de economia para o governo.

Toda vez que uma passarela será implantada, a pedido da população ou por definição de entidades, deve-se fazer um estudo de caso. Essa pesquisa serviria para poder ouvir a opinião das pessoas, que, acima de tudo, sabem melhor do que qualquer técnico, as necessidades locais.

Em apenas um dia de pesquisa, ouvindo estas opiniões, já se tem uma ideia das dimensões do que vai-se construir. Não as dimensões de metragem, de altura ou largura, mas sim dimensões de grau de importância, de melhor local da implantação, de segurança que isto trará a população local. Dimensões de coisas de que, quem olhar de fora, não irá perceber. Neste

caso, a opinião pública, é a melhor ferramenta de locação da obra para os engenheiros.

Outra arma que o governo, que diz não conseguir responsabilizar-se pela manutenção de todos os elementos, não está utilizando, e que poderia ser muito bem vinda neste ramo, são algumas inclusões às licitações públicas. Nestas licitações, além de garantir a construção segura das passarelas, o que já é feito, poderia ser incluso a manutenção pelas empresas privadas ganhadoras das licitações. Uma manutenção construtiva, que não gera tantos custos caso seja preventiva e não corretiva, e uma manutenção de elevadores, de limpeza, iluminação e, caso fosse necessário, de um sistema de segurança e câmeras.

Um estudo bem realizado, pode render a construção de inúmeras passarelas. Visto que, a necessidade de se garantir prazos, consumos, custos, segurança, qualidade e redução de desperdícios, para conseguir a durabilidade da construção e ampliar a vida útil da mesma, vem crescendo muito na construção civil e obriga as empresas a buscar métodos com resultados positivos.

Podemos ver a discrepância de tipos de passarelas. Ao mesmo tempo que existem umas magníficas, modernas e bonitas, existem outras, como a da Figura 18, que nem tem condições mínimas de passagem. Isto mostra a importância de consolidar padrões e diretrizes para a elaboração de projetos.

Já que descobriu-se que, de 65 a 80% da causa dos acidentes envolvendo pedestres são a própria imprudência deles mesmos, precisa-se conscientizá-los a utilizar as passarelas. Trabalhos em escolas e entidades podem ser feitos, e normalmente obtém-se resultados atrativos, já que, as crianças sempre absorvem estas informações e as cobram dos pais e familiares.

Mas, acima de tudo, uma passarela eficaz, com boa localização estratégica, que seja arquitetonicamente atrativa e passe segurança, poderia, além de direcionar nosso dinheiro de uma forma melhor, diminuir os índices de acidentes envolvendo pedestres que nosso país tem, ajudando a se viver de forma mais segura.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7188**: Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas. 2 ed. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13994**: Elevadores de passageiros - Elevadores para transporte de pessoa portadora de deficiência. 1 ed. Rio de Janeiro, 2000. 15 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. 2 ed. Rio de Janeiro, 2004. 105 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. 3 ed. Rio de Janeiro, 2015. 162 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9077**: Saídas de emergência em edifícios. 1 ed. Rio de Janeiro, 2001. 36 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655**: Concreto - Preparo, controle e recebimento. Rio de Janeiro, 1996. 7 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14718**: Guarda-corpos para edificação. Rio de Janeiro, 2001. 14 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800**: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. 2 ed. Rio de Janeiro, 2008. 247 p.

ABRASPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PEDESTRES. **PASSARELAS E PASSAGENS SUBTERRÂNEAS: PROPOSTAS**. Joinville, 2000. 9 p.

ALMEIDA, Pedro Afonso de Oliveira. **Madeira como material estrutural**. Professor da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Disponível em: <[http://www.lem.ep.usp.br/pef2402/METALICAS E MADEIRAS - PEF 2402 - APOSTILA.pdf](http://www.lem.ep.usp.br/pef2402/METALICAS_E_MADEIRAS_PEF_2402_APOSTILA.pdf)>. Acesso em: 05 jun. 2015.

ARQUITETURA, Lindenberg. **Passarela**. 2014. Disponível em: <<https://www.facebook.com/110560432355074/photos/a.199286733482443.52877.110560432355074/631522016925577/?type=3&theater;>>. Acesso em: 02 out. 2015.

As primeiras construções em ferro fundido e forjado, 2013. Disponível em: <<https://coisasdaarquitectura.wordpress.com/2013/10/11/forma-estrutural-ii/>> Acesso em 19 de Maio de 2015.

ATLAS SCHINDLER. **Schindler 3300**. Disponível em: <http://www.schindler.com/content/br/internet/pt/solucoes-em-mobilidade/produtos/elevadores/_jcr_content/rightPar/downloadlist/downloadList/41_1343135820366.download.asset.41_1343135820366/Schindler3300.pdf>. Acesso em: 18 out. 2015.

BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Manual de projeto de obras de arte especiais**. Rio de Janeiro, 1996. 225p. (IPR. Publ., 698).

CASA VOGUE, **Rotatória para pedestre? Na China tem**, Passarela circular organiza o fluxo em Xangai, 2012. Disponível em: <<http://casavogue.globo.com/Curiosidades/noticia/2012/12/rotatoria-para-pedestre-na-china-tem.html>> Acesso em 20 de Maio de 2015.

Cenário de Terror. Ponte Capilano Suspension (British Columbia, Canadá) Disponível em: <<http://www.terra.com.br/turismo/infograficos/pontes-assustadoras/index.htm>> Acesso em 20 de Maio de 2015.

Confederação Nacional de Municípios. **Mapeamento das Mortes por Acidentes de Trânsito no Brasil**, (CNM), 2009.

COSTA, Diogo Cândido da. **Análise do comportamento dinâmico de uma ponte pedonal**. 2012. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2012.

CUCCI NETO, João. **Avaliação de 25 passarelas da cidade de São Paulo**. São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2006. 205 p. Disponível em: <http://meusite.mackenzie.br/professor_cucci/leituras.htm>. Acesso em: 10 jun. 2015.

DEINFRA - DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA, Santa Catarina. **Mapa Rodoviário**. Disponível em: <http://www.deinfra.sc.gov.br/download/mapas_rodoviaros/correlacao/impressao.jpg>. Acesso em: 16 out. 2015.

DER – SC. DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DE SANTA CATARINA. (Org.). **Diretrizes para a Concepção de Estradas (DCE)**: Parte: Seções Transversais. Florianópolis, 2000.

DIGICOM COBERTURAS. **Coberturas em Policarbonato**. Disponível em: <<http://www.digicomweb.com.br/policarbonato.htm>>. Acesso em: 24 out. 2015.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (Org.). **Anuário estatístico das rodovias federais 2010**: Acidentes de Trânsito e Ações de enfrentamento ao crime. República Federativa do Brasil, 2010.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. **DNER - ES 335/97: Pontes e viadutos rodoviários – Estruturas de concreto armado - Especificação de serviço.** Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Rodoviárias - Ipr, 2009. 9 p. Disponível em: <http://www1.dnit.gov.br/normas/download/pavimentacao/OAE_Estrutura_de_Concreto_Armado.pdf>. Acesso em: 16 out. 2015.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **ISF 219: PROJETO DE PASSARELA PARA PEDESTRES,** 2015. 6 p. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/download/sala-de-imprensa/isf-219-projeto-de-passarelas-para-pedestres.pdf>>. Acesso em: 06 jul. 2015.

DNIT. **TOMADA DE PREÇOS nº 0118/2012-09.** 2012. Disponível em: <http://www1.dnit.gov.br/anexo/Relatório/Relatório_edital0118_12-09_0.pdf>. Acesso em: 24 out. 2015.

EL DEBS, Mounir Khalil El. **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações.** São Paulo: Eesc-usp, 2000. 441 p.

FREIRE, Liz Helena Costa Varella. **Análise de Tratamentos Adotados em travessias urbanas - rodovias arteriais que atravessam pequenas e médias cidades no RS.** 2003. 149 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas da Pesquisa Social.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 1994.

GOOGLE EARTH. **Pinhalzinho - SC.** Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/@-26.2386129,-52.6940049,17.67z?hl=pt-BR>>. Acesso em: 24 out. 2015.

GOOGLE MAPS. **Pato Branco - PR.** Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/@-26.2386129,-52.6940049,17.67z?hl=pt-BR>>. Acesso em: 24 out. 2015.

GOLD, Philip A.; WRIGHT, Charles L. **PASSARELAS E SEGURANÇA DO TRÂNSITO.** São Paulo - SP, New York – NY, s/d, 23 p.

GOVERNAMENTAIS, Api de Contas. **Lista de Contratos.** Disponível em: <http://compras.dados.gov.br/contratos/v1/contratos?uasg_contrato=273126&modalidade=2&numero_aviso=2972000>. Acesso em: 25 out. 2015.

Instituto Aço Brasil. **Siderurgia no Mundo.** Disponível em: <<http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/aco/siderurgia-no-mundo--introducao.asp>>. Acesso em: 05 jun. 2015.

JINEWS, Assessoria de Comunicação -. **DNIT instala sinalização indicando altura máxima de viadutos e passarelas.** 2012. Disponível em:

<<http://www.jinews.com.br/home/ver.php?id=193274>>. Acesso em: 16 out. 2015.

KOLB, Doris. **Steel**. Disponível em: <<http://www.chemistryexplained.com/St-Te/Steel.html>>. Acesso em: 02 jun. 2015.

KUSAKA, Isabelle Marcela. **Passarelas Estaiadas de Madeira**. 2011. 49 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

LIMA, Henrique. **PREVIDÊNCIA SOCIAL (INSS): AUXÍLIO-ACIDENTE**. 2009. Disponível em: <http://www.jurisway.org.br/v2/dhall.asp?id_dh=1081>. Acesso em: 28 out. 2015.

London open on the glass walkway in the River Thames spectacular, 2014. Disponível em: <<http://travel.easyfreshideas.com/london-open-glass-walkway-river-thames-spectacular/>> Acesso em 20 de Maio de 2015.

MARTINS, João Paulo. **Qual o meio de transporte mais seguro?** 2015. Disponível em: <http://sites.correioweb.com.br/app/noticia/encontro/atualidades/2015/01/07/interna_atualidades,1959/qual-o-meio-de-transporte-mais-seguro.shtml>. Acesso em: 20 out. 2015.

MARTINS, Nandy. **As construções mais antigas da humanidade**, 2013. Disponível em: <<http://minilua.com/construcoes-antigas-humanidade/>> Acesso em 19 de Maio de 2015.

MARUBAYASHI, Eduardo Jun. Editora Abril. **As pontes mais lindas do mundo**. Disponível em: <<http://viajeaquibril.com.br/materias/pontes-mais-lindas-do-mundo#19>>. Acesso em: 05 jun. 2015.

MATÉ, Cláudia; DEBATIN NETO, Arnaldo; SANTIAGO, Alina Gonçalves. **A mobilidade urbana sustentável nas cidades pequenas – o caso de Pinhalzinho/SC**. São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.anparq.org.br/dvd-enanparq-3/htm/Artigos/SC/ORAL/SC-IM-005_MATE_DEBATIN_SANTIAGO.pdf>. Acesso em: 25 out. 2015.

METRÓPOLE TOLDOS E COBERTURA. **Cobertura para passarelas**. Disponível em: <<http://www.metropolecoberturas.com.br/cobertura-passarelas/>>. Acesso em: 24 out. 2015.

PIMENTA, Dhiego Saraiva. **PRODUÇÃO DE CONCRETO CONVENCIONAL COM A UTILIZAÇÃO DE PÓ DE BRITA**. 2012. 60 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

PINHO, Fernando Ottoboni; BELLEI, Ildony Hélio. **Pontes e Viadutos em Vigas Mistas**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Siderurgia; Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2007. 138 p.

Ponte Fabricio: il ponte dell'Isola Tiberina costruito nel 62 a.C., le erme quadrifronti e il Belli, 2014. Disponível em: <<http://www.futouring.it/web/filas/dettaglio?newsEventold=205659>> Acesso em 19 de Maio de 2015.

Ponte móvel e trecho da ciclovia do Rio Pinheiros são inaugurados, Estrutura permite passagem de embarcações pelo Rio Pinheiros. Novo trecho de ciclovia vai da ponte do Socorro à ponte João Dias, 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2013/12/inaugurada-ponte-movel-em-novo-trecho-da-ciclovial-do-rio-pinheiros.html>> Acesso em 20 de Maio de 2015.

Ponte Sant'Angelo, Roma, Itália, 2012. Disponível em: <<http://hojeconhecemos.blogs.sapo.pt/128356.html>> Acesso em 19 de Maio de 2015.

Ponte Trift – A Espetacular Ponte para Pedestres. Disponível em: <<http://www.myswitzerland.com/pt/ponte-trift-a-espetacular-ponte-para-pedestres.html>> Acesso em 20 de Maio de 2015.

PORTUGAL. CAMARA MUNICIPAL DE LISBOA. **Acessibilidade Pedonal no Planeamento Urbano:** Contributos para a elaboração de termos de referência e para o desenvolvimento de Planos de Urbanização, Planos de Pormenor, Unidades de Execução, Programas de Acção Territorial e Estudos Urbanos. Lisboa, 2011. 23 p.

Puente de la Mujer. Disponível em: <<http://www.expedia.com.br/Ponte-Da-Mulher-Buenos-Aires.d6060867.Guia-de-Viagem/>> Acesso em 20 de Maio de 2015.

ROSENBLUM, Anna. **Pontes em estruturas segmentadas pré-moldadas protendidas: análise e contribuições ao gerenciamento do processo construtivo.** 2009. 199 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

SANTA CATARINA BRASIL. **Rodovias.** Disponível em: <<http://www.santacatarinabrasil.com.br/pt/rodovias/>>. Acesso em: 16 out. 2015.

SIE - Secretaria de Estado da Infraestrutura. **RODOVIÁRIO.** Disponível em: <<http://www.sie.sc.gov.br/conteudo/rodoviario>>. Acesso em: 16 out. 2015.

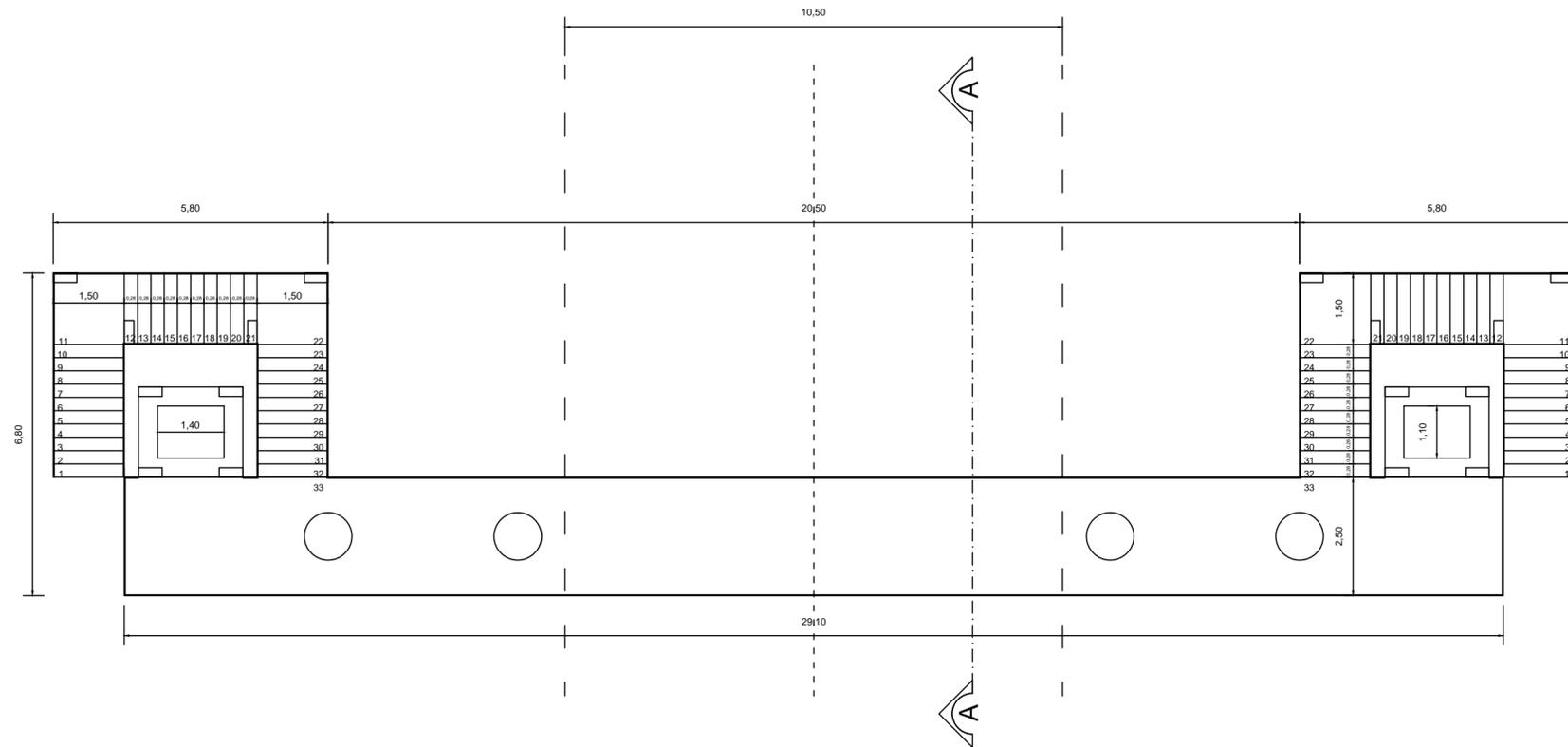
TCPO, **Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos.** 13. Ed. São Paulo: Pini, 2008.

The root bridges of cherrapunji, Centuries-old bridges, grown from tangled roots, 2013. Disponível em: < <http://www.atlasobscura.com/places/root-bridges-cherrapunjee>> Acesso em 19 de Maio de 2015.

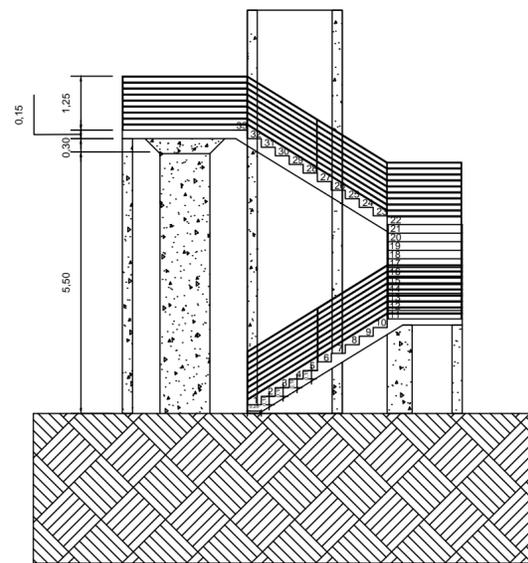
VANTURINI, Jamila. **Caminho estaiado**, 2012. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/189/caminho-estaiado-passarela-de-nova-unidade-do-sesc-em-285981-1.aspx>> Acesso em 20 de Maio de 2015.

VERZONI, José Eliseu. Associação Brasileira da Construção Metálica (Org.). **Pontes, viadutos e passarelas: reduzindo distâncias e superando obstáculos**. 92. ed. Brasil: Abcem, 2009.

WALLACE, Robert. **Mycenean Bridge**, 2011. Disponível em: <<https://www.flickr.com/photos/robwallace/5361356042>> Acesso em 19 de Maio de 2015.



PLANTA BAIXA
 ESCALA GRÁFICA 1:100
 0 1 2 4 m



CORTE A-A
 ESCALA GRÁFICA 1:100
 0 1 2 4 m