	Código: MDesc-250306-PFN-A-Araraquara-SP	**Revisão:** 0
	Emissão: 06/06/2025	**Páginas:** 1 de 18

Local: Rua Valerio Policarpo	Referência: PONTO 03
Obra: Passagem de Aérea de Fauna Arborícola	

Cliente:

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAQUARA-SP.

Título:

Memorial Descritivo

IMPLANTAÇÃO DE PASSAGEM DE FAUNA ARBORÍCOLA

Observações:

0	06/06/2022	Valdir Cardinalli Junior, Pedro F. Firmino de Souza
Revisão	Data	Autor/Responsável Técnico

Sumário

1 OBJETIVO 3

2 LOCAL DA INSTALAÇÃO 3

3 COMPOSIÇÃO DA PASSAGEM AÉREA DE FAUNA 4

4 CARACTERIZAÇÃO DA PASSAGEM DE FAUNA 4

4.1 Passarelas de copadas 5

4.1.1 Espaçadores das passarelas de copada 5

4.2 Passarelas principais 7

4.3 Cabos de aço 10

4.4 Estaiamento das Árvores Principais 11

5 PROTEÇÃO DOS TRONCOS DAS ÁRVORES 11

6 NORMAS DE REFERÊNCIA 12

7 DESCRIÇÃO DAS MEDIDAS DE SEGURANÇA A SEREM ADOTADAS NA INSTALAÇÃO DAS PASSARELAS 12

8 IMAGEM FOTOREALISTA DA ESTRTURA 12

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS 13

10 REFERÊNCIAS 13

1 OBJETIVO

Esse documento tem como objetivo detalhar a instalação da passagem de fauna arborícola na Rodovia Dr. Nelson Barbieri (Araraquara- Gavião Peixoto), mais precisamente no trecho entre o km 1+150 até o km 1+350 em atendimento ao contrato N° 5963-2024.

2 LOCAL DA INSTALAÇÃO

A passagem de fauna será instalada na Rodovia Nelson Barbieri – KM 1+150 (Figura 1).

Figura 1 - Localização da passagem aérea de fauna

A Tabela 1 apresenta a locação da estrutura, sendo o ponto P1 a árvore de conexão, P2 o poste de eucalipto a ser instalado no sentido Gavião Peixoto, já ponto P3 marca o poste de eucalipto a ser instalado e o ponto P4 a árvore de conexão no sentido da rodovia Washington Luís

PONTO	AZIMUTE	DISTANCIA (m)	RUMO	COORDENADAS (UTM)	
				E (metros)	N (metros)
P1				785.733,524	7.588.341,620
P2	176º54'7"	3.300	3º5'53"SE	785.733,702	7.588.338,325
P3	176º54'7"	14.494	3º5'53"SE	785.734,485	7.588.323,852
P4	176º54'7"	6.001	3º5'53"SE	785.734,810	7.588.317,859

Tabela 1 – Locação da Passagem de Fauna Arborícola (Sistema de Coordenadas: UTM -SIRGAS 2000 FUSO 23)

3 COMPOSIÇÃO DA PASSAGEM AÉREA DE FAUNA

As passagens áreas de fauna são formadas por passarelas suportadas por cabos de aço posicionadas transversalmente sobre a rodovia e suspensas nas árvores às margens da rodovia.

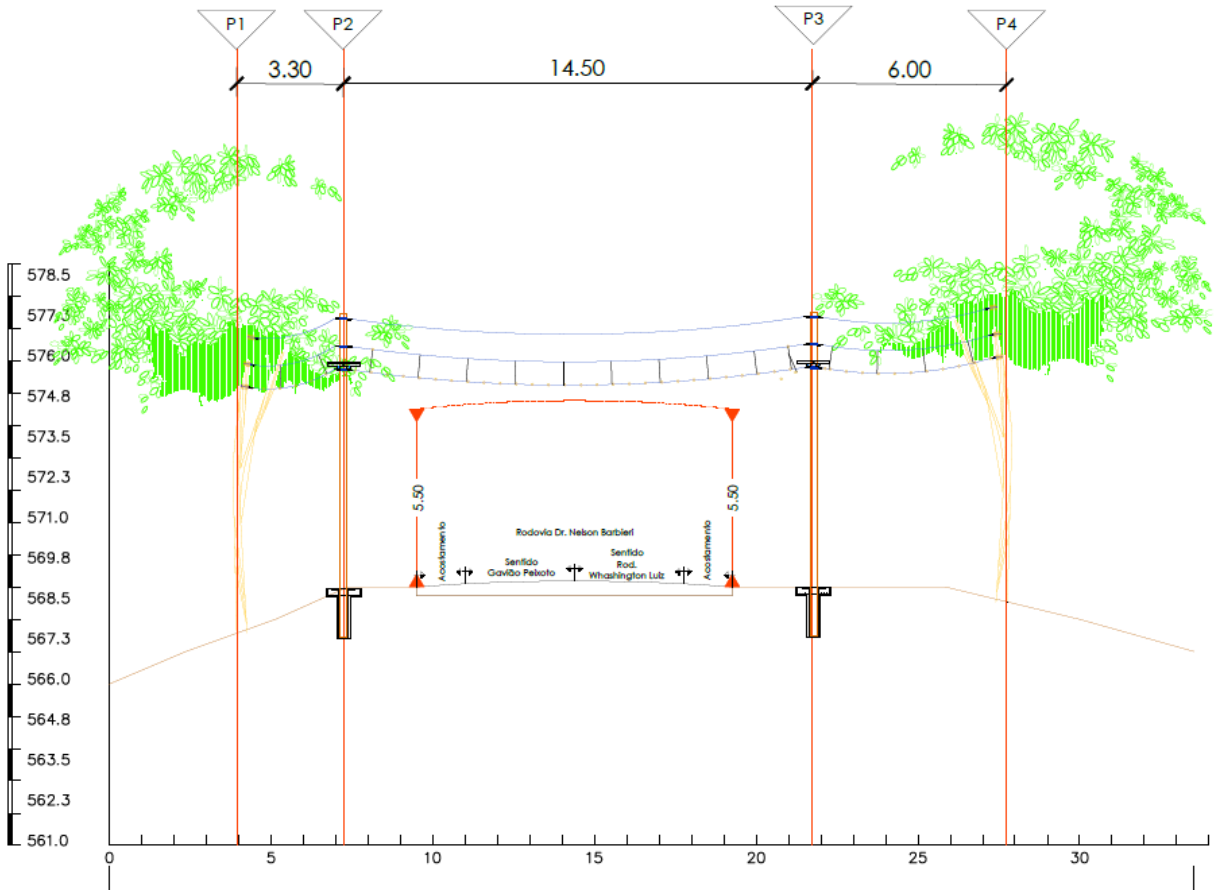


Figura 2 - Perfil da passagem aérea de fauna

4 CARACTERIZAÇÃO DA PASSAGEM DE FAUNA

Nessa estrutura, serão utilizados dois tipos de passarelas, identificadas como passarelas de copadas e passarela principal. As passarelas de copadas interligarão as árvores mais internas dos fragmentos até as árvores mais próximas dos bordos da rodovia e a passarela principal conduzirá à travessia sobre a rodovia.

Nota – A ligação estabelecida pela passarela de copada é de extrema importância para conectividade da estrutura com o dossel do fragmento. Ecologicamente, a instalação das passarelas de copada se justifica pelo chamado “efeito de borda”. De modo geral, as bordas de um fragmento florestal sofrem alterações devido ao contato com a matriz externa, estando mais expostas ao vento, às altas temperaturas, além de receber maior radiação solar e baixa umidade (LIMA-RIBEIRO, 2008). Trata-se, portanto, de uma área mais aberta, que pode ter menor disponibilidade de galos para o deslocamento dos primatas. Nesse caso, a adição das passarelas

de copada aumenta os pontos de acesso dos animais, aumentando as chances de uso dessas estruturas pela fauna local.

4.1 Passarelas de copadas

Serão utilizadas duas passarelas em cada margem da rodovia, interligando duas árvores à passarela principal. Cada passarela de copada terá 50 cm de largura com extensão variável, de acordo com a árvore de acoplamento. Duas vias de cabo de aço com bitola de 5/16” formam a estrutura de sustentação da passarela, contendo também duas vias de corda de *nylon* de 10 mm, instaladas de forma cruzada para dar sustentabilidade à estrutura (Figura 3).

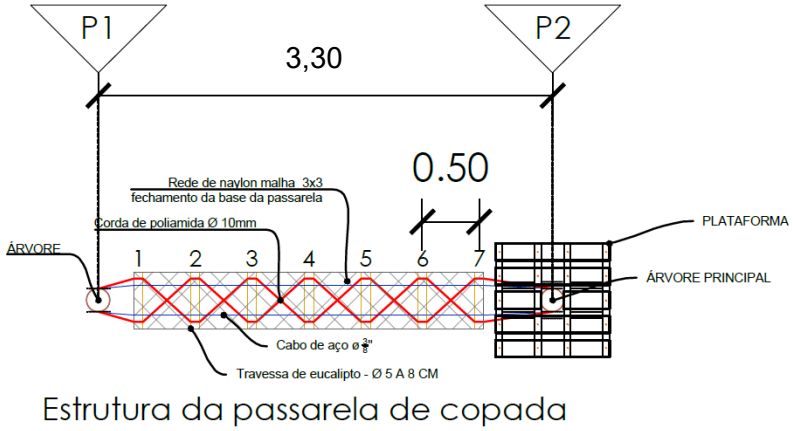


Figura 3 - Passarela de Copada

4.1.1 *Espaçadores das passarelas de copada*

Os espaçadores das passarelas de copada terão 50 cm de comprimento e serão responsáveis pela conformação da passarela (Figuras 4 e 5).

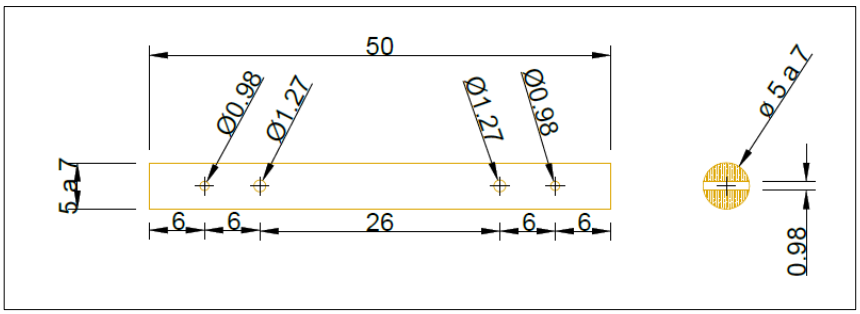
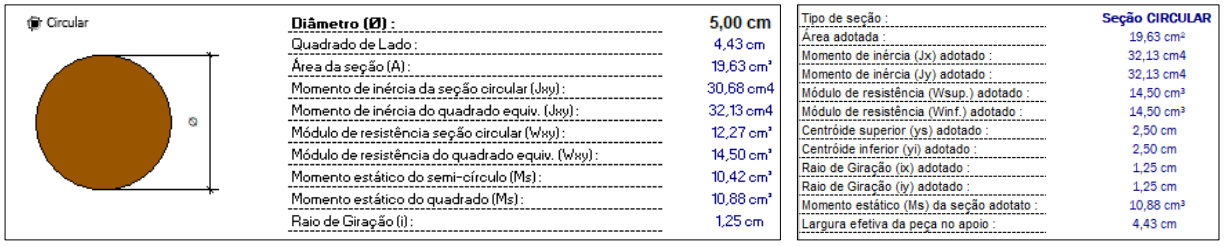


Figura 4 - Espaçadores da passarela de copada



Circular		
	Diâmetro (Ø) :	**5,00 cm**
	Quadrado de Lado :	4,43 cm
	Área da seção (A) :	19,63 cm²
	Momento de inércia da seção circular (Jxy) :	30,68 cm4
	Momento de inércia do quadrado equiv. (Jxy) :	32,13 cm4
	Módulo de resistência seção circular (Wxy) :	12,27 cm³
	Módulo de resistência do quadrado equiv. (Wxy) :	14,50 cm³
	Momento estático do semi-círculo (Ms) :	10,42 cm³
	Momento estático do quadrado (Ms) :	10,88 cm³
	Raio de Giração (i) :	1,25 cm

Tipo de seção :	**Seção CIRCULAR**
Área adotada :	19,63 cm²
Momento de inércia (Jx) adotado :	32,13 cm4
Momento de inércia (Jy) adotado :	32,13 cm4
Módulo de resistência (Wsup.) adotado :	14,50 cm³
Módulo de resistência (Winf.) adotado :	14,50 cm³
Centróide superior (ys) adotado :	2,50 cm
Centróide inferior (yi) adotado :	2,50 cm
Raio de Giração (ix) adotado :	1,25 cm
Raio de Giração (iy) adotado :	1,25 cm
Momento estático (Ms) da seção adotato :	10,88 cm³
Largura efetiva da peça no apoio :	4,43 cm

Figura 5 - Características do material

A seguir, são apresentadas as verificações realizadas na peça:

a) Carregamentos:

Comprimento da peça (L) :	**0,50 m**	= 50,00 cm
Deslocamento limite (Flecha) :	200	
Flecha máxima admissível :	0,25 cm	= 2,50 mm
Peso próprio (**q1**) :	0,00197 tf/m	(*1,3)
Peso próprio da peça de madeira :	**1,97 Kgf/m**	
Peso TOTAL da peça :	0,99 Kg	
Carga permanente por área (**G**) :	*10,00 Kgf/m²*	0,01 tf/m²
Carga variável por área (**Q**) :	*50,00 Kgf/m²*	0,05 tf/m²
Vento sobrepressão (**V1**):	*20,00 Kgf/m²*	0,02 tf/m²
Vento de sucção (**V2**):	*20,00 Kgf/m²*	0,02 tf/m²
Estado Limite Último CASO 1:	**98,00 Kgf/m²**	
1,4(G)+1,4*(Q)+1,4*0,5(V1) - Acidentais principais*		
Estado Limite Último CASO 2:	**77,00 Kgf/m²**	
1,4(G)+1,4*0,75*(V1)+1,4*ψ0(Q) - Vento V1 principal*		
Estado Limite Último CASO 3:	**30,00 Kgf/m²**	
0,9(G)-0,75*1,4*(V2) - Vento V2 principal*		
Estado Limite de Utilização:	**20,00 Kgf/m²**	
(G)+ψ2(Q)*		
Espaçamento entre as vigas :	**0,50 m**	= 50,00 cm
E.L.ÚLTIMO - Carga distribuída (**q2**) :	0,04900 tf/m	
E.L.UTILIZ. - Carga distribuída (**q2**) :	0,01000 tf/m	
Carga Pontual (**P**) :	**0,10 tf**	
Distância (d) de P do 1o. apoio :	**0,50 m**	= 50,00 cm
Carga distribuída (**1,3*q1+q2**) :	**0,05157 tf/m**	PARA O ESTADO LIMITE ÚLTIMO
Carga distribuída (**q1+q2**) :	**0,01197 tf/m**	PARA O ESTADO LIMITE DE UTILIZAÇÃO

Cargas Solicitantes

Fatores para as combinações

pontes rodoviárias

ψ0	ψ1	ψ2
0,60	0,40	0,20

b) Verificações:

a) ESTADO LIMITE DE UTILIZAÇÃO :

$$M = \frac{q.\ell^2}{8} + \frac{P.\ell_{maior}.\ell_{menor}}{\ell}$$

Momento fletor calculado : 0,00022 tf x m

$$V = \frac{q.\ell}{2} + \frac{P.\ell_{maior}}{\ell}$$

Cortante V1 lado esquerdo : 0,00174 tf

Cortante V2 lado direito : 0,10174 tf

CÁLCULO DA FLECHA

$$flecha.(x) = \frac{5.q_x.\ell^4}{384.E_{c0,ef}.J_x} + \frac{P.(\ell_{maior})^2.(\ell_{menor})^2}{3.E_{c0,ef}.J_x.\ell} \leq \frac{\ell}{desloc}$$

Flecha máxima admissível : 0,25 cm (L/200)

Flecha calculada : 0,01 cm 4,00% OK

$$\frac{5.q_x.\ell_{max}^4}{384.E_{c0,ef}.J_x} + \frac{P.(\ell_{maior})^2.(\ell_{menor})^2}{3.E_{c0,ef}.J_x.\ell_{max}} \leq \frac{\ell_{max}}{desloc.}$$

Vão máximo admissível : 0,76 m

b) ESTADO LIMITE ÚLTIMO :

$$M = \frac{q.\ell^2}{8} + \frac{P.\ell_{maior}.\ell_{menor}}{\ell}$$

Momento fletor máximo calculado : 0,00161 tf x m

$$V = \frac{q.\ell}{2} + \frac{P.\ell_{maior}}{\ell}$$

Cortante V1 lado esquerdo : 0,01289 tf

Cortante V2 lado direito : 0,11289 tf

CRITÉRIO DO CISALHAMENTO fv0 (limite) : 26,62 Kgf/cm²

Tensão de cisalhamento máxima : 8,62 Kgf/cm² 32,40% OK

$$\tau_v = \frac{V}{b.J_x}.Ms$$

4.2 Passarelas principais

As passarelas principais (Figuras 6 e 7), responsáveis pela travessia sobre a rodovia, terão largura de 0,50 m. Duas vias de cabo de aço com bitola de 5/16” formam a estrutura de sustentação da passarela, contendo também duas vias de corda de *nylon* de 10 mm, instaladas de forma cruzada para dar sustentabilidade à estrutura. A 70 cm acima da passarela serão lançadas mais duas vias de cabos de aço com bitola de 5/16”, identificados com cabos-corrimão. Esses cabos auxiliam na segurança dos operadores que executarão a instalação e manutenções futuras na estrutura, além de garantir maior estabilidade a passarela principal.

Do ponto de vista ecológico, a instalação desses cabos é extremamente benéfica, pois, por se sentirem vulneráveis, alguns animais podem evitar o uso da passagem, caso esta não tenha a estabilidade adequada. Além disso, o cabo corrimão também poderá ser utilizado como apoio adicional a alguns primatas dotados de cauda preênsil. Característica de primatas da família Atelidae, que inclui os bugios (*Alouatta* spp.), esse tipo de cauda pode ser considerado um quinto membro, auxiliando na locomoção e no equilíbrio, podendo ser utilizada para o apoio em galhos durante o deslocamento (REIS et al., 2006; ANGELIM et al., 2015). O macaco-prego (*Cebus* spp.) também pode utilizar os cabos adicionais, já que sua cauda é semi-preênsil e tem função de suspensão e apoio (ROWE, 1996).

Ainda como elemento de estabilização da passarela, serão instaladas cordas de *nylon* com 10 mm de diâmetro, que interligarão a passarela principal com o cabo-corrimão a cada 1,5 m.

Completando o conjunto da passarela principal, será lançada uma via de cabo de aço a 1,50 m da passarela, que será utilizada como cabo-vida, no qual o operador que fará a instalação e manutenção da passarela conectará o cinto trava-quedas, atendendo as normas de segurança do trabalho.

Como proteção adicional, a base da passarela principal que estará sobre a via terá uma rede de *nylon* com malha de 3x3 cm.

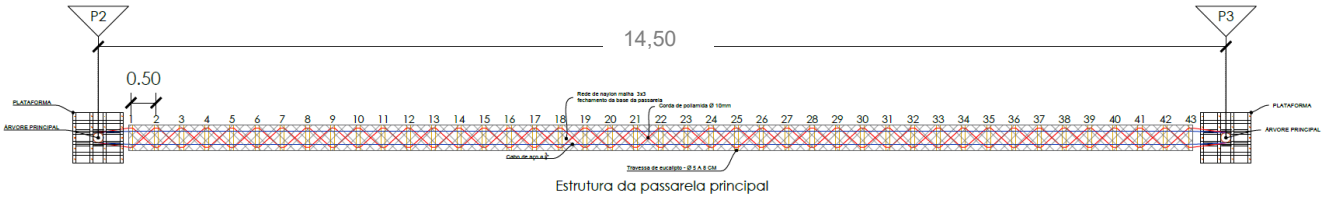


Figura 6 - Passarela principal - Vista em planta

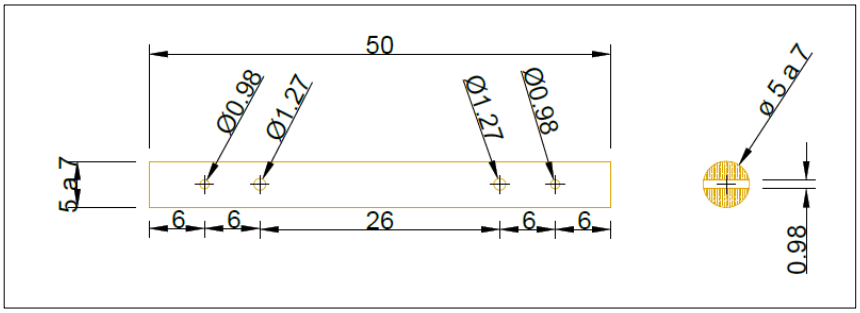


Figura 7 - Espaçadores da passarela de copada

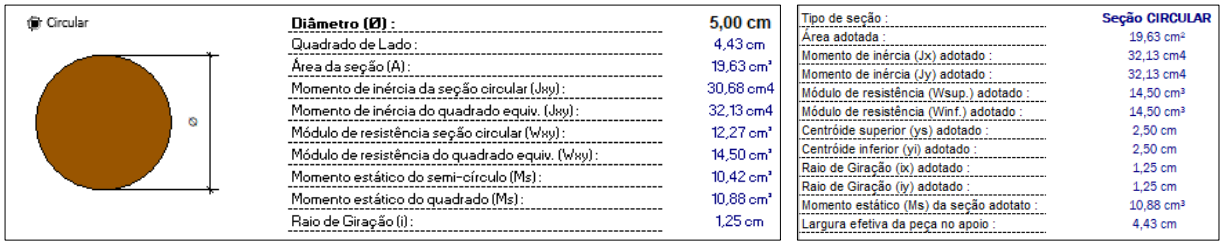
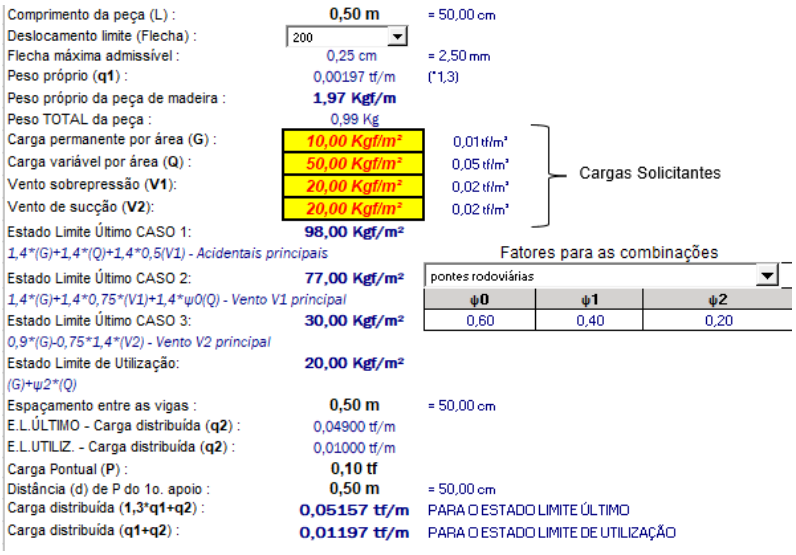


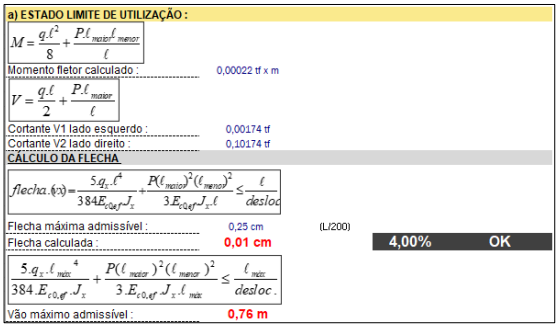
Figura 8 - Características do material

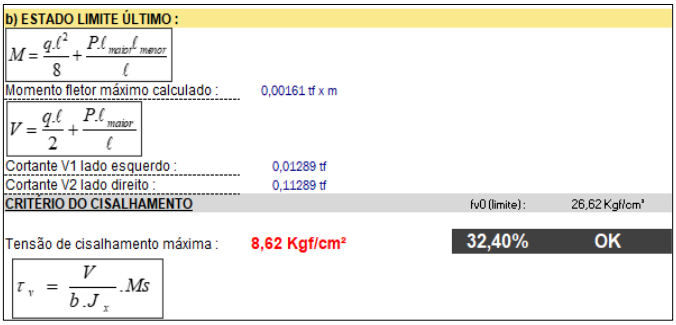
A seguir, são apresentadas as verificações realizadas na peça:

c) Carregamentos:



d) Verificações:





Com base nessas informações foi dimensionado o peso de cada passarela principal (Tabela 2), obtendo-se como peso total da estrutura o valor de **258,99 kg**.

PASSARELA 1		
Comprimento	6,00	metros
ESPAÇADORES DE MADEIRA		
Quantidade	7	unid
Compimento	1,00	m
Intervalo entre espaçadores	0,80	m
Peso p/ espaçador	7,90	kg
Peso total dos espaçadores	55,30	kg
CABOS DE AÇO		
Cabo Vida (manutenção)		
Bitola do Cabo	3/8"	Pol.
Peso do cabo por metro	0,35	Kg/m
Catenária estimada	3,5%	
Comprimento parabólico do ca	6,02	m
Quantidade de vias	1,00	via
Peso total do cabo vida	2,12	Kg
Cabo Corremão		
Bitola do Cabo	5/16"	Pol.
Peso do cabo por metro	0,27	Kg/m
Catenária estimada	5,0%	
Comprimento parabólico do ca	6,04	m
Quantidade de vias	2,00	via
Peso total do cabo vida	3,24	Kg
Cabo Passarela		
Bitola do Cabo	5/16"	Pol.
Peso do cabo por metro	0,27	Kg/m
Catenária estimada	5,0%	
Comprimento parabólico do ca	6,04	m
Quantidade de vias	2,00	via
Peso total do cabo vida	3,24	Kg
CORDA DE NYLON		
Bitola da corda	10,00	mm
Peso da corda por metro	0,05	Kg/m
Quantidade de corda por via	8,96	m
Quandidade de vias	2,00	vias
Comprimento total de cordas	17,93	m
Peso total das cordas	**0,85**	kg
PESO TOTAL DA PASSARELA 1	**64,75**	**kg**

PASSARELA 2		
Comprimento	15,00	metros
ESPAÇADORES DE MADEIRA		
Quantidade	18	unid
Compimento	1,00	m
Intervalo entre espaçadores	0,80	m
Peso p/ espaçador	7,90	kg
Peso total dos espaçadores	142,20	kg
CABOS DE AÇO		
Cabo Vida (manutenção)		
Bitola do Cabo	3/8"	Pol.
Peso do cabo por metro	0,35	Kg/m
Catenária estimada	3,5%	
Comprimento parabólico do ca	15,05	m
Quantidade de vias	1,00	via
Peso total do cabo vida	5,30	Kg
Cabo Corremão		
Bitola do Cabo	5/16"	Pol.
Peso do cabo por metro	0,27	Kg/m
Catenária estimada	5,0%	
Comprimento parabólico do ca	15,10	m
Quantidade de vias	2,00	via
Peso total do cabo vida	8,09	Kg
Cabo Passarela		
Bitola do Cabo	5/16"	Pol.
Peso do cabo por metro	0,27	Kg/m
Catenária estimada	5,0%	
Comprimento parabólico do ca	15,10	m
Quantidade de vias	2,00	via
Peso total do cabo vida	8,09	Kg
CORDA DE NYLON		
Bitola da corda	10,00	mm
Peso da corda por metro	0,05	Kg/m
Quantidade de corda por via	23,05	m
Quandidade de vias	2,00	vias
Comprimento total de cordas	46,10	m
Peso total das cordas	**2,20**	kg
PESO TOTAL DA PASSARELA 1	**165,88**	**kg**

PASSARELA 3		
Comprimento	3,00	metros
ESPAÇADORES DE MADEIRA		
Quantidade	3	unid
Compimento	1,00	m
Intervalo entre espaçadores	0,80	m
Peso p/ espaçador	7,90	kg
Peso total dos espaçadores	23,70	kg
CABOS DE AÇO		
Cabo Vida (manutenção)		
Bitola do Cabo	3/8"	Pol.
Peso do cabo por metro	0,35	Kg/m
Catenária estimada	3,5%	
Comprimento parabólico do ca	3,01	m
Quantidade de vias	1,00	via
Peso total do cabo vida	1,06	Kg
Cabo Corremão		
Bitola do Cabo	5/16"	Pol.
Peso do cabo por metro	0,27	Kg/m
Catenária estimada	5,0%	
Comprimento parabólico do ca	3,02	m
Quantidade de vias	2,00	via
Peso total do cabo vida	1,62	Kg
Cabo Passarela		
Bitola do Cabo	5/16"	Pol.
Peso do cabo por metro	0,27	Kg/m
Catenária estimada	5,0%	
Comprimento parabólico do ca	3,02	m
Quantidade de vias	2,00	via
Peso total do cabo vida	1,62	Kg
CORDA DE NYLON		
Bitola da corda	10,00	mm
Peso da corda por metro	0,05	Kg/m
Quantidade de corda por via	3,84	m
Quandidade de vias	2,00	vias
Comprimento total de cordas	7,68	m
Peso total das cordas	**0,37**	kg
PESO TOTAL DA PASSARELA 1	**28,36**	**kg**

Tabela 2 - Características das passarelas principais

4.3 Cabos de aço

Serão utilizados cabos de aço de 5/16” nas passarelas e cabos-corrimão e cabo de 3/8” no cabo-vida, considerando-se o carregamento das passarelas de 258,99 Kg, apresentado na Tabela 2.

Supondo-se um caso extremo, com um operador de 100 kg posicionado no cento do maior vão, de 15,00 m, onde a passarela pesa 165,88 kg, teremos uma catenária de 5% nos cabos de aço da passarela, o que representa um ângulo de 7,20°. Dessa forma, para a carga concentrada do operador, teremos:

Força Vertical:

$$F_{vertical} = \frac{F_{operador} + F_{passarela}}{sen\theta} = \frac{100 + 78{,}53}{sen\ 7{,}2°} = 335{,}00kg$$

Força Horizontal:

$$F_{horizontal} = \frac{F_{operador} + F_{passarela}}{cos\theta} = \frac{100 + 78{,}53}{cos\ 7{,}2°} = 437{,}05\ kg$$

Força Resultante:

$$F_{resultante} = \sqrt{F_{vertical}{}^2 + F_{horizontal}{}^2} = \sqrt{335{,}00^2 + 437{,}05^2} = \mathbf{550{,}67\ kg}$$

Considerando que:

- Teremos duas vias de cabo aço (considerando apenas os cabos da passarela principal). Então, essa carga se divide por dois, ou 375,34 kg para cada cabo;
- A carga de ruptura a do cabo de aço com bitola de 5/8" é de 4.180 kg;
- O coeficiente de segurança para o cabo nessa utilização é de 9,66, o que qualifica plenamente o cabo utilizado.

4.4 Estaiamento das Árvores Principais

As passarelas de copadas também terão a função de estaiamento das árvores principais distribuindo as forças resultantes das passarelas com as outras árvores próximas.

5 PROTEÇÃO DOS TRONCOS DAS ÁRVORES

Para as amarrações dos cabos das passarelas de copada nos troncos das árvores, deverão ser utilizadas as peças identificadas com meia cana com espaçamento de 10 cm entre as peças, conforme a Figura 14:

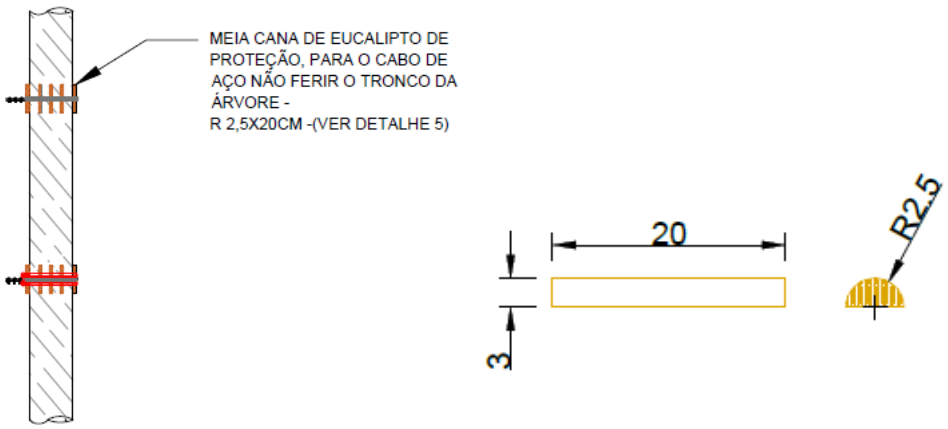


Figura 9 - Aplicação da meia cana de proteção

6 NORMAS DE REFERÊNCIA

As NBRs determinadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que regulamentam a implantação de uma passagem de fauna são:

- ABNT NBR 7190 - Projetos de estruturas de madeira;
- ABNT NBR 2408 - Cabos de aço uso geral;
- ABNT NBR 7160:1990 e ABNT NBR 7163:1991 – Grampos em geral.

7 DESCRIÇÃO DAS MEDIDAS DE SEGURANÇA A SEREM ADOTADAS NA INSTALAÇÃO DAS PASSARELAS

A implantação da passarela é realizada por uma equipe experiente treinada e com certificações para trabalho em altura (NR10), técnicas verticais, alpinismo industrial, em conformidade com a NBR 15475, NBR 15595:2008, ABENDE NA 006 e IRATA, com a utilização de EPI pertinente, além de qualificação e certificação de pessoal em acesso por corda.

8 IMAGEM FOTOREALISTA DA ESTRTURA

Para se ter uma ideia menos abstrata de como ficará a estrutura após a implantação durante a fase de projeto foi criada uma modelagem 3D com imagens humanizadas procurando representar uma instalação mais próxima da realidade no local.

Figura 10 – Imagens foto realistas da passagem de fauna

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área responsável pelas rotinas de manutenções da rodovia deverá incluir verificações periódicas da estrutura de forma a aumentar sua vida útil e mitigar danos provocados por condições ambientais ou algum outro estresse externo.

Outro ponto importante que deve constar na manutenção periódica é o retensionamento dos cabos de aço para manter o gabarito vertical em relação às faixas de rolagem da rodovia.

10 REFERÊNCIAS

ANGELIM, M.; ROSA, A. D.; ROBAINA, J. V. Análise de uma prática ambiental “in loco” de Alouatta Guariba Clamitans (Bugio), na Fazenda Quinta da Estância Grande, Viamão, RS. **Revista Gestão, Sustentabilidade e Negócios**, v. 3, n. 2, p. 16-29, 2015.

CASTRO, C. S. S. Tamanho da área de vida e padrão de uso do espaço em grupos de sagüis, Callithrix jacchus (Linnaeus) (Primates, Callitrichidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, p. 91-96, 2003.

COLOMBO, A. R. Uso de rotas na área de uso e a relação com comportamento alimentar em *Callithrix jacchus*. 2009. Dissertação (Mestrado em Psicobiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2009.

LIMA-RIBEIRO, M. S. Efeitos de borda sobre a vegetação e estruturação populacional em fragmentos de Cerradão no Sudoeste Goiano, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, p. 535-545, 2008.

PRESOTTO, A. **Mapas cognitivos de primatas:** análise de movimentos e rotas de *Cebus nigritus* apoiada por sistemas de informação geográfica. 2009. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

REIS, N. R; PERACCHI, A. L; PEDRO, W. A; LIMA, I. P. **Mamíferos do Brasil**. Londrina - PR, 2006. 437 p.

ROWE, N. **The pictorial guide to the living primates**. East Hampton: Pogonias Press, 1996. 263 p.

Documento assinado digitalmente
gov.br
VALDIR CARDINALLI JUNIOR
Data: 06/06/2025 20:04:06-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Valdir Cardinalli Júnior
Responsável Técnico do Grupo Eco&Eco
Engenheiro Civil - CREA 5060245083-SP