

 A Engenharia das NRs		YARA CUB 1 - CUBATÃO / SP	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHO E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0183	Página 1
		Obra 10072	Revisão 0

CONERGE INSPEÇÃO E ENGENHARIA LTDA.

VERIFICAÇÃO DA ESTRUTURA DE SUPORTE DO TRAVA- QUEDAS DA PLATAFORMA



CARREGAMENTO NITRATO SOLUÇÃO (BICA)

Este relatório de integridade NR-35 do CARREGAMENTO NITRATO SOLUÇÃO (BICA), segue os mais rigorosos padrões de qualidade. Os serviços aqui contidos foram previamente revisados, analisados e aprovados por um Engenheiro Mecânico e Engenheiro de Segurança do Trabalho (Profissional Legalmente Habilitado NR-35).

Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

**RELATÓRIO DE PROJETOS
DESENHO E CÁLCULOS
NR-35**

Relatório	35-0183
-----------	---------

Página	2
--------	---

Obra	10072
------	-------

Revisão	0
---------	---

REVISÕES

A - PRELIMINAR

C - PARA CONHECIMENTO

E - PARA CONSTRUÇÃO

G - CONFORME CONSTRUÍDO

B - PARA APROVAÇÃO

D - PARA COTACÃO

F - CONFORME

H - CANCELADO

TE - TIPO EMISSÃO

COMPRADO

[illegible]

Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

R. Dr. Manoel Tourinho, nº10, Santos / SP

E-mail: comercial@conerge-engenharia.com.br

Tel: (13) 3466-7187

Site: www.conerge-engenharia.com.br

 CONERGE A Engenharia das NRs	 YARA	YARA CUB 1 - CUBATÃO / SP	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHO E CÁLCULOS NR-35	Relatório	35-0183	Página 3
	Obra	10072	Revisão 0

ÍNDICE

1.0 OBJETIVO	4
2.0 REFERENCIAS NORMATIVAS	4
3.0 REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
4.0 DISCLAIMER	4
5.0 ESCOPO DO SERVIÇO	5
6.0 DESENHO DE REFERÊNCIA	6
7.0 MODELO MATEMÁTICO	7
8.0 PROPRIEDADES DO MATERIAL	8
9.0 CASOS DE CARGA ANALISADOS COM 1 TRABALHADOR	8
9.1 – CASO 1 - PESO PRÓPRIO DA ESTRUTURA	8
9.2 - 600 kgf no ponto de aplicação do trava-quedas	9
10.0 VINCULAÇÕES	9
11. RESULTADOS DE TENSÕES E DESLOCAMENTOS:	10
11.1 CASOS BÁSICOS	10
11.2 COMBINAÇÕES EXCEPCIONAIS:	10
12.0 IMAGENS DOS RESULTADOS DE TENSÕES E DESLOCAMENTOS	11
13.0 VERIFICAÇÃO DA ZONA LIVRE DE QUEDA (ZLQ)	12
14.0 APÊNDICE: VERIFICAÇÃO DO PERFIL:	13
15.0 DADOS CONTRATUAIS	16
16.0 CONCLUSÃO	16
17. ANEXOS.....	17
17.1 A.R.T.	18

 A Engenharia das NRs		YARA CUB 1 - CUBATÃO / SP	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHO E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0183	Página 4
		Obra 10072	Revisão 0

1.0 OBJETIVO

O objetivo das análises aqui documentadas foi avaliar o comportamento estrutural da estrutura de suporte do trava-quedas da plataforma do CARREGAMENTO DE NITRATO SOLUÇÃO – BICA , instalada na planta YARA - CUB-1 , localizada em Cubatão - SP, verificando os esforços atuantes na estrutura e a Zona Livre de Queda (ZLQ).

2.0 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

- NR-35 – Trabalho em Altura
- NR-18 - Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção
- NBR 14627–Equipamentos de Proteção Individual–Trava-queda guiado em linha rígida – Especificação e Método de Ensaio
- NBR 8800 – Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço Concreto de Edifícios

3.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Guia prático para cálculo de linha de vida e restrição para a indústria da construção / José Carlos de Arruda Sampaio, Wilson Roberto Simon, Serviço Social da Indústria. – Brasília: SESI, 2017.

Os Cem Quilos! Spinelli, Luiz Eduardo, Ed. Do Autor - São Paulo – Brasil – 2017

Estruturas de Aço, Walter Pfeil, Michèle Pfeil, LTC, 8ª Edição – 2009

4.0 DISCLAIMER

Todas as dimensões empregadas nas verificações deste documento foram fornecidas, confirmadas e são de responsabilidade exclusiva da CONERGE INSPEÇÃO E ENGENHARIA LTDA.

Os cálculos apresentados neste relatório correspondem à configuração apresentada nos desenhos, não levando em consideração corrosões, trincas, danos de impactos ou de qualquer outra natureza, exceto quando mencionado explicitamente.

Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

 A Engenharia das NRs		YARA CUB 1 - CUBATÃO / SP	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHO E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0183	Página 5
		Obra 10072	Revisão 0

5.0 ESCOPO DETALHADO

- Acompanhamento fotográfico da inspeção,
- Inspeção Visual para verificação de corrosão, trincas e desgastes,
- Realizar Inspeção dimensional dos Cabos de Aço,
- Realizar Inspeção Visual dos Esticadores de Cabos de Aço,
- Realizar Inspeção Visual dos Indicadores de Tensão,
- Realizar Inspeção Visual dos Absorvedores de Energia,
- Realizar Inspeção Visual dos Suportes Intermediários,
- Realizar Inspeção Visual das Curvas Metálicas,
- Realizar Inspeção Visual dos Pilares,
- Realizar Inspeção Visual das Placas de Ancoragens,
- Realizar Inspeção Visual dos Troles,
- Realizar Inspeção Visual das Manilhas,
- Realizar Inspeção Visual em Trava-Quedas,
- Verificar as evidências das inspeções periódicas realizadas nos Sistemas de Linha de Vida,
- Verificar se os itens e subitens obrigatórios da NR-35 estão sendo atendidos.

Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

**RELATÓRIO DE PROJETOS
DESENHO E CÁLCULOS
NR-35**

Relatório 35-0183

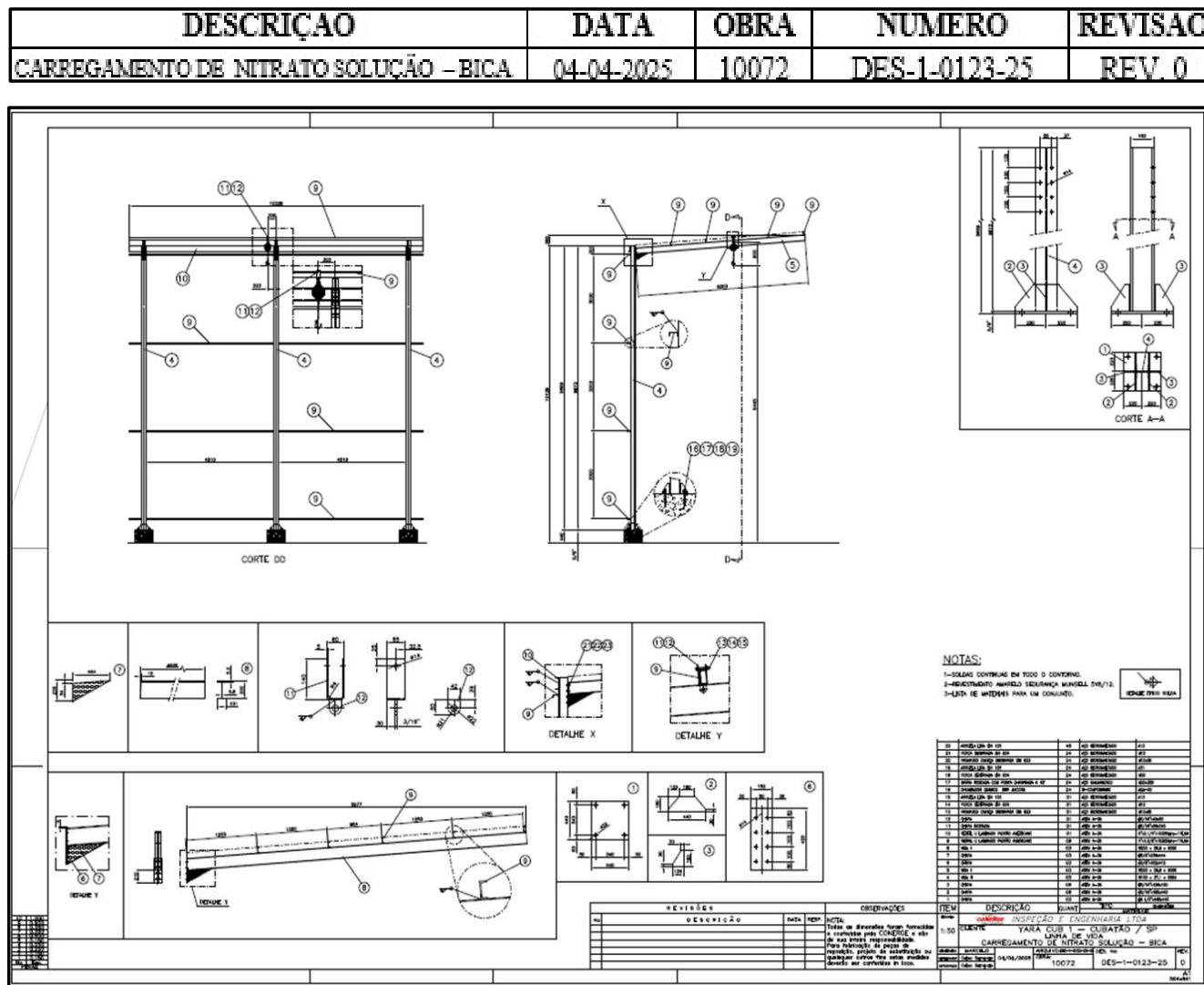
Página 6

Obra 10072

Revisão 0

6.0 DESENHO DE REFERÊNCIA

Para o cálculo da estrutura de suporte de trava-quedas foi utilizado o seguinte desenho como referência:

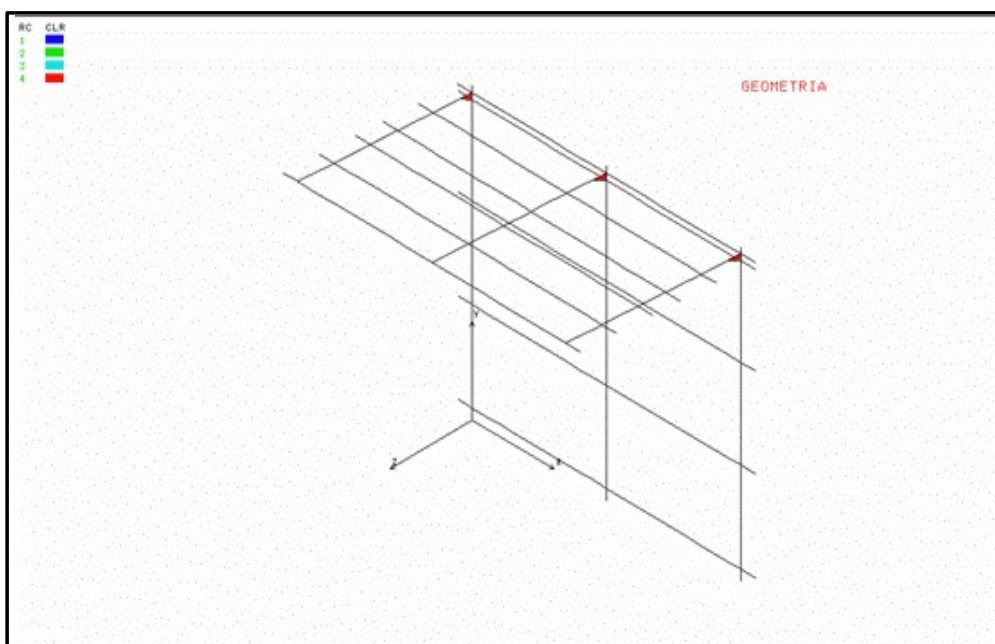
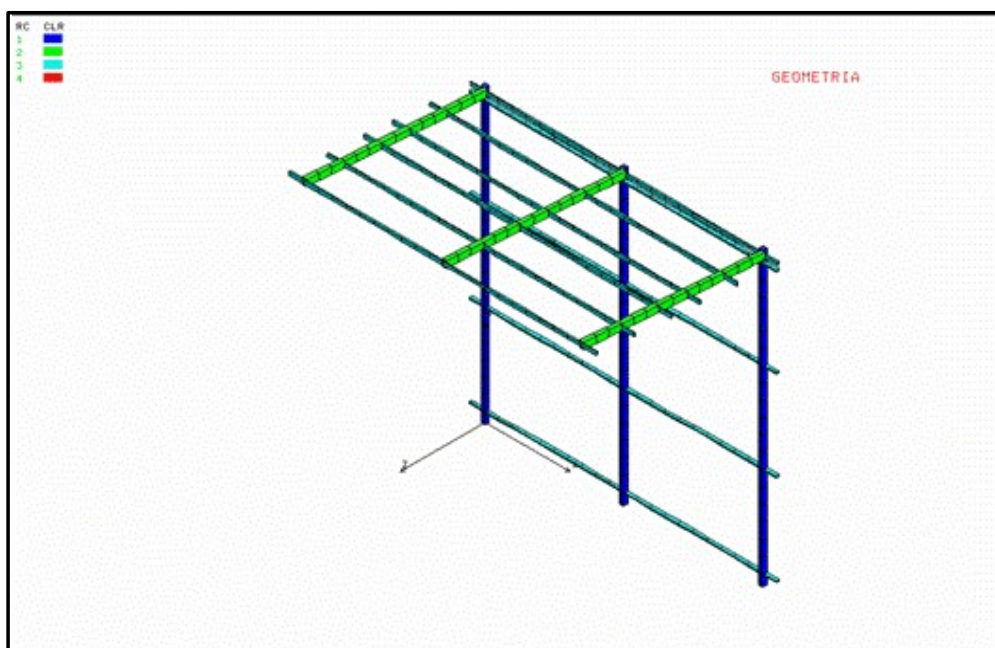


Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

 A Engenharia das NRs		YARA CUB 1 - CUBATÃO / SP	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHO E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0183	Página 7
		Obra 10072	Revisão 0

7.0 MODELO MATEMÁTICO

Para alcançar os objetivos acima foram realizadas análises estáticas lineares em modelos conforme as figuras a seguir. A malha de Elementos Finitos foi modelada com o emprego de elementos de barra e casca (BEAM3D e SHELL3) gerando cerca de 462 nós e 328 elementos.



Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

 A Engenharia das NRs		YARA CUB 1 - CUBATÃO / SP	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHO E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0183	Página 8
		Obra 10072	Revisão 0

8. PROPRIEDADES DO MATERIAL:

AÇO ASTM A-36

Módulo de Elasticidade (E) 21000. kgf/mm²

Coeficiente de Poisson (ν) 0.30

Massa específica (ρ) 7.85E-10 kgf.s²/mm⁴

Tensão de ruptura (σ_{rup}) 45. kgf/mm²

Tensão de escoamento (σ_y) 25.0. kgf/mm²

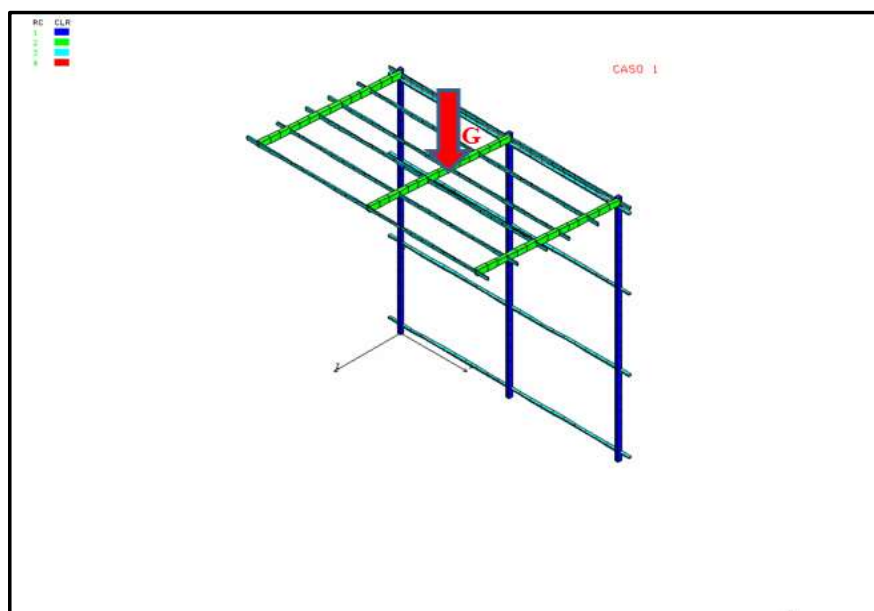
9.0 CASOS DE CARGA ANALISADOS COM 1 TRABALHADOR

Segundo o item 5.3.2.8 da NBR-14627-2000 a força máxima de frenagem de um trava-quedas não deve ser superior a 6kN (600kgf) e o deslocamento da queda não deve ultrapassar 1m.

Portanto a carga correspondente à queda de 01 trabalhador é de 600 kgf.

Serão avaliados os seguintes casos de carga:

9.1 – CASO 1 - PESO PRÓPRIO DA ESTRUTURA



Peso das telhas, equivalente a 16 kg/m², aplicado linearmente nas terças.

Propriedade Exclusiva do GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

R. Dr. Manoel Tourinho, nº10, Santos / SP

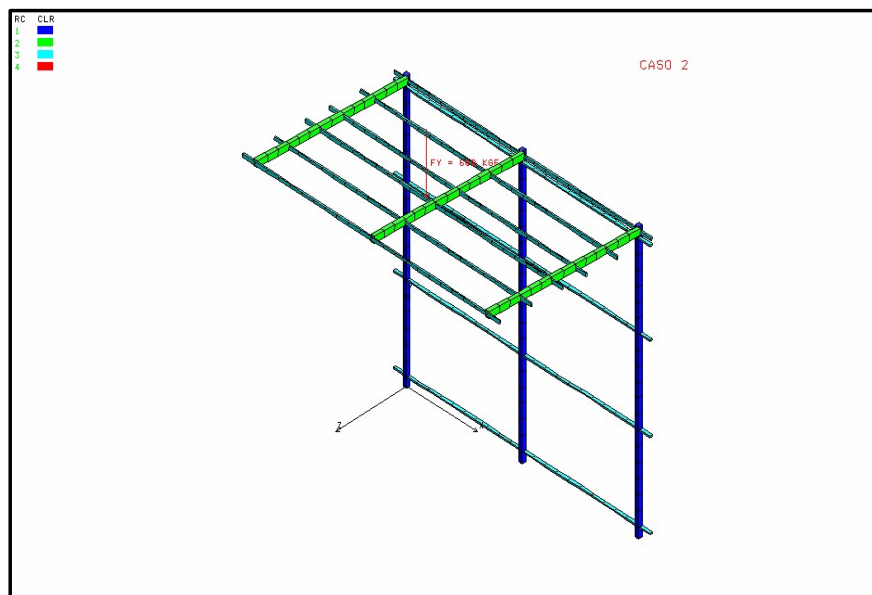
E-mail: comercial@conerge-engenharia.com.br

Tel: (13) 3466-7187

Site: www.conerge-engenharia.com.br

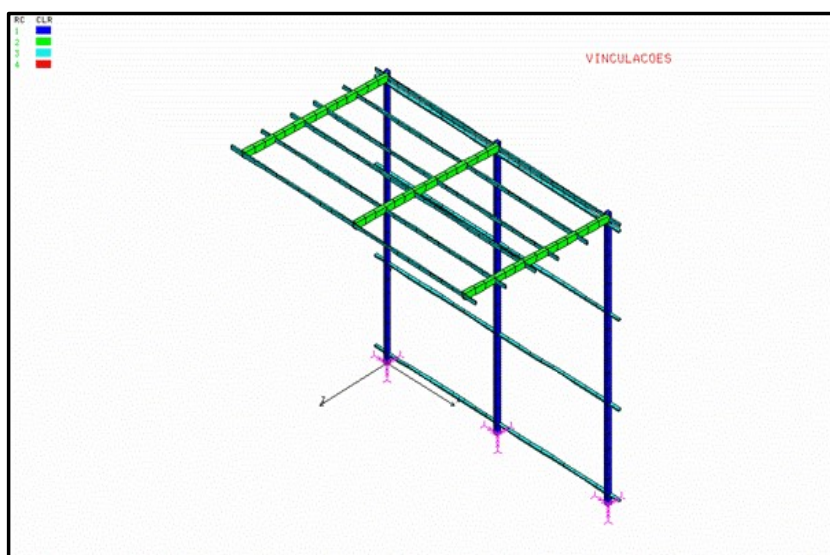
 A Engenharia das NRs		YARA CUB 1 - CUBATÃO / SP	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHO E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0183	Página 9
		Obra 10072	Revisão 0

9.2 600 kgf no ponto de aplicação do trava-quedas



10. VINCULAÇÕES:

A estrutura de suporte do trava-quedas foi engastada na base das colunas ($u_x=u_y=u_z=r_x=r_y=r_z=0$.)



Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

 A Engenharia das NRs		YARA CUB 1 - CUBATÃO / SP	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHO E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0183	Página 10
		Obra 10072	Revisão 0

11. RESULTADOS DE TENSÕES E DESLOCAMENTOS:

11.1 CASOS BÁSICOS

	DESCRIÇÃO	TENSÃO (kgf/mm ²)
CASO 1	Peso próprio a estrutura	8.96
CASO 2	600 kgf no balanço esquerdo (observador em +z)	5.92

11.2 COMBINAÇÕES EXCEPCIONAIS:

Para combinações excepcionais a NBR-8800 considera os coeficientes de segurança parciais para peso próprio das estrutura metálicas igual a 1.10 e 1.0 para demais ações variáveis.

Também considera o coeficiente parcial de segurança aplicado às resistências dos aço nas combinações excepcionais igual a 1.0.

Assim, o critério de aprovação fica sendo:

$$1.1 \text{ tensão do pp} + 1.0 \times \text{tensão da carga dos operadores} \leq 25 \text{ kgf/mm}^2 / 1.0$$

onde 25 kgf/mm² é a tensão de escoamento do aço ASTM A-36

As seguintes combinações excepcionais segundo a NBR-8800 foram consideradas:

LCCOMB	
51	1.10 x CASO 1 + 1.0 x CASO 2

10.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS			
CASO DE COMBINAÇÃO	TENSÃO (kgf/mm ²)	TENSÃO ADM. (kgf/mm ²)	STATUS
51	14.28	25.	OK

Propriedade Exclusiva do GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

R. Dr. Manoel Tourinho, nº10, Santos / SP

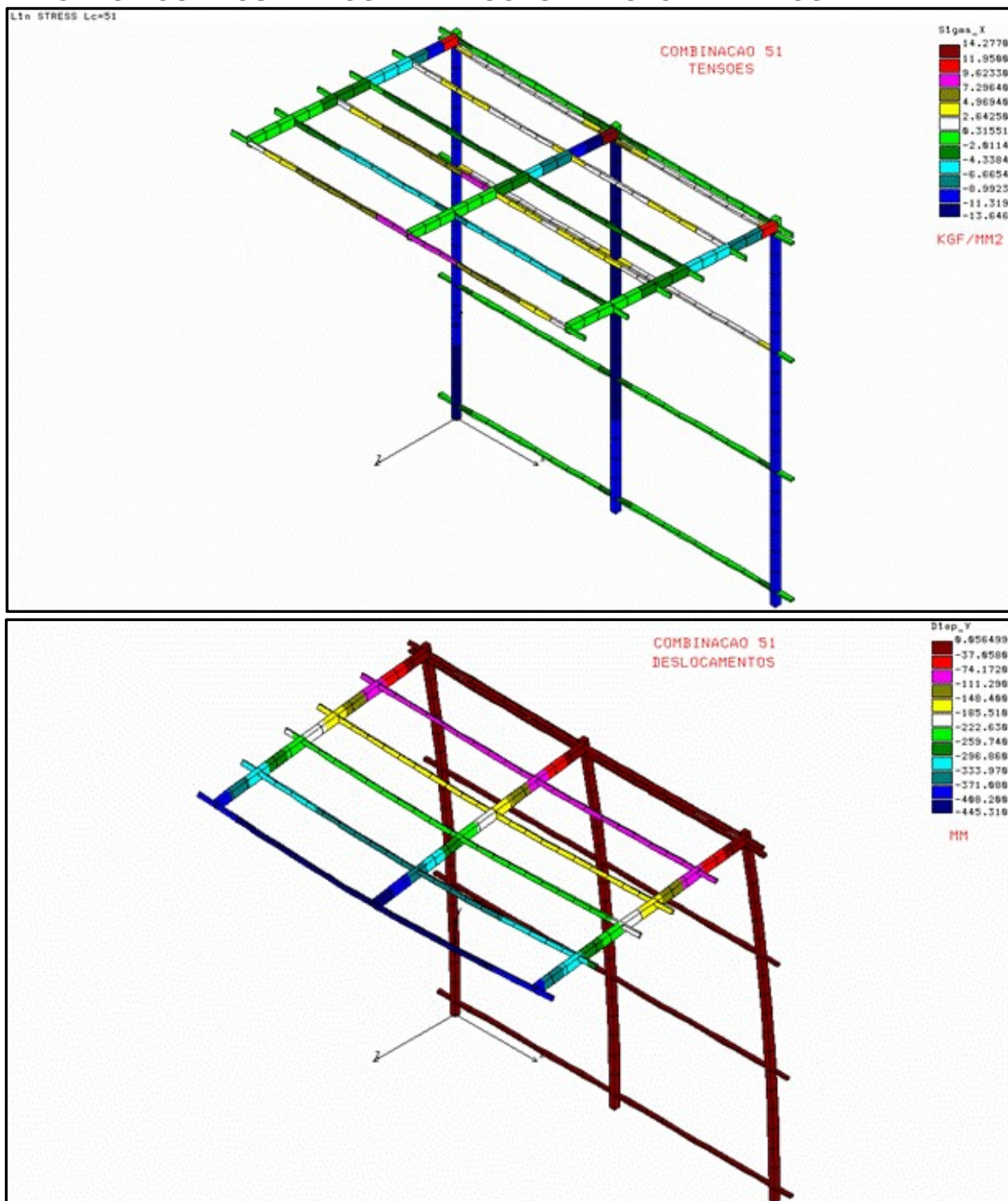
E-mail: comercial@conerge-engenharia.com.br

Tel: (13) 3466-7187

Site: www.conerge-engenharia.com.br

 A Engenharia das NRs		YARA CUB 1 - CUBATÃO / SP	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHO E CÁLCULOS NR-35	Relatório 35-0183	Página 11	
	Obra 10072	Revisão 0	

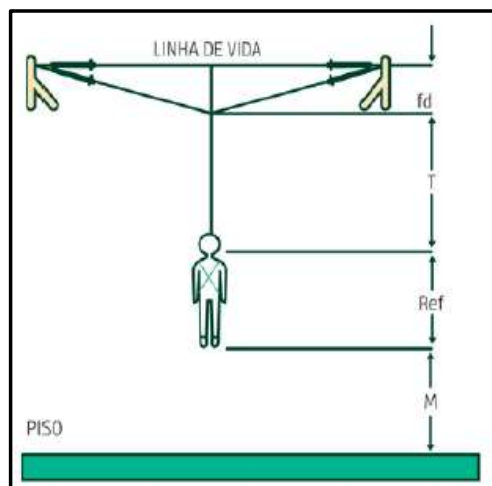
12. IMAGENS DOS RESULTADOS DE TENSÕES E DESLOCAMENTOS:



Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

 A Engenharia das NRs		YARA CUB 1 - CUBATÃO / SP	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHO E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0183	Página 12
		Obra 10072	Revisão 0

13.0 VERIFICAÇÃO DA ZONA LIVRE DE QUEDA (ZLQ)



F_d = Flecha dinâmica máxima (proporcionada pela linha de vida).

T = Comprimento total do talabarte + absorvedor de energia totalmente aberto.

$Ref.$ = Distância de referência entre o anel D do cinturão paraquedista e o pé do trabalhador (geralmente utiliza-se 1,5m).

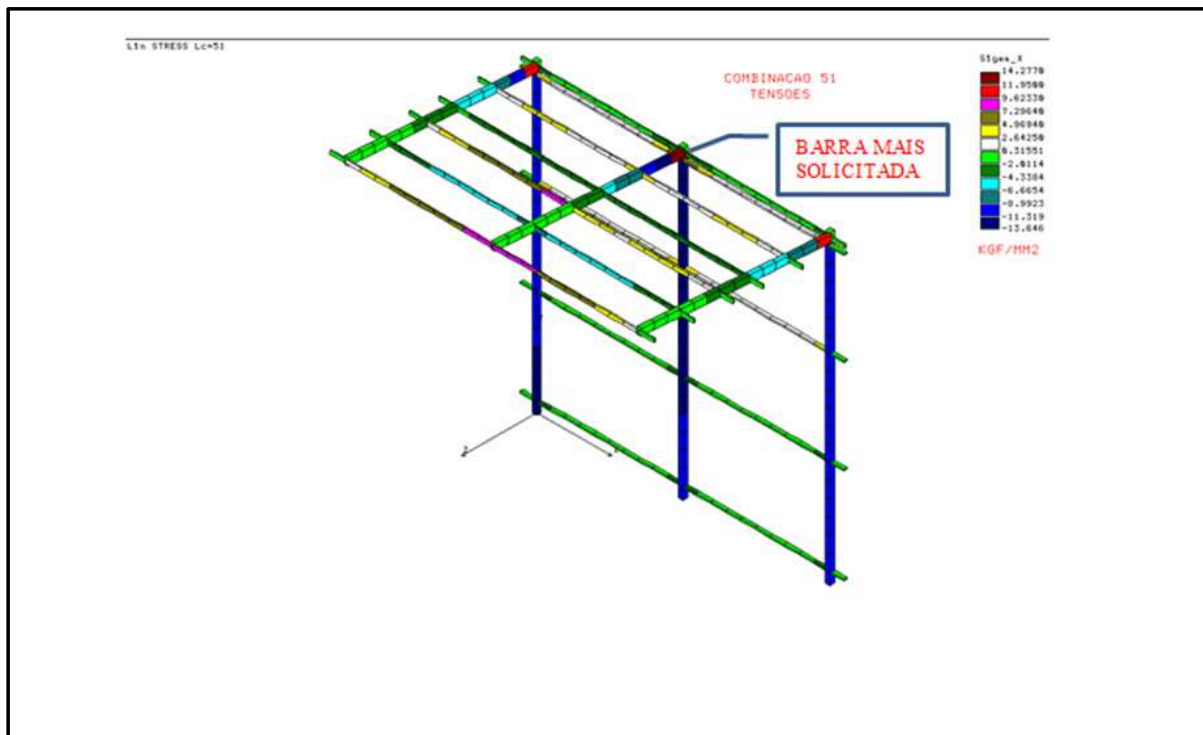
M = Distância entre o pé do trabalhador e o piso após a queda (por norma, esse valor deve ser previsto em 1m).

VERIFICAÇÃO DA ZLQ	(m)		
Altura da Linha de Vida	10.25		
Flecha Dinâmica FD	-0.45		
T Trava-quedas (1,40m) + Desloc. Queda (1m)	-2,40		
REF 1,50m	-1,50		
M 1,00 por Norma	-1,00		
Distância livre do piso	4.90	≥ 0	OK

Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

 A Engenharia das NRs	 YARA	YARA CUB 1 - CUBATÃO / SP	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHO E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0183	Página 13
		Obra 10072	Revisão 0

14.0 APÊNDICE: VERIFICAÇÃO DETALHADA DO PERFIL MAIS SOLICITADO PELA NBR-8800:



Dimensões da Seção Transversal		
Altura do perfil (d)	207	mm
Largura da mesa (bf)	133	mm
Espessura da mesa (tf)	8,9	mm
Espessura da alma (tw)	5,8	mm
Raio perfil laminado (raio)	10	mm
Altura total da alma (h)	189,2	mm
Altura reta da alma (da)	169,2	mm

Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

**RELATÓRIO DE PROJETOS
DESENHO E CÁLCULOS
NR-35**

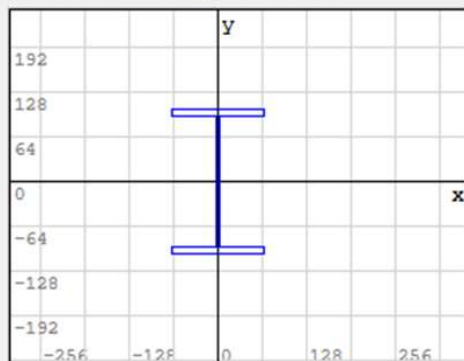
Relatório 35-0183

Página 14

Obra 10072

Revisão 0

Ajuste a escala e a posição se necessário



secao

A	35,51	cm ²
Ix	2720,56	cm ⁴
Iy	349,28	cm ⁴
rx	8,75	cm
ry	3,14	cm
rt	3,57	cm
Wx	262,86	cm ³
Wy	52,52	cm ³
Zx	286,4	cm ³
Zy	80,31	cm ³
It	7,54	cm ⁴
Cw	34237,5468	cm ⁶

Dados de entrada

Tensão de escoamento do aço (fy)	25	kN/cm ²
Tensão de ruptura do aço (fu)	45	kN/cm ²
Módulo de elasticidade do aço (Ea)	21000	kN/cm ²
Peso específico do aço (p)	7850	kg/m ³
Coeficiente de Poisson (va)	0,3	
Tensão residual (fr)	7,5	kN/cm ²
Módulo cisalhamento (Ga)	8076,92	kN/cm ²
Área superficial (m ² /m)	0,93	m ²
Peso por metro (kg/m)	27,87	kg

Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

 A Engenharia das NRs	 YARA	YARA CUB 1 - CUBATÃO / SP	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHO E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0183	Página 15
		Obra 10072	Revisão 0

Comprimentos de flambagem		
Comprimento de flambagem para flexão em torno do eixo de maior inércia - Lfx	125	cm
Comprimento de flambagem para flexão em torno do eixo de menor inércia - Lfy	125	cm
Comprimento de flambagem de torção - Lfz	125	cm

Momentos Fletores Solicitantes de Cálculo		
Máximo momento fletor de cálculo	3375	kN cm
Momento fletor de cálculo a 1/4 do vão	31,7	kN cm
Momento fletor de cálculo a 2/4 do vão	543	kN cm
Momento fletor de cálculo a 3/4 do vão	1960	kN cm

Máxima cortante de cálculo	17	kN
----------------------------	----	----

FLM - Flambagem Local da Mesa		
Momento Resistente - Mrdm	6509,0022	kN cm
Seção_Mesa	Compacta	
FLA - Flambagem Local da Alma		
Momento Resistente - Mrda	6509,0022	kN cm
Seção_Alma	Compacta	
FLT - Flambagem Lateral com Torção		
Coeficiente de Uniformização (Cb)	2,5438	
Momento Resistente - Mrdl	6509,0022	kN cm
Momento Fletor Resistente de Cálculo		
Mord	6509,0022	kN cm
Taxa de trabalho à flexão (%)	51,85	
Cortante Resistente de Cálculo		
Área Efetiva de Cisalhamento (Aw)	12,006	cm ²
Vrd	163,7182	kN
Taxa de trabalho (%)	10,38	
Conclusões		
Momento_fletor	Ok!	
Cortante	Ok!	

Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

 A Engenharia das NRs		YARA CUB 1 - CUBATÃO / SP	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHO E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0183	Página 17
		Obra 10072	Revisão 0

17.0 - ANEXOS

Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

 A Engenharia das NRs		YARA CUB 1 - CUBATÃO / SP	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHO E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0183	Página 18
		Obra 10072	Revisão 0

17.1 - A.R.T.

Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado de São Paulo

CREA-SP

ART de Obra ou Serviço
2620250019846

1. Responsável Técnico

CARLOS HENRIQUE DE MORAES

Título Profissional: **Engenheiro Industrial - Mecânica, Engenheiro de Segurança do Trabalho**

RNP: **2603421441**

Registro: **0640977984-SP**

Empresa Contratada: **CONERGE CONSULTORIA TREINAMENTOS E VENDAS EIRELI**

Registro: **2317311-SP**

2. Dados do Contrato

Contratante: **YARA BRASIL FERTILIZANTES S/A**

CPF/CNPJ: **92.660.604/0172-39**

Endereço: **Avenida AVENIDA BERNARDO GEISEL FILHO, S/N**

Nº:

Complemento:

Bairro: **ZONA INDUSTRIAL**

Cidade: **Cubatão**

UF: **SP**

CEP: **11555-902**

Contrato: **PR. 5.737/23 REV.02 / OBRA 10072** Celebrado em: **01/01/2024**

Vinculada à Art nº:

Valor: R\$ **8.600,00**

Tipo de Contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Privado**

Ação Institucional:

3. Dados da Obra Serviço

Endereço: **Avenida AVENIDA BERNARDO GEISEL FILHO, S/N**

Nº:

Complemento:

Bairro: **ZONA INDUSTRIAL**

Cidade: **Cubatão**

UF: **SP**

CEP: **11555-902**

Data de Início: **31/07/2024**

Previsão de Término: **28/02/2025**

Coordenadas Geográficas:

Finalidade: **Industrial**

Código:

Proprietário: **YARA BRASIL FERTILIZANTES S/A**

CPF/CNPJ: **92.660.604/0172-39**

4. Atividade Técnica

			Quantidade	Unidade
Supervisão 1	Laudo	de instalações mecânicas industriais	9,00000	unidade
	Laudo	de trabalho em altura (NR35)	9,00000	unidade

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

OBRA 10072 - YARA CUB1 - CUBATÃO/SP - INSPEÇÃO, PROJETO E MEMORIAIS DE CÁLCULO DAS ESTRUTURAS DE LINHA DE VIDA, TAG's: Carregamento 01 de Ácido Nítrico - 99%, Carregamento 02 de Ácido Nítrico - 99%, Carregamento 03 de Ácido Nítrico - 53% 61%, Carregamento 04 de Ácido Nítrico - 53% 61%, Carregamento de Nitrato Ensacado, Carregamento de Nitrato Solução (Bica), Carregamento de Nitrato Solução (Pórtico), Descarga de Peróxido, Plataforma de Inspeção de Carretas.

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.

7. Entidade de Classe

Nenhuma

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

SANTOS 07 de JANEIRO de 2025
Local data

CARLOS HENRIQUE DE MORAES - CPF: 926.902.118-15

YARA BRASIL FERTILIZANTES S/A - CPF/CNPJ: 92.660.604/0172-39

9. Informações

- A presente ART encontra-se devidamente quitada conforme dados constantes no rodapé-versão do sistema, certificada pelo Nosso Número.

- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creasp.org.br ou www.confex.org.br

- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.creasp.org.br

Tel: 0800 017 18 11

E-mail: acessar link Fale Conosco do site acima

**CREA-SP**
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
do Estado de São Paulo

Valor ART R\$ 99,64

Registrada em: 07/01/2025

Valor Pago R\$ 99,64

Nosso Número: 2620250019846

Versão do sistema

Impresso em: 08/01/2025 07:39:49