


0	Emissão Inicial						
Nº	DESCRIÇÃO	VISTO	APROV.	DATA	APROV.	DATA	
		DMSL			GSCT		


REVISÃO						
 <b>DINAMO</b> <small>ENGENHARIA &amp; SERVIÇOS</small>		Energisa Tocantins Distribuidora de Energia S/A Departamento de Manutenção de SEDs e LDATs Gestão da Construção de SEDs e LDATs				
		LDAT 138kV Santana do Araguaia – Caseara Memorial Descritivo Travessia do Rio Araguaia				

EMPRESA: DINAMO ENGENHARIA LTDA ENDEREÇO: 104 NORTE RUA NE 11 CONJUNTO.03 LOTE 08 CEP: 77.006-030 TEL/FAX: (63) 3222-1222 e-mail: engenharia@dinamoengenharia.com.br RESP. TÉCNICO: Wilson José da Silva CREA: CREA-TO 7235-0	Aprovado:	Data: <b>02/05/2019</b>	Nº de Controle: <b>STA-CSA-138-101</b>
	Visto:	Revisão: <b>0</b>	Nº de Folhas: Folha 1 de 12

ÍNDICE	PÁG.
1 - OBJETIVO .....	4
2 - NORMAS APLICÁVEIS .....	4
3 - DESCRIÇÃO DA TRAVESSIA .....	4
4 - LOCALIZAÇÃO DA TRAVESSIA.....	4
5 - CRITÉRIOS DE PROJETO .....	4
5.1 - Cota do Rio .....	5
5.2 - Altura de Segurança.....	5
5.3 - Faixa de Segurança da LT .....	5
5.4 - Altura das estruturas de travessia.....	5
5.5 - Vão horizontal.....	5
5.6 - Temperatura de locação .....	6
6 - PROJETO DA TRAVESSIA.....	6
6.1 - Estruturas .....	6
6.2 - Características das Estruturas da Travessia .....	6
6.3 - Fundações das Estruturas .....	6
6.4 - Características dos Cabos Condutor e Pára-Raios.....	6
6.5 - Comportamento Térmico do Condutor .....	7
6.6 - Isoladores .....	7
6.6.1 - As características do isolador estão apresentadas a seguir:.....	7
6.6.2 - Cadeias de Isoladores e Ferragens do Cabo Condutor .....	7
6.6.3 - Conjuntos de Suspensão dos Cabos Para-raios.....	8
6.7 - Sinalização.....	8
7 - CÁLCULO MECÂNICO DA TRAVESSIA.....	8

	FEITO	APROV.	DATA	Nº ENERGISA	Nº PROJETISTA	REVISÃO	FOLHA
	DMS		MAI/19		STA-CSA-138-101	0	2

<b>7.1 - Dados Climatológicos.....</b>	<b>8</b>
<b>7.2 - Trações de Governo dos Cabos .....</b>	<b>9</b>
7.2.1 - Condições de projeto do condutor.....	9
7.2.2 - Condições de projeto do pára-raios.....	9
7.2.3 - Trações para Condição de Governo .....	9
<b>8 - PROJETOS DE TRAVESSIA SOBRE O RIO ARAGUAIA .....</b>	<b>11</b>

	FEITO DMS	APROV.	DATA MAI/19	Nº ENERGISA	Nº PROJETISTA STA-CSA-138-101	REVISÃO 0	FOLHA 3
---	--------------	--------	----------------	-------------	----------------------------------	--------------	------------

## 1 - OBJETIVO

Descrever o projeto elaborado para a travessia do Rio Araguaia pela LDAT 138kV Santana do Araguaia – Caseara, conforme exigido pelas normas NORMAM-11-MOD.11, da Diretoria de Portos e Costas da Marinha do Brasil.

## 2 - NORMAS APLICÁVEIS

O projeto foi concebido segundo a norma NBR-5422 – Projeto de Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica.

## 3 - DESCRIÇÃO DA TRAVESSIA

A LDAT138 kV Santana do Araguaia – Caseara, sob a concessão da ENERGISA, destina-se à melhoria da confiabilidade do sistema elétrico do Estado do Tocantins.

Em função da extensão da travessia e da ilha que fica entre os 2 pontos de cruzamento com o Rio Araguaia, teremos 7 estruturas dentro da parte alagável pelo Rio Araguaia, sendo que estas estruturas possuirão fundações submersas e elevadas acima do nível máximo do Rio, de modo a manter todos os componentes metálicos das torres fora d' água.

## 4 - LOCALIZAÇÃO DA TRAVESSIA

A LDAT138 kV Santana do Araguaia – Caseara cruza com o Rio Araguaia com ângulos aproximados de 90° em relação ao eixo do rio em cada ponto de cruzamento.


A localização das estruturas da travessia são as seguintes:

- T.49/2(E- 612.150,37; N- 8.981.447,39);
- T.50/1(E- 612.777,66; N- 8.980.941,81);
- T.51/3(E- 613.931,55; N- 8.980.011,81);
- T.52/1(E- 614.376,54; N- 8.979.653,15);

Os desenhos nº STA-CSA-138-500 e STA-CSA-138-501, Travessia sobre o Rio Araguaia, elaborados de acordo com os requisitos da Norma ABNT NBR 5422, apresentam os detalhes do projeto da travessia.

## 5 - CRITÉRIOS DE PROJETO

Os principais critérios adotados no projeto da travessia são os relacionados a seguir:

	FEITO	APROV.	DATA	Nº ENERGISA	Nº PROJETISTA	REVISÃO	FOLHA
	DMS		MAI/19		STA-CSA-138-101	0	4

### 5.1 - Cota do Rio

- Nível máximo: 149,95 m.

### 5.2 - Altura de Segurança

A Norma Brasileira ABNT NBR 5422 estabelece que, para a condição de flecha máxima, a distância mínima entre os cabos condutores e o nível máximo da água é calculada pela seguinte expressão:

$$\square \quad D = H+2 + 0,01 \left( \frac{Du}{\sqrt{3}} - 50 \right) \longrightarrow D = H + 2,53$$

Onde:

Du = tensão máxima operativa da linha = 145 kV

H = altura do maior mastro

Para caso da travessia do Rio Araguaia, foi considerada altura máxima de mastro de 20,0 m e carga máxima da LDAT (condutor a 50°C) para dimensionamento da flecha do condutor e, conseqüentemente, para a definição das alturas das torres da travessia.

### 5.3 - Faixa de Segurança da LDAT

No local da travessia, a diretriz da LDAT está posicionada no centro de uma faixa de servidão com 24 m de largura.

### 5.4 - Altura das estruturas de travessia


As estruturas empregadas na travessia possuem as seguintes alturas de instalação dos cabos:

- T. 49/2 e 50/1: Condutor inferior= 66,00m e Para-raios= 77,32m;
- T. 51/3 e 52/1: Condutor inferior= 51,00m e Para-raios= 62,32m;

### 5.5 - Vão horizontal

Os vãos horizontais entre as estruturas da travessia são os seguintes:

- T- 49/2 / T- 50/1 = 805,66m;
- T- 51/3 / T- 52/1 = 571,53m;

	FEITO DMS	APROV.	DATA MAI/19	Nº ENERGISA	Nº PROJETISTA STA-CSA-138-101	REVISÃO 0	FOLHA 5
---	--------------	--------	----------------	-------------	----------------------------------	--------------	------------

## 5.6 - Temperatura de locação

A temperatura de locação é de 50°C, a qual inclui o efeito do aquecimento dos cabos condutores quando do transporte da potência elétrica máxima.

## 6 - PROJETO DA TRAVESSIA

### 6.1 - Estruturas

As estruturas utilizadas na travessia são do tipo, metálicas, treliçadas, autoportantes, construídas com perfis e chapas de aço com ligações aparafusadas, conforme normas ASTM A-36 e ASTM A-572, com todas as peças zincadas por imersão à quente.

Seu dimensionamento (projeto estrutural) foi feito de acordo com o Procedimento IEC-826, utilizado no que se refere à metodologia de confiabilidade de LDATs, e com o Manual ASCE 52, o qual foi empregado para definição dos critérios de cálculo das estruturas.

Foram também utilizados os critérios gerais constantes da norma ABNT NBR 5422.

### 6.2 - Características das Estruturas da Travessia


As torres T-49/2 a T-50/1 e T-51/3 a T-52/1, onde estão os 2 lances de travessia, são denominadas MKSSE, sendo classificadas como estruturas de suspensão para circuito simples, nas quais os cabos são fixados através de cadeias de isoladores suspensas (cadeias do tipo I).

### 6.3 - Fundações das Estruturas

Em função das características do subsolo dos locais onde serão implantadas, as fundações das torres T-49/2 a T-50/1 e T-51/3 a T-52/1 da travessia, serão em concreto armado com pilares aflorando até 4,8 m acima do nível d' água máximo do Rio.

### 6.4 - Características dos Cabos Condutor e Para-raios

Características Gerais	Condutor	Para-raios
Tipo	CAL	OPGW
Bitola	394,5 MCM	13,6 mm
Formação	19 fios	09 fios
Código	CANTON	OPGW 36D62s
Diâmetro nominal	18,30 mm	13,6 mm

	FEITO DMS	APROV.	DATA MAI/19	Nº ENERGISA	Nº PROJETISTA STA-CSA-138-101	REVISÃO 0	FOLHA 6
---	--------------	--------	----------------	-------------	----------------------------------	--------------	------------

Seção transversal nominal	199,90 mm <sup>2</sup>	104,00 mm <sup>2</sup>
Carga de ruptura	6009 kgf	10077 kgf
Peso unitário	548,5 kgf/km	619 kgf/km

### 6.5 - Comportamento Térmico do Condutor

A LDAT 138kV foi projetada para a temperatura de 50°C, final ("creep" de 10 anos), sem vento. Sendo a temperatura máxima média da região de 32°C, e considerando sol a pino (12 horas) e atmosfera limpa.

### 6.6 - Isoladores


Serão utilizados isoladores de suspensão polimérico, engate tipo concha – bola, carga de ruptura de 120 kN.

6.6.1 - As características do isolador estão apresentadas a seguir:

Característica	Unid.	Valor
Carga mecânica de ruptura	kN	120
Distância de arco	mm	1180
Comprimento	mm	1375
Distância de escoamento	mm	3960
Engate concha – bola	---	IEC-120 classe 12

6.6.2 - Cadeias de Isoladores e Ferragens do Cabo Condutor

Configuração da Cadeia	Tipo da Cadeia	Isoladores por cadeia
Cadeia de Suspensão "I"	-	1 polimérico
<b>Obs.</b>	1. As ferragens utilizadas nas cadeias têm as suas cargas de ruptura compatíveis com a resistência eletromecânica dos isoladores e com a carga de ruptura do condutor. 2. A proteção dos cabos contra os efeitos das vibrações eólicas é proporcionada por amortecedores, instalados nos cabos condutores.	

	FEITO DMS	APROV.	DATA MAI/19	Nº ENERGISA	Nº PROJETISTA STA-CSA-138-101	REVISÃO 0	FOLHA 7
---	--------------	--------	----------------	-------------	----------------------------------	--------------	------------

### 6.6.3 - Conjuntos de Suspensão dos Cabos Para-raios

Configuração do Conjunto	Tipo da Cadeia
Suspensão	CA
<b>Obs.</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>Os conjuntos de fixação dos para-raios também têm suas cargas de ruptura compatíveis com a carga de ruptura dos cabos para-raios.</li><li>A proteção dos cabos para-raios contra os efeitos das vibrações eólicas é proporcionada por amortecedores.</li></ol>

### 6.7 - Sinalização


A sinalização diurna será feita por esferas de sinalização com 600mm de diâmetro, em fibra de vidro na cor laranja, fixadas por mancais nos cabos para-raios e espaçadas de 100m, num total de 12 unidades distribuídas de forma equivalente e proporcional nos dois 2 lances de travessia, sendo uma esfera central posicionada no eixo de cada vão de travessia com o rio Araguaia.

## 7 - CÁLCULO MECÂNICO DA TRAVESSIA

No presente item, são apresentados os parâmetros e critérios utilizados no cálculo mecânico dos cabos ao longo da linha e, especificamente, nos vãos de travessia do rio Araguaia.

### 7.1 - Dados Climatológicos

Temperatura média (EDT – “everyday temperature”)	25° C
Temperatura máxima média	32° C
Temperatura ambiente máxima	40° C
Temperatura mínima	15° C
Temperatura média das mínimas (coincidente com o vento máximo)	19° C
Velocidade do vento extremo (T=150 anos 10min, 10m, cat B)	26,7 m/s
Nível ceráunico	120

	FEITO DMS	APROV.	DATA MAI/19	Nº ENERGISA	Nº PROJETISTA STA-CSA-138-101	REVISÃO 0	FOLHA 8
---	--------------	--------	----------------	-------------	----------------------------------	--------------	------------



## 7.2 - Trações de Governo dos Cabos

As trações de projeto para o cabo OPGW 13,6 mm foram definidas de modo que, na condição a 10° C, sem vento, final, a flecha seja limitada a 85% da flecha correspondente do condutor.

Em função do acima exposto, estão sendo adotadas as seguintes trações de projeto para os cabos selecionados:

### 7.2.1 - Condições de projeto do condutor


- Tração na temperatura de maior ocorrência de 25°C (EDS), na condição final (“creep” de 10 anos), igual a 18,5% da carga de ruptura do cabo: 1112 kgf.
- Tração máxima na temperatura mínima de 10°C, na condição inicial (“creep” de 1H), igual a 33% da carga de ruptura do cabo: 1983 kgf.
- Tração máxima no suporte com vento máximo (pressão de 37 kgf / m<sup>2</sup>), na temperatura mais provável de ocorrência do mesmo de 20 °C, na condição final (“creep” de 10 anos), igual a 33% da carga de ruptura do cabo: 1983 kgf.
- Temperatura máxima de operação dos cabos 75 °C.

### 7.2.2 - Condições de projeto do pára-raios OPGW


- Tração na temperatura de maior ocorrência de 25 °C (EDS), na condição final (“creep” de 10 anos), igual a 14,7 % da carga de ruptura do cabo: 1480 kgf.
- Tração máxima na temperatura mínima de 10 °C, na condição inicial (“creep” de 1H), igual a 33% da carga de ruptura do cabo: 3325 kgf.
- Tração máxima no suporte com vento máximo (pressão de 39 kgf / m<sup>2</sup>), na temperatura mais provável de ocorrência do mesmo de 20 °C, na condição final (“creep” de 10 anos), igual a 33% da carga de ruptura do cabo: 3325 kgf.

### 7.2.3 - Trações para Condição de Governo

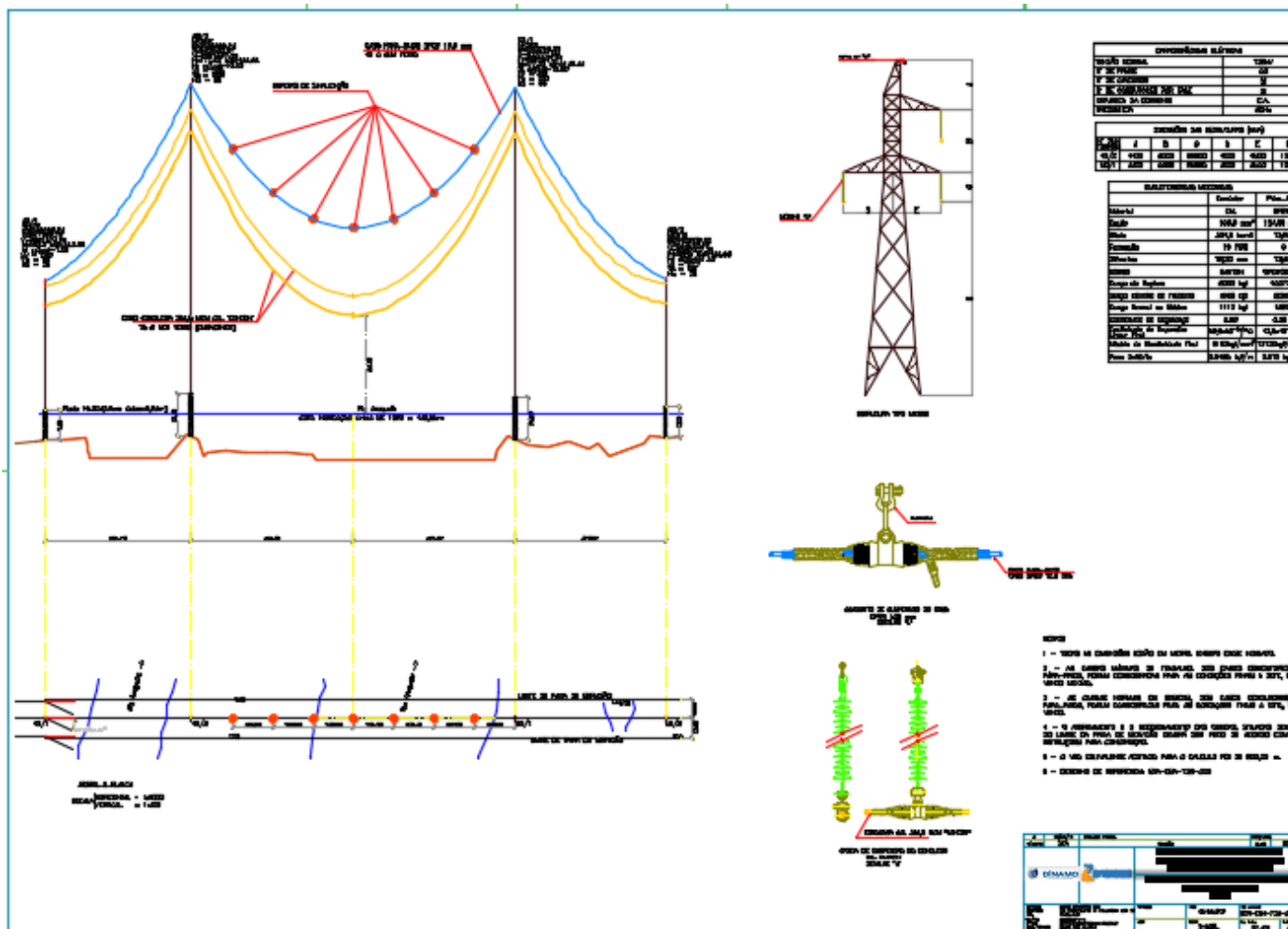
Condição de Governo	25° C, s/ vento, final
Intervalo de vãos básicos (V)	200 m < V < 800 m
Trações médias correspondentes à condição de governo	
CANTON	1112 kgf (18,5% CR)
OPGW 13,6 mm	1480 kgf (14,7% CR)

	FEITO DMS	APROV.	DATA MAI/19	Nº ENERGISA	Nº PROJETISTA STA-CSA-138-101	REVISÃO 0	FOLHA 9
---	--------------	--------	----------------	-------------	----------------------------------	--------------	------------

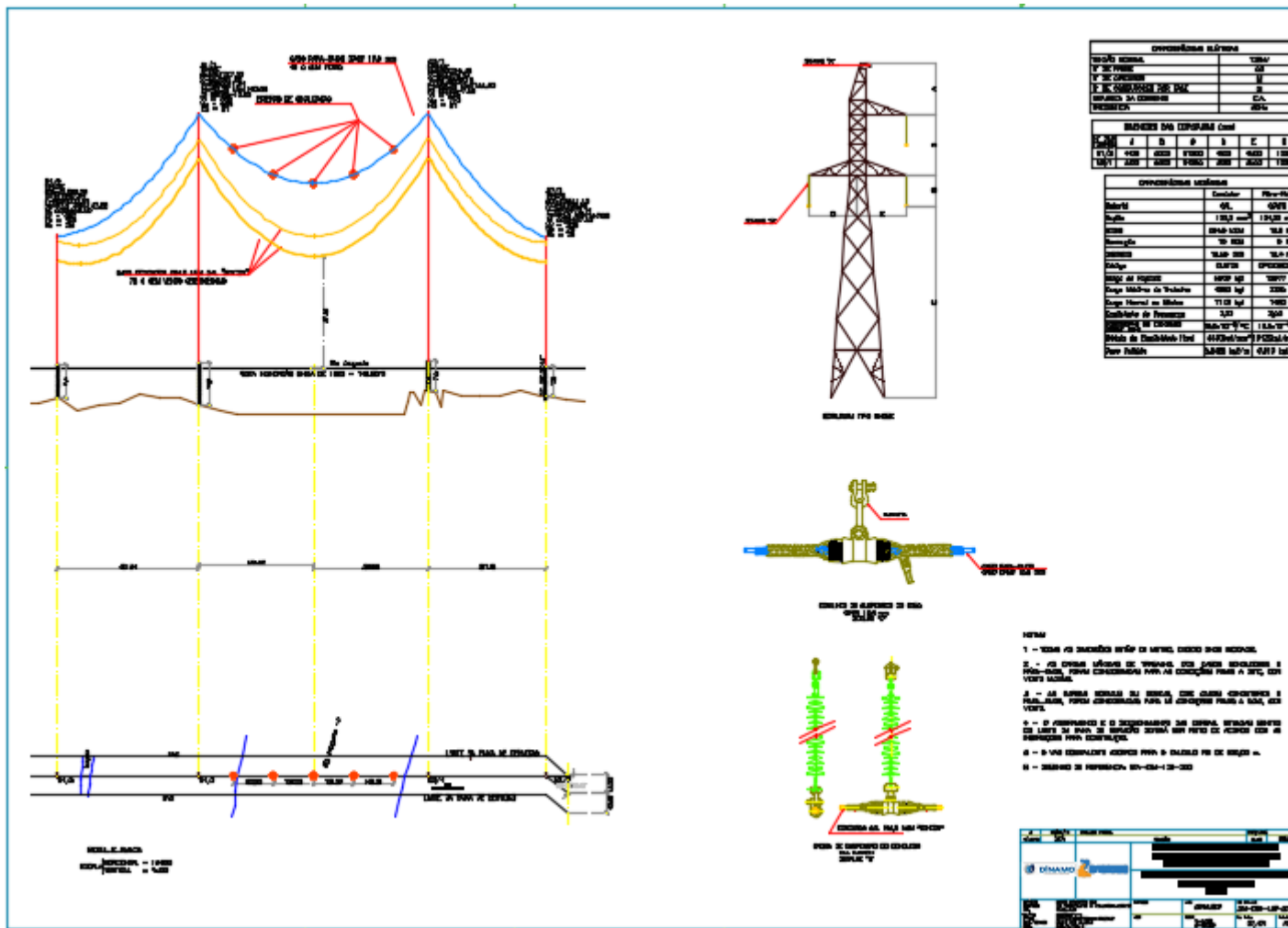
**ENG. WILSON JOSÉ DA SILVA**  
C.R.E.A 72350/D-TO

 The logo for Dinamo Engenharia & Serviços, featuring a blue circular icon with a white stylized 'D' and the text "DINAMO ENGENHARIA & SERVIÇOS" in blue. DMS			MAI/19		STA-CSA-138-101	0	10
---	--	--	--------	--	-----------------	---	----

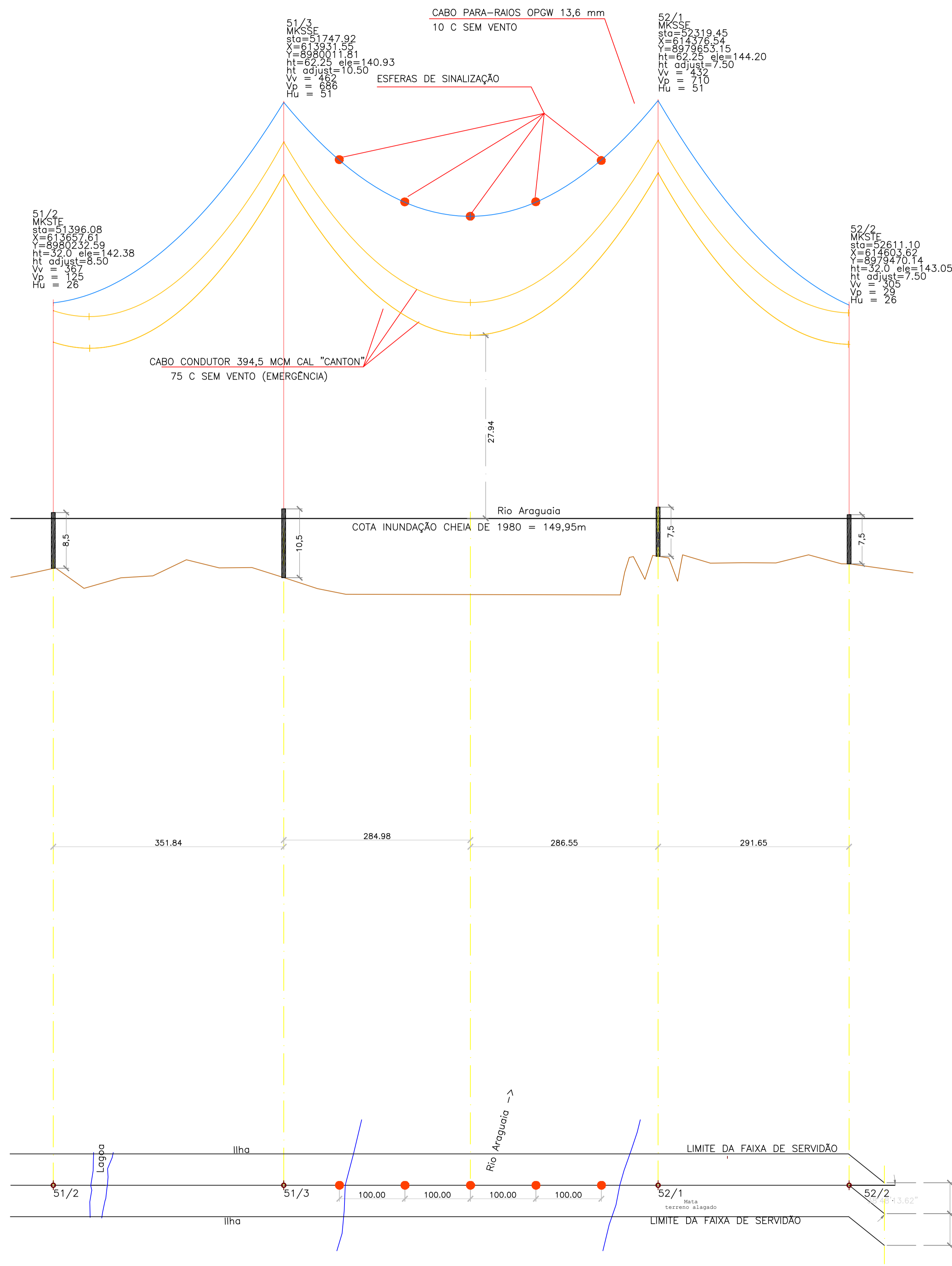
8 - PROJETOS DE TRAVESSIA SOBRE O RIO ARAGUAIA



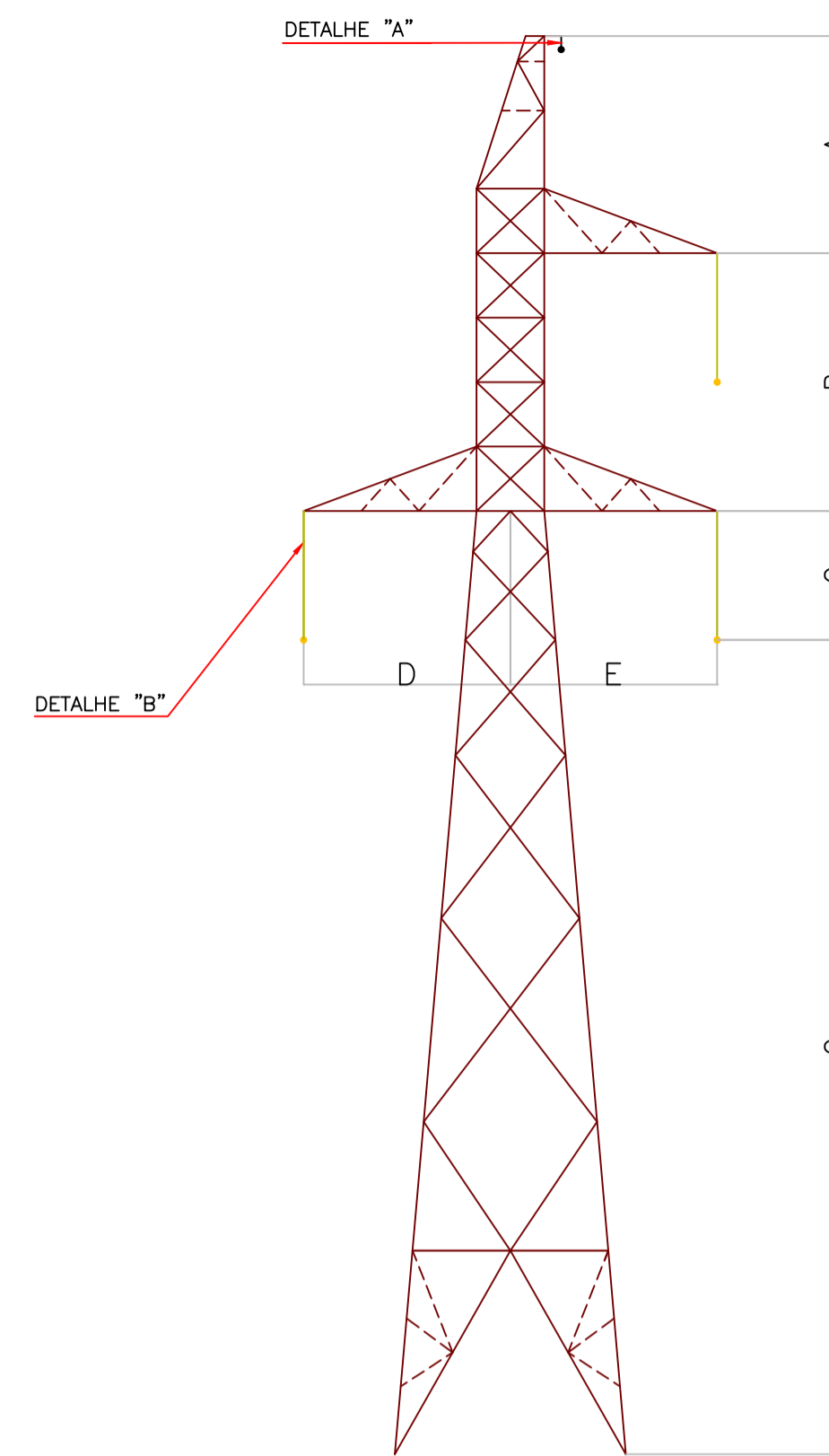
	FEITO	APROV.	DATA	Nº ENERGISA	Nº PROJETISTA	REVISÃO	FOLHA
	DMS		MAI/19		STA-CSA-138-101	0	11



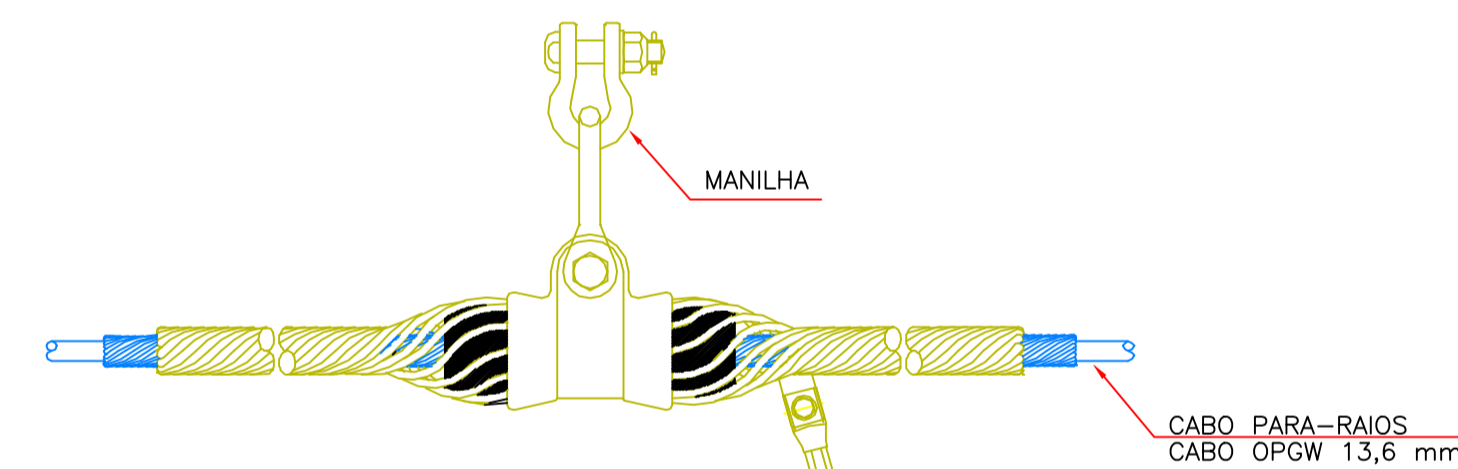
PROJETO	FEITO	APROV.	DATA	Nº ENERGISA	Nº PROJETO	REVISÃO	FOLHA
	DMS		MAI/19		STA-CSA-138-101	0	12



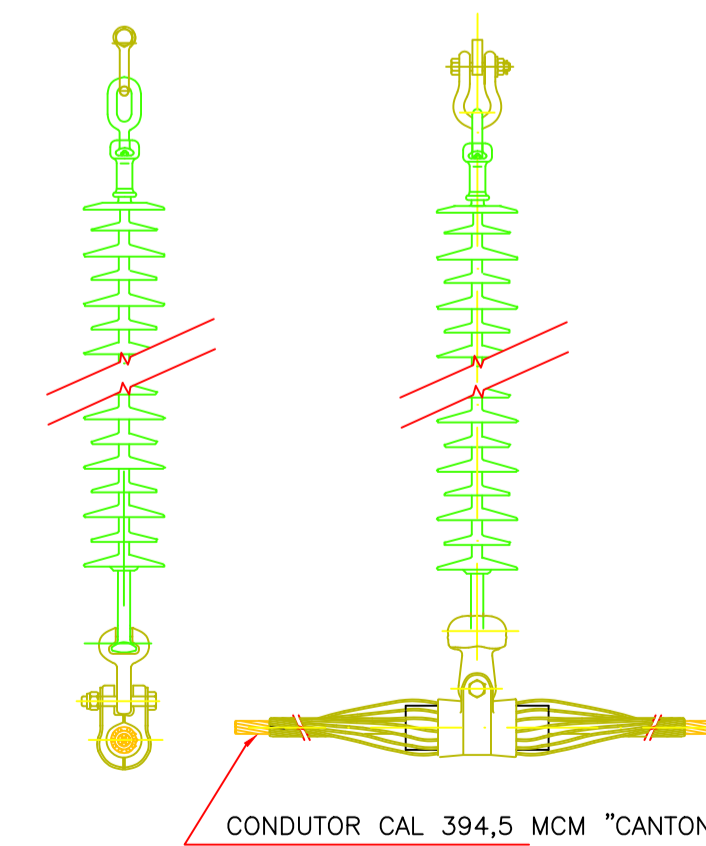
PERFIL E PLANTA  
 ESCALA (HORIZONTAL = 1:4000  
 VERTICAL = 1:400)



ESTRUTURA TIPO MKSSE



CONJUNTO DE SUSPENSÃO DO CABO OPGW 13,6 mm DETALHE "A"



CADEIA DE SUSPENSÃO DO CONDUTOR CAL CANTON DETALHE "B"

CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS	
TENSÃO NOMINAL	138kV
N° DE FASES	03
N° DE CIRCUITOS	01
N° DE CONDUTORES POR FASE	01
NATUREZA DA CORRENTE	C.A.
FREQUÊNCIA	60Hz

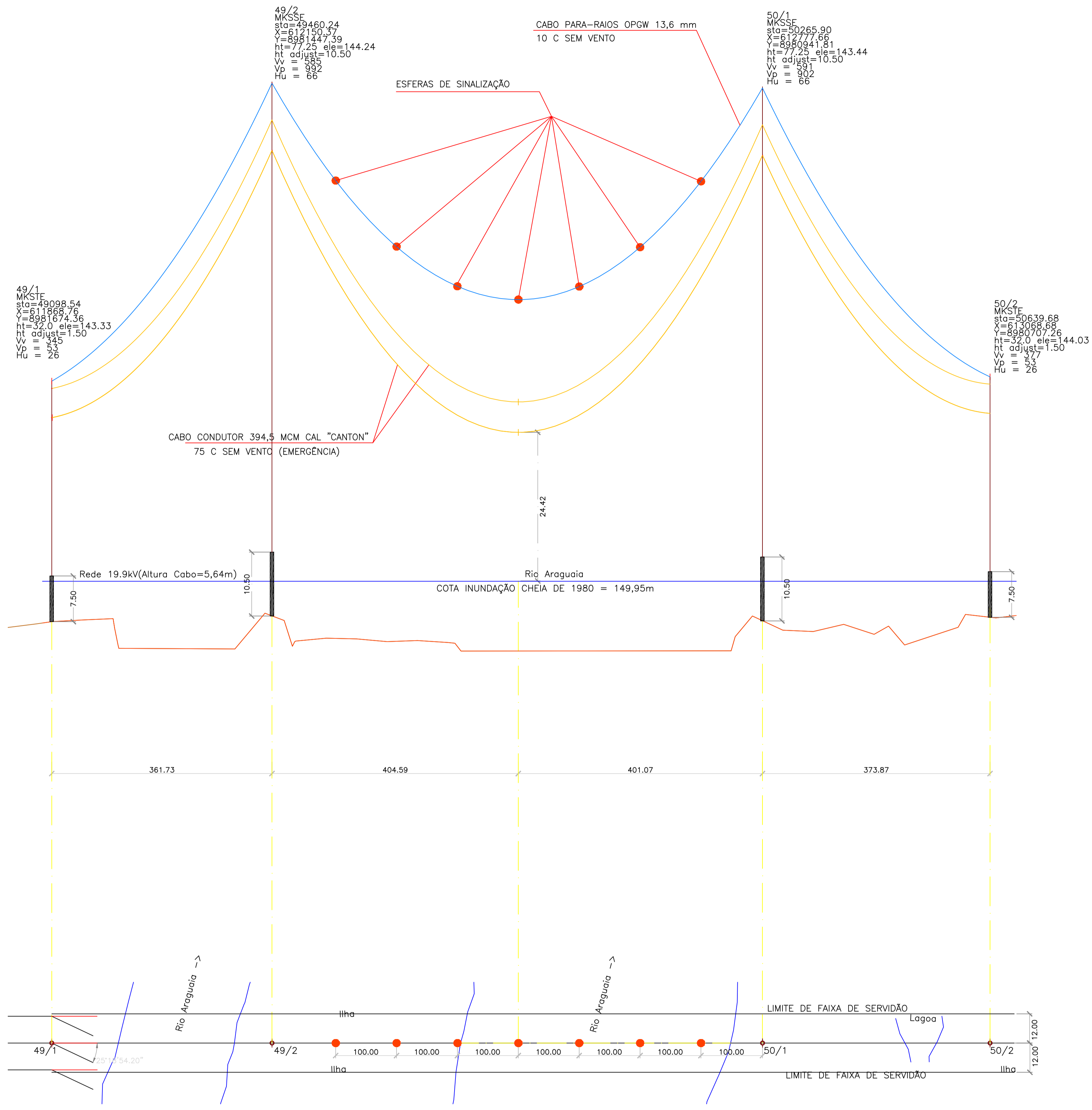
DIMENSÕES DAS ESTRUTURAS (mm)						
N° DAS TORRES	A	B	C	D	E	G
51/3	4420	5000	51000	4500	4500	1900
52/1	4420	5000	51000	4500	4500	1900

CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS		
	Condutor	Pára-Raios
Material	CAL	OPGW
Seção	199,9 mm <sup>2</sup>	104,00 mm <sup>2</sup>
Bitola	394,5 kcmil	13,6 mm
Formação	19 FIOS	9 FIOS
Diâmetro	18,30 mm	13,6 mm
Código	CANTON	OPGW36D62s
Carga de Ruptura	6009 kgf	10077 kgf
Carga Máxima de Trabalho	1983 kgf	3325 kgf
Carga Normal ou Básica	1112 kgf	1480 kgf
Coefficiente de Segurança	3,03	3,03
Coefficiente de Expansão Linear Final	18,9x10 <sup>-6</sup> /°C	13,5x10 <sup>-6</sup> /°C
Módulo de Elasticidade Final	6152kgf/mm <sup>2</sup>	13130kgf/mm <sup>2</sup>
Peso Unitário	0,5485 kgf/m	0,619 kgf/m

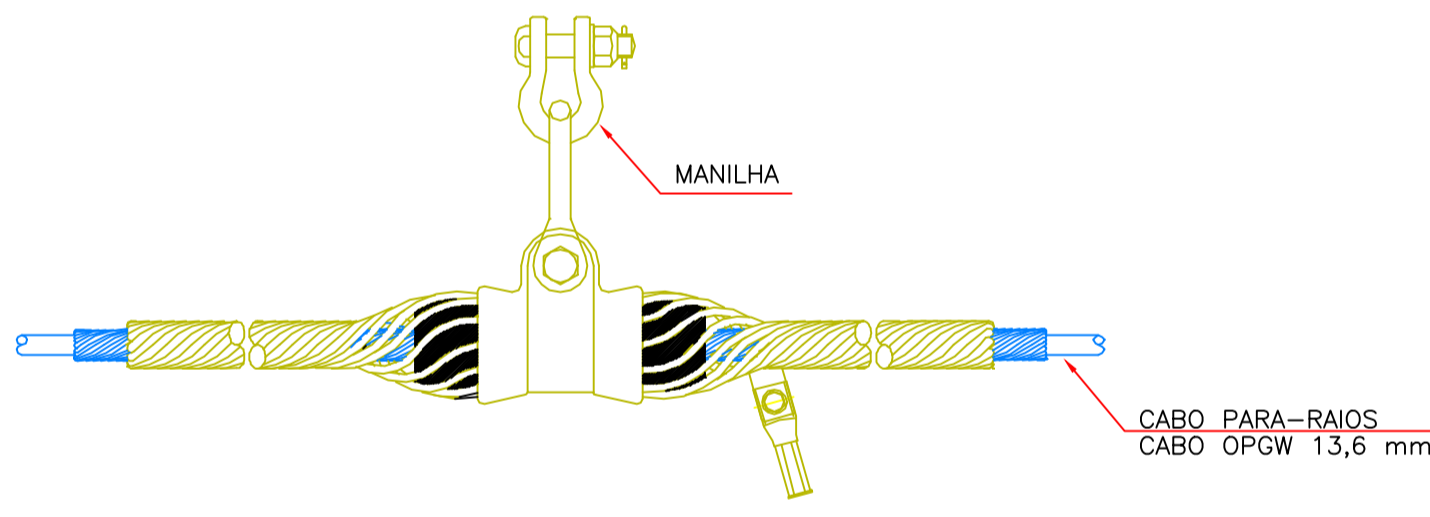
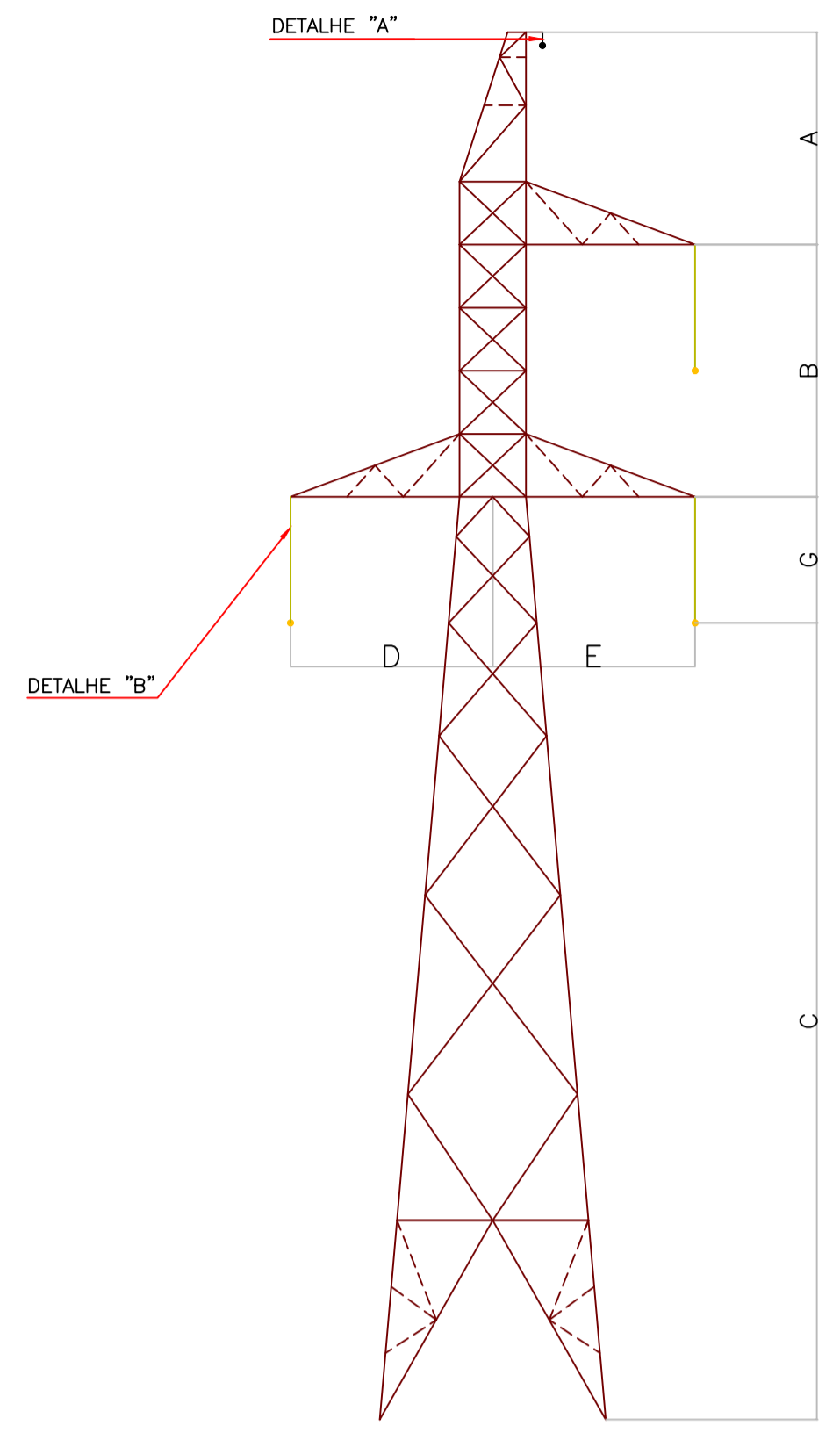
NOTAS:

- 1 - TODAS AS DIMENSÕES ESTÃO EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO.
- 2 - AS CARGAS MÁXIMAS DE TRABALHO, DOS CABOS CONDUTORES E PÁRA-RAIOS, FORAM CONSIDERADAS PARA AS CONDIÇÕES FINAIS A 20°C, COM VENTO MÁXIMO.
- 3 - AS CARGAS NORMAIS OU BÁSICAS, DOS CABOS CONDUTORES E PÁRA-RAIOS, FORAM CONSIDERADAS PARA AS CONDIÇÕES FINAIS A 50°C, SEM VENTO.
- 4 - O ATERRAMENTO E O SECCIONAMENTO DAS CERCAS, SITUADAS DENTRO DO LIMITE DA FAIXA DE SERVIÇÃO DEVERÁ SER FEITO DE ACORDO COM AS INSTRUÇÕES PARA CONSTRUÇÃO.
- 5 - O VÃO EQUIVALENTE ADOTADO PARA O CALCULO FOI DE 600,00 m.
- 6 - DESENHO DE REFERÊNCIA: STA-CSA-138-300

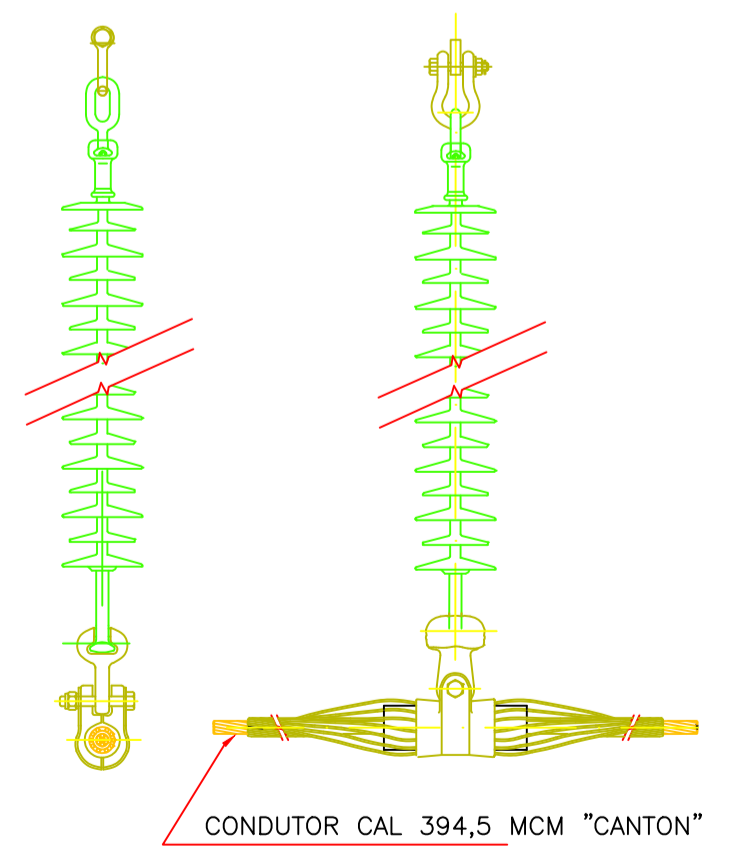
0	02/05/19	EMISSÃO INICIAL	SVO/DMS	ELAB.	VISTO
		Energisa Tocantins Distribuidora de Energia S/A Departamento de Manutenção de SEDs e LDATs Gestão da Construção de SEDs e LDATs LDAT 138kV SANTANA DO ARAGUAIA - CASEARA Travessia sobre Rio Araguaia Trecho 2			
EMPRESA: DYNAMO ENGENHARIA LTDA ENDEREÇO: 104 NORTE RUA NE 11 CONJUNTO 03 LOTE 08 CEP: 77048-030 TEL/FAX: (63) 3222-1222 e-mail: engenharia@dynamoengenharia.com.br RESP. TÉCNICO: WILSON JOSÉ DA SILVA CREA: TO 7235-0	Aprovado: _____ Data: 02/05/2019	No. Desenho: STA-CSA-138-501			
		Visto: _____ Escala: V=1:400 H=1:4000	No. Folha: 01/01	Revisão: ROD	



PERFIL E PLANTA  
 ESCALA HORIZONTAL = 1:4000  
 ESCALA VERTICAL = 1:400



CONJUNTO DE SUSPENSÃO DO CABO OPGW 13,6 mm DETALHE "A"



CADEIA DE SUSPENSÃO DO CONDUTOR CAL CANTON DETALHE "B"

CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS	
TENSÃO NOMINAL	138kV
N° DE FASES	03
N° DE CIRCUITOS	01
N° DE CONDUTORES POR FASE	01
NATUREZA DA CORRENTE	C.A.
FREQUÊNCIA	60Hz

DIMENSÕES DAS ESTRUTURAS (mm)						
N° DAS TORRES	A	B	C	D	E	G
49/2	4420	5000	66000	4500	4500	1900
50/1	4420	5000	66000	4500	4500	1900

CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS		
	Condutor	Pára-Raios
Material	CAL	OPGW
Seção	199,9 mm <sup>2</sup>	104,00 mm <sup>2</sup>
Bitola	394,5 kcmil	13,6 mm
Formação	19 FIOS	9 FIOS
Diâmetro	18,30 mm	13,6 mm
Código	CANTON	OPGW36D62s
Carga de Ruptura	6009 kgf	10077 kgf
Carga Máxima de Trabalho	1983 kgf	3325 kgf
Carga Normal ou Básica	1112 kgf	1480 kgf
Coefficiente de Segurança	3,03	3,03
Coefficiente de Expansão Linear Final	18,9x10 <sup>-6</sup> /°C	13,5x10 <sup>-6</sup> /°C
Módulo de Elasticidade Final	6152kgf/mm <sup>2</sup>	13130kgf/mm <sup>2</sup>
Peso Unitário	0,5485 kgf/m	0,619 kgf/m

- NOTAS:
- 1 - TODAS AS DIMENSÕES ESTÃO EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO.
  - 2 - AS CARGAS MÁXIMAS DE TRABALHO, DOS CABOS CONDUTORES E PÁRA-RAIOS, FORAM CONSIDERADAS PARA AS CONDIÇÕES FINAIS A 20°C, COM VENTO MÁXIMO.
  - 3 - AS CARGAS NORMAIS OU BÁSICAS, DOS CABOS CONDUTORES E PÁRA-RAIOS, FORAM CONSIDERADAS PARA AS CONDIÇÕES FINAIS A 50°C, SEM VENTO.
  - 4 - O ATERRAMENTO E O SECCIONAMENTO DAS CERCAS, SITUADAS DENTRO DO LIMITE DA FAIXA DE SERVIÇÃO DEVERÁ SER FEITO DE ACORDO COM AS INSTRUÇÕES PARA CONSTRUÇÃO.
  - 5 - O VÃO EQUIVALENTE ADOTADO PARA O CALCULO FOI DE 800,00 m.
  - 6 - DESENHO DE REFERÊNCIA: STA-CSA-138-300

0	02/05/19	EMISSÃO INICIAL	SVO/DMS
NÚMERO	DATA	REVISÃO	ELAB. VISTO
		Energisa Tocantins Distribuidora de Energia S/A Departamento de Manutenção de SEDs e LDATs Gestão da Construção de SEDs e LDATs LDAT 138kV SANTANA DO ARAGUAIA - CASEARA Travessia sobre Rio Araguaia Trecho I	
EMPRESA: DÍNAMO ENGENHARIA LTDA ENDEREÇO: 104 NORTE RUA NE 11 CONJUNTO 03 LOTE 08 CEP: 77068-030 TEL/FAX: (63) 3222-1222 e-mail: engenharia@dinamoenharia.com.br RESP. TÉCNICO: WILSON JOSÉ DA SILVA CREA: TO 7235-0	Aprovado: _____ Data: 02/05/2019	No. Desenho: STA-CSA-138-500	Visto: _____ Escala: V=1:400 H=1:4000 No. Folha: 01/01 Revisão: ROD