



<div style="margin-bottom: 10px;">Notas</div> <div>Referências</div>						
0A	04/05/2023	EMIÇÃO INICIAL	RCS	ACA	JRN	-
Nº	Data	Natureza da Revisão	Elaborado	Verificado	Aprovado	Aprovado
			PROJETISTA			CLIENTE
Controle de Revisões						
Contratante		Contratada		Contratada		
						
Lote 4 do Leilão nº 001/2022 da ANEEL PROJETO EXECUTIVO						
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>OBJETO</div> <div>LT 230 kV LARANJAL DO JARI – MACAPÁ III C1</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div>TÍTULO</div> <div>CRITÉRIOS GERAIS PARA PROJETOS DE FUNDAÇÃO</div> </div>						
Nº DOCUMENTO				FOLHA	REVISÃO	
AP2-LT1-PE-CI-CRT-002				1/5	0A	

	CRITÉRIOS GERAIS PARA PROJETOS DE FUNDAÇÃO	Nº Doc. AP2-LT1-PE-CI-CRT-002	
		Folha 2/5	Revisão 0A

SUMÁRIO

1	OBJETIVO	3
2	TIPOS DE SOLOS CONSIDERADOS.....	3
2.1	Solos Típicos	3
2.2	Rochas	3
2.3	Solos Especiais.....	3
3	CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS	3
3.1	Parâmetros de Projeto do Concreto	3
3.2	Parâmetros de Projeto do Aço	3
4	FUNDAÇÕES DAS ESTRUTURAS ESTAIADAS (LMEL)	4
4.1	Fundações para o Mastro.....	4
4.2	Fundações para os Estais.....	4
5	FUNDAÇÕES DAS ESTRUTURAS AUTOPORTANTES (LMSL, LMSP, LMSM, LMTR, LMAA E LMAT)	4
6	CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DAS FUNDAÇÕES.....	5
7	QUADRO RESUMO.....	5

	CRITÉRIOS GERAIS PARA PROJETOS DE FUNDAÇÃO		Nº Doc. AP2-LT1-PE-CI-CRT-002
			Folha 3/5 Revisão 0A

1 OBJETIVO

Definir os critérios a serem adotados na elaboração dos projetos de fundações típicas, com base nos tipos de solos indicados para a linha de transmissão LT 230 kV Laranjal do Jari – Macapá III C1.

2 TIPOS DE SOLOS CONSIDERADOS

2.1 Solos Típicos

Tipo de Solo	Solo I	Solo II / IIS	Solo III / IIIS
Nº de Golpes N_{SPT}	$N_{SPT} \geq 15$	$15 > N_{SPT} \geq 10$	$10 > N_{SPT} \geq 5$
Tensão Admissível	3,00 kgf/cm ²	2,00 kgf/cm ²	1,00 kgf/cm ²
Peso Específico (Natural)	1,60 tf/m ³	1,40 tf/m ³	1,30 tf/m ³
Peso Específico (Saturado)	-	1,00 tf/m ³	1,00 tf/m ³
Coesão	0,15 kgf/cm ²	0,10 kgf/cm ²	0,05 kgf/cm ²
Ângulo de Atrito	25°	17,5°	12,5°
Umidade	Natural	Natural / Saturado	Natural / Saturado

2.2 Rochas

Tipo	IV
Tensão Admissível	5,00 kgf/cm ²
Peso Específico	2,00 tf/m ³
Aderência Concreto-Rocha	2,20 kgf/cm ²
Ângulo de Atrito	45°

2.3 Solos Especiais

Os casos que requeiram fundações especiais serão denominados tipo V, onde serão projetadas fundações em tubulão reto (sem base alargada), fundações sobre estacas e/ou sapatas especiais.

3 CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

3.1 Parâmetros de Projeto do Concreto

Resistência característica à compressão:

- Concreto armado moldado “in loco”: $f_{ck} \geq 25$ MPa;
- Concreto armado pré-moldado: $f_{ck} \geq 20$ MPa;

Resistência de cálculo do concreto:

- $f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c$
- Onde $\gamma_c = 2,2$ para os tubulões; e $\gamma_c = 1,4$ para o restante das fundações.

Peso específico do concreto:


- Concreto em solos naturais: 25 kN/m³
- Concreto em solos saturados: 15 kN/m³

3.2 Parâmetros de Projeto do Aço

Resistência de cálculo do aço:

- $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$
- Onde $\gamma_s = 1,15$

Armadura para concreto: Aço CA-50.

	CRITÉRIOS GERAIS PARA PROJETOS DE FUNDAÇÃO	Nº Doc. AP2-LT1-PE-CI-CRT-002	
		Folha 4/5	Revisão 0A

Cobrimento mínimo da armadura: 4 cm.

4 FUNDAÇÕES DAS ESTRUTURAS ESTAIADAS (LMEL)

4.1 Fundações para o Mastro

Para o mastro está sendo prevista a execução de fundação em tubulão sem base alargada, com profundidade variável baseada na sondagem referente de cada estrutura, podendo ser aplicado em todos os tipos de solos. Está sendo prevista também, como opção, fundação em sapata pré-moldada simples para os solos I e IV, e a mesma sobre placa pré-moldada para os solos II e III.

Em situações específicas e pontuais (solos especiais, tipo V) poderá ser desenvolvido projeto em bloco sobre estacas, podendo as mesmas serem em concreto, metálicas ou até mesmo helicoidais. Neste último caso, o projeto do bloco de coroamento deverá obrigatoriamente ser desenvolvido pela ENGEPRO ENGENHARIA, como também, o acompanhamento dos ensaios de convalidação e a aprovação de todos os documentos referentes.

Em todos os casos, o afloramento mínimo será de 0,30 m.

4.2 Fundações para os Estais

Para os estais está sendo prevista a execução de fundação em tubulão sem base alargada para os solos I, II e III. Está sendo prevista também, como opção, fundação pré-moldada para os solos I, II, IIS, III e IIIS.

Para a fixação dos cabos dos estais nas fundações em tubulão, poderá ser utilizado grampo “U” simétrico inclinado conforme ângulo real do estai ou Stub. Já para as fundações pré-moldadas, será utilizado haste de ancoragem, podendo ser encapsuladas.

O afloramento mínimo dessa haste deverá ser de 0,60 m e o comprimento enterrado variável, em função da inclinação do terreno. Caberá ao campo definir os comprimentos a serem utilizados em cada caso e efetuar os respectivos cortes.

A emenda da haste de ancoragem dos estais, caso venham a ser utilizadas para fins de aproveitamento, deve ser única e feita a 0,80 m da superfície do concreto.

Em solo tipo IV (rocha), os estais serão fixados diretamente na rocha, através de haste de ancoragem auto injetável.


Caso venha a ser decidido pelo uso de fundações do tipo estaca helicoidal, o projeto da fundação deverá ser desenvolvido por seu fornecedor e aprovado pela Engepro Engenharia.

As profundidades mínimas de cravação e o torque de instalação deverão ser definidos através de ensaios de convalidação. A quantidade e os locais dos ensaios deverão ser definidos em comum acordo com a Engepro Engenharia.

No projeto da estaca helicoidal, o fornecedor deverá ainda levar em consideração as medidas necessárias para protegê-la contra a agressividade do solo.

5 FUNDAÇÕES DAS ESTRUTURAS AUTOPORTANTES (LMSL, LMSP, LMSM, LMTR, LMAA E LMAT)

Para todas as estruturas, está sendo prevista a execução de fundação em tubulão sem base alargada, com profundidade variável baseada na sondagem referente de cada estrutura, podendo ser aplicado em todos os tipos de solos, e sapata ou bloco sobre estacas para os solos III, IIIS e V.

	CRITÉRIOS GERAIS PARA PROJETOS DE FUNDAÇÃO		Nº Doc. AP2-LT1-PE-CI-CRT-002
			Folha 5/5 Revisão 0A

Em solo tipo IV (rocha) está sendo previsto bloco ancorado por tirantes diretamente na rocha.

Nos projetos dos tubulões serão considerados diâmetros entre 0,80 m e 1,20 m, com afloramento variando entre 0,30 m a 1,80 m, com intervalos de 0,10 m.

Eventualmente, em função das situações que se apresentem, poderão vir a serem projetadas fundações especiais, tais como blocos sobre estacas ou sapatas especiais, podendo ser considerados nestes casos, além dos dados específicos do solo, de acordo com as sondagens, as cargas correspondentes às características reais de locação das torres.

6 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DAS FUNDAÇÕES

Para a verificação à estabilidade ao tombamento em fundações em tubulão com ou sem base alargada, será adotada a Metodologia de A.M. DiGioia.

O dimensionamento à tração será conforme a metodologia de Biarez e Barraud (Método de Grenoble).

Já nas Fundações em Sapata, para o dimensionamento ao tombamento será apresentada a verificação conforme Bureau of Reclamation.

E a verificação ao arrancamento será conforme a metodologia de Biarez e Barraud (Método de Grenoble) e também o Método do Tronco de Cone.

Para fundações especiais em Bloco sobre Estacas e Tubulão Reto, suas profundidades serão dimensionadas através do método de Decourt-Quaresma, com base em suas respectivas sondagens SPT.

Serão adotados os fatores de segurança em acordo com as metodologias citadas acima.

7 QUADRO RESUMO

ESTRUTURAS		PROJETO	SOLOS							OBSERVAÇÕES
			I	II	IIS	III	IIIS	IV	V	
ESTAIADAS	MASTRO	Tubulão sem base alargada	-	-	-	-	-	-	X	Afloramento mínimo de 0,30m.
		Sapata pré-moldada	X	-	-	-	-	X	-	
		Sapata sobre laje	-	X	X	X	X	-	-	
		Bloco sobre estacas	-	-	-	-	-	-	X	
	ESTAIS	Tubulão sem base alargada	X	X	-	X	-	-	-	Grampo “U” ou Stub
		Atirantamento em rocha	-	-	-	-	-	X	-	Afloramento da haste de ancoragem.
		Viga Pré-moldada	X	X	X	X	X	-	-	
AUTOPORTANTE		Tubulão sem base alargada	X	X	-	X	-	-	X	Com afloramento variando entre 0,30m e 1,80m, com intervalos de 0,10m.
		Bloco ancorado em rocha	-	-	-	-	-	X	-	
		Bloco sobre estacas	-	-	-	X	X	-	X	