
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO – PROJETO EXECUTIVO – INSTALAÇÃO DE GANCHOS DE AMARRAÇÃO NO BERÇO 104 - CABEAMENTO			
	PROJETO: INSPEÇÕES E PROJETOS NO PORTO DO ITAQUI			
	Nº EXE: MC-020.030-304-17-003	DATA: 03/07/23	REVISÃO: 4	Nº FOLHA: 1 de 20

Nº	REVISÃO DAS FOLHAS	Nº	REVISÃO DAS FOLHAS	Nº	REVISÃO DAS FOLHAS
1	0-1-2-3	28		55	
2	0-1-2-3	29		56	
3	0-1-2-3	30		57	
4	0-1-2-3	31		58	
5	0-1-2-3	32		59	
6	0-1-2-3	33		60	
7	0-1-2-3	34		61	
8	0-1-2-3	35		62	
9	0-1-2-3	36		63	
10	0-1-2-3	37		64	
11	0-1-2-3	38		65	
12	0-1-2-3	39		66	
13	0-1-2-3	40		67	
14	0-1-2-3	41		68	
15	0-1-2-3	42		69	
16	0-1-2-3	43		70	
17	0-1-2-3	44		71	
18	0-1-2-3	45		72	
19	0-1-2-3	46		73	
20	0-1-2-3	47		74	
21		48		75	
22		49		76	
23		50		77	
24		51		78	
25		52		79	
26		53		80	
27		54		81	


INSPEÇÕES E PROJETOS NO PORTO DO ITAQUI

4	E	07/2023	SN	DT	LFN	-	-	APROVADO
3	B	06/2023	SN	DT	LFN	-	-	CONFORME COMENTÁRIOS
2	B	04/2023	SN	DT	RFLO	-	-	CONFORME COMENTÁRIOS
1	B	03/2023	EXE	RFLO	RFLO	-	-	CONFORME COMENTÁRIOS
0	B	01/2023	EXE	RFLO	RFLO	-	-	PARA APROVAÇÃO
REV.	EMIS	DATA	ELABORADO	VERIFICADO	APROVADO	POR	DATA	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES
						VALIDADO		
TIPO DE EMISSÃO				(A) PRELIMINAR (B) PARA APROVAÇÃO (C) PARA INFORMAÇÃO		(D) PARA COTAÇÃO (E) APROVADO (F) COMO COMPRADO		(G) COMO CONSTRUÍDO (H) CANCELADO

	TÍTULO:			
	MEMÓRIA DE CÁLCULO – PROJETO EXECUTIVO – INSTALAÇÃO DE GANCHOS DE AMARRAÇÃO NO BERÇO 104 - CABEAMENTO			
	PROJETO:			
	INSPEÇÕES E PROJETOS NO PORTO DO ITAQUI			
	Nº EXE:	DATA:	REVISÃO:	Nº FOLHA:
	MC-020.030-304-17-003	03/07/23	4	2 de 20

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
2	DOCUMENTOS E BIBLIOGRAFIAS DE REFERÊNCIA.....	5
2.1	Documentos do Projeto.....	5
2.2	Bibliografias, normas e documentos de referência	6
3	CONDIÇÕES LOCAIS	7
3.1	Localização	7
4	DIMENSIONAMENTO DO ALIMENTADOR	8
4.1	Traçado	8
4.2	Verificação das Condições de Atendimento do Alimentador	9
4.2.1	Capacidade de corrente e queda de tensão do alimentador do PN-G12/G21	9
4.2.2	Capacidade de corrente e queda de tensão do alimentador do PN-G12/G21	10
4.2.3	Suportabilidade a correntes de curto-circuito	12
4.3	Dimensionamento da proteção do alimentador do PN-G12/G21	14
5	MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS ELETRODUTOS.....	16
5.1.1	Cálculo da Área dos Cabos	16
5.1.2	Cálculo da Área dos Eletrodutos	16
5.1.3	Cálculo das Taxas de Ocupação nos Eletrodutos por Trecho	17
6	MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS DE CONCRETO	19
7	CONCLUSÃO	20


	TÍTULO:			
	MEMÓRIA DE CÁLCULO – PROJETO EXECUTIVO – INSTALAÇÃO DE GANCHOS DE AMARRAÇÃO NO BERÇO 104 - CABEAMENTO			
	PROJETO:			
	INSPEÇÕES E PROJETOS NO PORTO DO ITAQUI			
	Nº EXE:	DATA:	REVISÃO:	Nº FOLHA:
	MC-020.030-304-17-003	03/07/23	4	3 de 20

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Porto do Itaqui em São Luís, MA.....	4
Figura 2 - Localização dos ganchos.....	4
Figura 3 – Alimentação dos ganchos de amarração.....	4
Figura 4 - Localização dos novos ganchos	7
Figura 5 - Planta de instalação dos novos ganchos	7
Figura 6 - Curvas de danos dos cabos 10 mm ² e 120 mm ² e curvas de atuação dos disjuntores NSX250B e NSX100B.	13

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cenários para dimensionamento do alimentador	11
Tabela 2 – Ajustes nos disjuntores NSX250B e NSX100B	14
Tabela 3 – Área de ocupação de cada cabo com isolamento.....	16
Tabela 4 – Área de livre de cada eletroduto	16
Tabela 5 – Escolha do eletroduto adequado para cada trecho	18
Tabela 6 – Memória de cálculo da caixa de passagem de concreto	19

	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO – PROJETO EXECUTIVO – INSTALAÇÃO DE GANCHOS DE AMARRAÇÃO NO BERÇO 104 - CABEAMENTO			
	PROJETO: INSPEÇÕES E PROJETOS NO PORTO DO ITAQUI			
	Nº EXE: MC-020.030-304-17-003	DATA: 03/07/23	REVISÃO: 4	Nº FOLHA: 4 de 20

1 INTRODUÇÃO

O presente documento tem por finalidade registrar as considerações adotadas no dimensionamento de um alimentador para atender 10 ganchos de amarração de desengate rápido, a serem instalados no Berço 104 do Porto de Itaqui, em São Luís, no Estado do Maranhão.

A localização do Berço 104 é apresentada na Figura 1.



Figura 1 – Porto do Itaqui em São Luís, MA

A Figura 2 apresenta esquematicamente a localização dos novos ganchos a serem instalados no Berço.

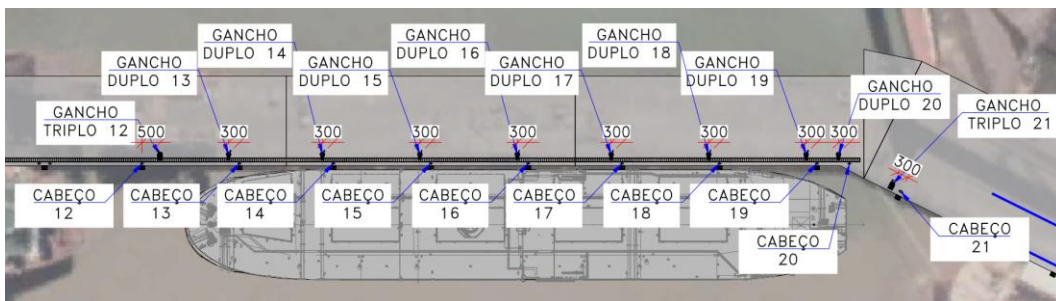


Figura 2 - Localização dos ganchos

A Figura 3 apresenta esquematicamente a alimentação dos novos ganchos a serem instalados no Berço 104.

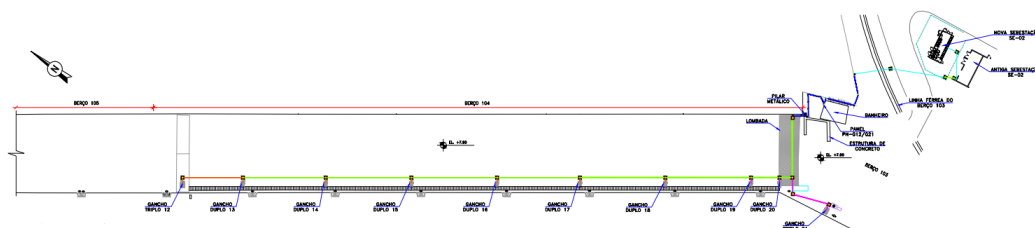



Figura 3 – Alimentação dos ganchos de amarração


	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO – PROJETO EXECUTIVO – INSTALAÇÃO DE GANCHOS DE AMARRAÇÃO NO BERÇO 104 - CABEAMENTO			
	PROJETO: INSPEÇÕES E PROJETOS NO PORTO DO ITAQUI			
	Nº EXE: MC-020.030-304-17-003	DATA: 03/07/23	REVISÃO: 4	Nº FOLHA: 5 de 20

2 DOCUMENTOS E BIBLIOGRAFIAS DE REFERÊNCIA

2.1 Documentos do Projeto


Neste item são apresentados os principais documentos, com o nome e descrição de cada documento.

- [1] D-020.030-304-17-008 – Projeto executivo – Infraestrutura elétrica de alimentação dos novos ganchos de amarração de desengate rápido – 1/3;
- [2] D-020.030-304-17-009 – Projeto executivo – Infraestrutura elétrica de alimentação dos novos ganchos de amarração de desengate rápido – 2/3;
- [3] D-020.030-304-17-010 – Projeto executivo – Infraestrutura elétrica de alimentação dos novos ganchos de amarração de desengate rápido – 3/3;
- [4] D-020.030-304-17-012 – Projeto executivo – Infraestrutura elétrica de alimentação dos novos ganchos de amarração de desengate rápido – Diagrama unifilar;
- [5] D-020.030-304-17-013 – Projeto executivo – Infraestrutura elétrica de alimentação dos novos ganchos de amarração de desengate rápido – Diagrama unifilar do painel PN-G12/G21;
- [6] D-020.030-304-17-015 – Projeto executivo – Infraestrutura elétrica de alimentação dos novos ganchos de amarração de desengate rápido – Sala elétrica;
- [7] ES-020.030-304-17-002 – Especificação Técnica – Projeto executivo – Instalação de novos ganchos no Berço 104;
- [8] MD-020.030-304-17-002 – Memorial descritivo– Projeto executivo – Instalação de novos ganchos no Berço 104;
- [9] PQ-020.030-304-17-002 – Projeto executivo – Planilha de quantidades – Instalação de novos ganchos no Berço 104;
- [10] MED-020.030-304-17-002 – Caderno de encargos – Projeto executivo – Instalação de novos ganchos no Berço 104;

	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO – PROJETO EXECUTIVO – INSTALAÇÃO DE GANCHOS DE AMARRAÇÃO NO BERÇO 104 - CABEAMENTO			
	PROJETO: INSPEÇÕES E PROJETOS NO PORTO DO ITAQUI			
	Nº EXE: MC-020.030-304-17-003	DATA: 03/07/23	REVISÃO: 4	Nº FOLHA: 6 de 20

2.2 Bibliografias, normas e documentos de referência

- [11] ABNT NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- [12] Catálogos diversos de equipamentos e materiais elétricos;
- [13] EMP2-PE-EPB-001-DF-03 – Quadro de Distribuição QGBT-01;
- [14] DS12356115 – Folha de Dados WEG.

	TÍTULO:			
	MEMÓRIA DE CÁLCULO – PROJETO EXECUTIVO – INSTALAÇÃO DE GANCHOS DE AMARRAÇÃO NO BERÇO 104 - CABEAMENTO			
	PROJETO:			
	INSPEÇÕES E PROJETOS NO PORTO DO ITAQUI			
Nº EXE:	DATA:	REVISÃO:	Nº FOLHA:	
MC-020.030-304-17-003	03/07/23	4	7 de 20	

3 CONDIÇÕES LOCAIS

Este capítulo, tem por objetivo apresentar as condições locais na região de implantação dos novos ganchos no Berço 104 do Porto de Itaqui, em São Luís - MA.

3.1 Localização

Os ganchos estão localizados no Berço 104, à 3 metros dos cabeços existentes.

A base dos ganchos será posicionada no nível +7,90 m.



Figura 4 - Localização dos novos ganchos

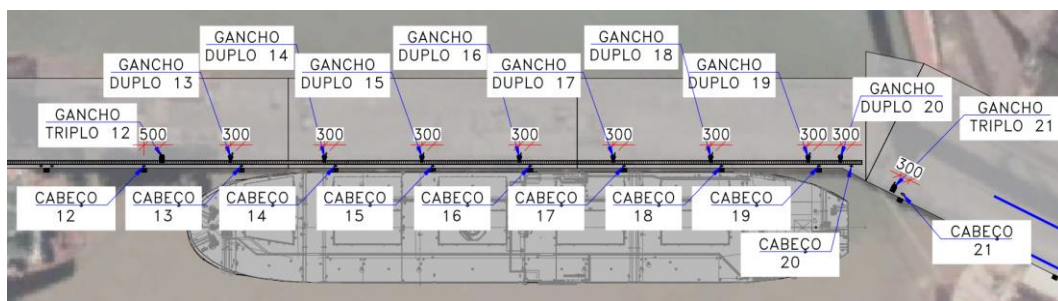



Figura 5 - Planta de instalação dos novos ganchos

	TÍTULO:			
	MEMÓRIA DE CÁLCULO – PROJETO EXECUTIVO – INSTALAÇÃO DE GANCHOS DE AMARRAÇÃO NO BERÇO 104 - CABEAMENTO			
	PROJETO:			
	INSPEÇÕES E PROJETOS NO PORTO DO ITAQUI			
	Nº EXE:	DATA:	REVISÃO:	Nº FOLHA:
	MC-020.030-304-17-003	03/07/23	4	8 de 20

4 DIMENSIONAMENTO DO ALIMENTADOR

Este capítulo tem por finalidade apresentar os parâmetros básicos levados em consideração durante o dimensionamento do alimentador do painel PN-G12/G21 e ganchos de desengate rápido do berço 104.

4.1 Traçado


O alimentador terá sua origem no painel QGBT-01 instalado na subestação SE-2 e, através de um lance de 75 m, se conectará ao painel PN-G12/G21. No lance entre a subestação SE-2 e o painel PN-G12/G21, o alimentador será protegido através de eletrodutos rígidos de alumínio, com diâmetro de Ø 4", com luva e protetor de rosca em barras de 3 metros. Acabamento em alumínio extrudado, schedule 40, sem costura com gravação na barra. Indicado para ambientes de alta corrosão.

O painel PN-G12/G21 conterá internamente uma chave geral seccionadora sob carga e dez disjuntores com dispositivo diferencial residual para proteção individual de cada gancho.

Do painel PN-G12/G21 aos ganchos de amarração de desengate rápido, seguirão cabos tetrapolares para cada gancho em eletrodutos rígidos de alumínio, com diâmetro de Ø 4", com a luva e protetor de rosca em barras de 3 metros. Acabamento em alumínio extrudado, schedule 40, sem costura com gravação na barra, indicados para ambientes de alta corrosão.

Para o dimensionamento do alimentador, foram adotadas algumas premissas conforme apresentadas a seguir:

- Para dimensionamento da carga prevista no painel PN-G12/G21, considerou-se três ganchos de amarração operando a plena carga acrescido de um quarto gancho partindo;
- Para o dimensionamento dos alimentadores individuais dos ganchos, considerou-se a carga nominal do motor, acrescido de 25%;
- Para efeito de cálculo de queda de tensão, considerou-se a carga máxima no painel PN-G12/G21, descrita no item anterior, acrescida da queda de tensão em cada gancho;

	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO – PROJETO EXECUTIVO – INSTALAÇÃO DE GANCHOS DE AMARRAÇÃO NO BERÇO 104 - CABEAMENTO			
	PROJETO: INSPEÇÕES E PROJETOS NO PORTO DO ITAQUI			
	Nº EXE: MC-020.030-304-17-003	DATA: 03/07/23	REVISÃO: 4	Nº FOLHA: 9 de 20

- Considerou-se, para efeito de análise, a potência do motor elétrico embarcado nos ganchos de desengate rápido como sendo de 20 cv/15 kW – 4 polos, adotando-se as características encontradas nos motores W22Xec WELL IR3 Premium Trifásico dessa potência [14]:
 - Corrente nominal (In): 25,5 A;
 - Corrente de rotor bloqueado: 7,5 In;
 - Corrente de partida (Ip): 191 A;
 - Tempo máxima de rotor bloqueado: 18 s;
 - Rendimento a 100% da carga: 93,0;
 - Fator de potência a 100% da carga: 0,83.


4.2 Verificação das Condições de Atendimento do Alimentador

Este item tem por objetivo analisar as condições de adequabilidade e suportabilidade do cabo alimentador 120 mm² adotado para o painel PN-G12/G21 e dos cabos tetrapolares dos ganchos de desengate rápido G12 a G21, considerando as premissas adotadas e descritas no item 4.1, com relação às exigências normativas para queda de tensão, capacidade de condução de corrente e suportabilidade frente a correntes de curto-circuito.

4.2.1 Capacidade de corrente e queda de tensão do alimentador do PN-G12/G21

Na Tabela 1 são apresentados 3 cenários distintos de instalação, sendo:

- Cenário 1: Condições de carga referente a um gancho de amarração em operação nominal;
- Cenário 2: Condições de carga referente a quatro ganchos de amarração em operação nominal simultâneas;
- Cenário 3: Condições de carga referente a três ganchos de amarração em operação nominal, acrescido de um quarto gancho de amarração partindo.

	TÍTULO:			
	MEMÓRIA DE CÁLCULO – PROJETO EXECUTIVO – INSTALAÇÃO DE GANCHOS DE AMARRAÇÃO NO BERÇO 104 - CABEAMENTO			
	PROJETO:			
	INSPEÇÕES E PROJETOS NO PORTO DO ITAQUI			
	Nº EXE:	DATA:	REVISÃO:	Nº FOLHA:
	MC-020.030-304-17-003	03/07/23	4	10 de 20

4.2.2 Capacidade de corrente e queda de tensão do alimentador do PN-G12/G21

Na Tabela 1 são também apresentadas as condições sob partida de cada gancho, de acordo com sua posição no Berço 104 e, conseqüentemente, distintas quedas de tensão e distintas seções de cabos.

Atendendo as premissas indicadas no item 4.1, a soma das quedas de tensão dos circuitos dos ganchos com a queda de tensão do alimentador do PN-G12/G21 fornece as tensões resultantes finais previstas em cada gancho.

Condições normais no PN-G12/G21:

- Capacidade de condução de corrente: 121,55 A (coluna h) < 194 A (coluna g). **ATENDE.**
- Queda de tensão: 0,90 % < 3 % (3 % recomendado por norma). **ATENDE.**

Condições normais nos ganchos G12 a G21:

- Capacidade de condução de corrente: 30,39 A (coluna h) < 49 A (coluna g). **ATENDE.**
- Queda de tensão: 1,91 % < 4 % (4 % recomendado por norma). **ATENDE.**

A partida de um motor elétrico, de seu estado parado ao estado operando normalmente, deve se dar em um intervalo não maior que 10s a 15s, com uma corrente elevada no início, reduzindo até a nominal no tempo mencionado (10s a 15s). Cabos elétricos podem aceitar sobrecorrentes momentâneas, dentro de certas condições, conforme analisado no item 4.2.3.


	TÍTULO:			
	MEMÓRIA DE CÁLCULO – PROJETO EXECUTIVO – INSTALAÇÃO DE GANCHOS DE AMARRAÇÃO NO BERÇO 104 - CABEAMENTO			
	PROJETO:			
INSPEÇÕES E PROJETOS NO PORTO DO ITAQUI				
Nº EXE:		DATA:	REVISÃO:	Nº FOLHA:
MC-020.030-304-17-003		03/07/23	4	11 de 20

Tabela 1 – Cenários para dimensionamento do alimentador

Cenário	Carga Considerada	Tensão	Ampacidade do cabo	Fator de Correção da Temperatura	Fator de Agrup. de Cabos	Ampacidade Final do Cabo	Corrente de Demanda	Comprimento	Fator de Potência da Carga	Tipo de Instalação	Formação	FASES (seção do cabo)	Cabos por Fase	Rca do Cabo	XL do cabo	Queda de Tensão
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q
	(kVA)	(V)	(A)			(A)	(A)	(m)	(cos φ)			(mm²)		(Ω/km)	(Ω/km)	(%)
1	20	380	240	0,90	0,90	194	30,39	75	0,80	Solo	Trifólio	120	1	0,1970	0,0990	0,23
2	80	380	240	0,90	0,90	194	121,55	75	0,80	Solo	Trifólio	120	1	0,1970	0,0990	0,90
3	180	380	240	0,90	0,90	194	273,48	75	0,80	Solo	Trifólio	120	1	0,1970	0,0990	2,03
G12	20	380	122	0,90	0,90	99	30,39	235	0,80	Solo	Tetra	35	1	0,6688	0,0880	1,91
G12 part.	120	380	122	0,90	0,90	99	182,32	235	0,80	Solo	Tetra	35	1	0,6688	0,0880	11,48
G13	20	380	122	0,90	0,90	99	30,39	216	0,80	Solo	Tetra	35	1	0,6688	0,0880	1,76
G13 part.	120	380	122	0,90	0,90	99	182,32	216	0,80	Solo	Tetra	35	1	0,6688	0,0880	10,55
G14	20	380	122	0,90	0,90	99	30,39	190	0,80	Solo	Tetra	35	1	0,6688	0,0880	1,55
G14 part.	120	380	122	0,90	0,90	99	182,32	190	0,80	Solo	Tetra	35	1	0,6688	0,0880	9,28
G15	20	380	122	0,90	0,90	99	30,39	163	0,80	Solo	Tetra	35	1	0,6688	0,0880	1,33
G15 part.	120	380	122	0,90	0,90	99	182,32	163	0,80	Solo	Tetra	35	1	0,6688	0,0880	7,96
G16	20	380	122	0,90	0,90	99	30,39	136	0,80	Solo	Tetra	35	1	0,6688	0,0880	1,11
G16 part.	120	380	122	0,90	0,90	99	182,32	136	0,80	Solo	Tetra	35	1	0,6688	0,0880	6,64
G17	20	380	101	0,90	0,90	82	30,39	110	0,80	Solo	Tetra	25	1	0,9275	0,0910	1,21
G17 part.	120	380	101	0,90	0,90	82	182,32	110	0,80	Solo	Tetra	25	1	0,9275	0,0910	7,28
G18	20	380	79	0,90	0,90	64	30,39	83	0,80	Solo	Tetra	16	1	1,4667	0,0910	1,41
G18 part.	120	380	79	0,90	0,90	64	182,32	83	0,80	Solo	Tetra	16	1	1,4667	0,0910	8,47
G19	20	380	61	0,90	0,90	49	30,39	56	0,80	Solo	Tetra	10	1	2,3336	0,0950	1,49
G19 part.	120	380	61	0,90	0,90	49	182,32	56	0,80	Solo	Tetra	10	1	2,3336	0,0950	8,95
G20	20	380	61	0,90	0,90	49	30,39	47	0,80	Solo	Tetra	10	1	2,3336	0,0950	1,25
G20 part.	120	380	61	0,90	0,90	49	182,32	47	0,80	Solo	Tetra	10	1	2,3336	0,0950	7,51
G21	20	380	61	0,90	0,90	49	30,39	60	0,80	Solo	Tetra	10	1	2,3336	0,0950	1,60
G21 part.	120	380	61	0,90	0,90	49	182,32	60	0,80	Solo	Tetra	10	1	2,3336	0,0950	9,59

As seguintes informações técnicas devem ser consideradas para interpretação dessa tabela:


- Coluna “Cenário”: Identifica o cenário conforme descrito acima.
- Coluna “Carga Considerada”: Informa a carga adotada no Cenário, em kVA.
- Coluna “Tensão”: Informa a tensão a que o circuito está submetido, em V.
- Coluna “Ampacidade do Cabo”: Indica a capacidade de condução de corrente do cabo conforme condições informadas nas colunas subsequentes, em A.
- Coluna “Fator de Correção da Temperatura”: Como o próprio nome indica, corrige a capacidade de condução de corrente do cabo para uma condição de temperatura ambiente diferente da considerada em Norma, no valor indicado por unidade.
- Coluna “Fator de Agrupamento de Cabos”: Como o próprio nome indica, corrige a capacidade de condução de corrente do cabo para uma condição de agrupamento de cabos considerada em Norma, no valor indicado por unidade.
- Coluna “Ampacidade Final do Cabo”: Indica a capacidade de condução de corrente do cabo após aplicados os fatores mencionados nos itens e, f e n, em A.
- Coluna “Corrente de Demanda”: Indica a corrente da carga considerada (item b), em A.
- Coluna “Comprimento”: Indica o comprimento do caminhoamento do cabo, em m.
- Coluna “Fator de Potência da Carga”: Indica o fator de potência considerado para a carga, por unidade.
- Coluna “Tipo de Instalação”: Nesse caso, em eletrodutos enterrados.
- Coluna “Formação”: Nesse caso, cabos singelos em trifólio ou tetrapolar.
- Coluna “FASES (seção do cabo)”: Indica a seção do condutor.
- Coluna “Número de Cabos por Fase”: Indica o número de cabos por fase.
- Coluna “Rca do Cabo”: Informa a resistência do cabo para uma corrente alternada de 60 Hz, em Ω/km, na formação trifólio.
- Coluna “XL do Cabo”: Informa a reatância indutiva do cabo para uma corrente alternada de 60 Hz, em Ω/km, formação trifólio.
- Coluna “Queda de Tensão”: Indica a queda de tensão percentual no final do circuito, calculado conforme a fórmula:

$$\Delta V = \frac{100 \times \sqrt{3} \times I \times l \times (R \cos \varphi + X \sin \varphi)}{V} (\%)$$

Onde:

- ΔV é a queda de tensão percentual.
- I é a corrente da carga, em A.
- l é o comprimento do circuito, em m.
- R é a resistência do condutor em Ω/m.
- cos φ é o fator de potência.
- sen φ é o fator reativo.
- V é a tensão do circuito, em volt.

OBSERVAÇÃO: A elaboração desta Tabela considerou procedimentos e dados fornecidos na NBR-5410: Instalações Elétricas de Baixa Tensão e Catálogo de Cabos Elétricos de B.T. da Nexans.

	TÍTULO:			
	MEMÓRIA DE CÁLCULO – PROJETO EXECUTIVO – INSTALAÇÃO DE GANCHOS DE AMARRAÇÃO NO BERÇO 104 - CABEAMENTO			
	PROJETO:			
	INSPEÇÕES E PROJETOS NO PORTO DO ITAQUI			
	Nº EXE:	DATA:	REVISÃO:	Nº FOLHA:
	MC-020.030-304-17-003	03/07/23	4	12 de 20

O cenário 3 apresenta a condição momentânea mais severa, devido à partida de um motor com outros três operando em regime nominal, indicando uma corrente de 273,48 A em um cabo com ampacidade de 194 A e uma queda de tensão final no gancho mais distante de 13,51 % (2,03 % + 11,48 %). A tensão limite aceita por um motor de indução é de 72 % da nominal, menor que 86,49 % na situação do gancho G12, o que permite afirmar que o motor tem condições de partida atendidas.

Condições momentâneas no gancho G12:

- Capacidade de condução de corrente: ver item 4.2.2. **ATENDE.**
- Queda de tensão: 13,51 % < 28 % (28 % limite para motor de indução). **ATENDE.**

4.2.3 Suportabilidade a correntes de curto-circuito

A verificação se o alimentador do painel PN-G12/G21 e os alimentadores dos ganchos suportam as correntes de curto-circuito existentes na instalação é visualizada mais facilmente através de um gráfico tempo x corrente mostrado na Figura 6.

A Figura 6 apresenta esse gráfico mostrando a curva de danos dos cabos 10 mm² e 120 mm² e a curva de atuação dos disjuntores NSX250B e NSX100B.


Esse gráfico tempo x corrente mostra que os disjuntores sempre irão abrir o circuito para correntes inferiores às que causariam danos aos cabos em eventos de sobrecarga e curto-circuito.

Condições de curto-circuito nos alimentadores:

- Suportabilidade a correntes de sobrecarga e curto-circuito: **ATENDE.**

Com relação às condições momentâneas mencionadas no item 4.2.2, podemos verificar que:

- Para o alimentador do PN-G12/G21:

	TÍTULO:			
	MEMÓRIA DE CÁLCULO – PROJETO EXECUTIVO – INSTALAÇÃO DE GANCHOS DE AMARRAÇÃO NO BERÇO 104 - CABEAMENTO			
	PROJETO:			
	INSPEÇÕES E PROJETOS NO PORTO DO ITAQUI			
Nº EXE:	DATA:	REVISÃO:	Nº FOLHA:	
MC-020.030-304-17-003	03/07/23	4	13 de 20	

A corrente momentânea de 273,48 A em um intervalo de tempo de 15 s é perfeitamente aceitável em cabos de 120 mm², pois está abaixo da curva de danos e é coberto pela curva de atuação do disjuntor NSX250B.

➤ Para os alimentadores dos ganchos:

Tomando por base o condutor de menor seção (10 mm²), a corrente momentânea de 182,32 A em um intervalo de tempo de 15 s é perfeitamente aceitável em cabos de 10 mm², pois está abaixo da curva de danos e é coberto pela curva de atuação do disjuntor NSX100B.

Schneider Electric - Curve Direct V3.4.1 - Tripping curves

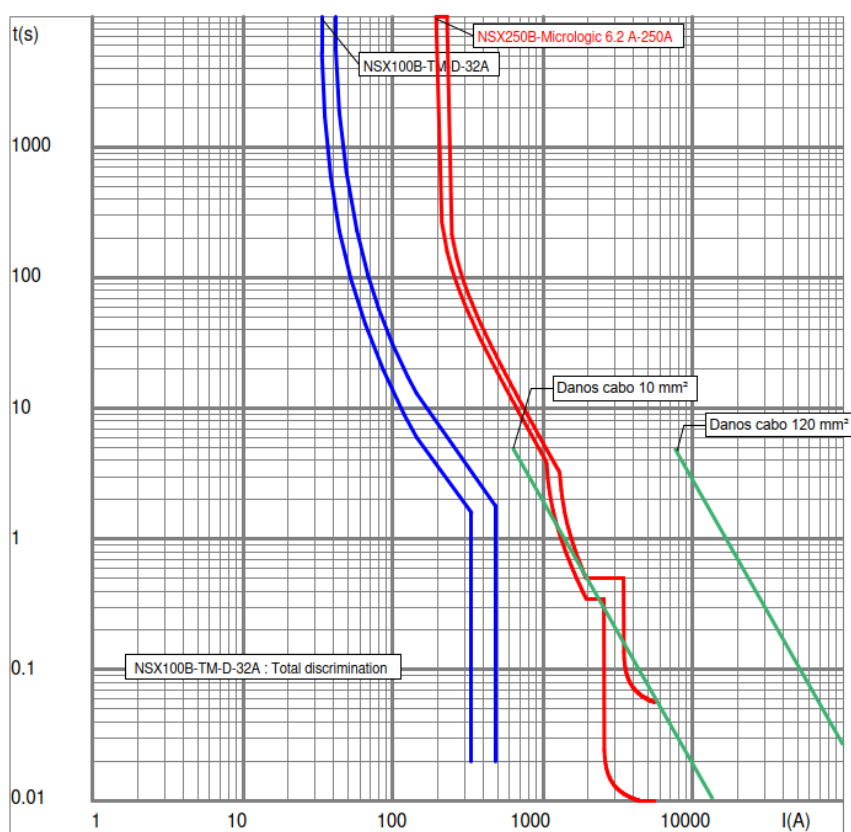


Figura 6 - Curvas de danos dos cabos 10 mm² e 120 mm² e curvas de atuação dos disjuntores NSX250B e NSX100B.

Ajustes a serem inseridos no disjuntor NSX250B com sensor de corrente Micrologic 5.2A e disjuntor NSX100B com sensor de corrente TMD32:


	TÍTULO:			
	MEMÓRIA DE CÁLCULO – PROJETO EXECUTIVO – INSTALAÇÃO DE GANCHOS DE AMARRAÇÃO NO BERÇO 104 - CABEAMENTO			
	PROJETO:			
	INSPEÇÕES E PROJETOS NO PORTO DO ITAQUI			
	Nº EXE:	DATA:	REVISÃO:	Nº FOLHA:
	MC-020.030-304-17-003	03/07/23	4	14 de 20

Tabela 2 – Ajustes nos disjuntores NSX250B e NSX100B

Settings


Range	Compact		Compact	
Circuit-breaker	NSX250B		NSX100B	
Trip unit/curve	Micrologic 6.2 A		TM-D	
Rating	250.00		32.00	
Long-time				
Io				
Ir		194.0A	1.00	32.0A
tr	4.0	4.0s	15.0	15.0s
Short-time				
Im/Isd	6.00	1164.0A		
I _Δ t (delay)	ON			
tm/tsd	0.40	0.40s		
Instantaneous				
Ii	12.00	3000.0A	400.0A	
Discrimination				
Limit	Upstream device		Total discrimination	

4.3 Dimensionamento da proteção do alimentador do PN-G12/G21

O painel PN-G12/G21 será alimentado pela subestação SE-02 através do painel QGBT-01 existente nessa subestação SE-02. A gaveta que alimenta o Berço 104 (Circuito 19 – Cabrestantes Berço 104) possui instalado um disjuntor NSX100B com sensor Micrologic 5.2A, ajustado em 32 A.


Conforme item 4.2 anterior, o cabo alimentador do PN-G12/G21 foi definido como sendo de seção de cobre 120 mm², com capacidade de condução de corrente estimada em 194 A.

Para atender a corrente estimada da carga, o disjuntor existente nessa gaveta deverá ser substituído por um de maior capacidade de condução de corrente, porém capaz de ser instalado dentro do espaço físico da gaveta. Assim, adotou-se o disjuntor NSX250B com sensor Micrologic 5.2A e dois contatos auxiliares NA/NF, que possui o mesmo frame e

	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO – PROJETO EXECUTIVO – INSTALAÇÃO DE GANCHOS DE AMARRAÇÃO NO BERÇO 104 - CABEAMENTO			
	PROJETO: INSPEÇÕES E PROJETOS NO PORTO DO ITAQUI			
	Nº EXE: MC-020.030-304-17-003	DATA: 03/07/23	REVISÃO: 4	Nº FOLHA: 15 de 20

mesmas características elétricas do disjuntor originalmente instalado, sendo capaz de conduzir a corrente estimada.

O disjuntor NSX250B deverá ser ajustado para operação de trip conforme Tabela 2 acima. Os contatos auxiliares deverão ser conectados aos bornes existentes na gaveta para sinalização e supervisão, conforme documento “EMP2-PE-EPB-001-DF-03 - QGBT-01” página 30/74.

	TÍTULO:			
	MEMÓRIA DE CÁLCULO – PROJETO EXECUTIVO – INSTALAÇÃO DE GANCHOS DE AMARRAÇÃO NO BERÇO 104 - CABEAMENTO			
	PROJETO:			
	INSPEÇÕES E PROJETOS NO PORTO DO ITAQUI			
	Nº EXE:	DATA:	REVISÃO:	Nº FOLHA:
	MC-020.030-304-17-003	03/07/23	4	16 de 20

5 MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS ELETRODUTOS

Este capítulo tem por finalidade apresentar a memória de cálculo dos eletrodutos.

5.1.1 Cálculo da Área dos Cabos

Primeiramente, foi calculada a área de ocupação de cada cabo com isolamento $((\pi \cdot \text{diâmetro externo}^2)/4)$. A área de ocupação é apresentada na tabela a seguir.

Tabela 3 – Área de ocupação de cada cabo com isolamento


CABOS	DIÂMETRO EXTERNO (mm)	ÁREA (mm ²)
120 mm ²	20,5	330,06
70 mm ²	16,4	211,24
(4#35 mm ²)	27,6	598,28
(4#25 mm ²)	24,5	471,44
(4#16 mm ²)	20,3	323,65
(4#10 mm ²)	17,6	243,28

5.1.2 Cálculo da Área dos Eletrodutos

Depois, foi calculada a área livre $((\pi \cdot \text{diâmetro interno}^2)/4)$ de cada eletroduto de acordo com a tabela a seguir.

Tabela 4 – Área de livre de cada eletroduto

ELETRODUTOS	DIÂMETRO INTERNO (mm)	ÁREA DE 1 ELETRODUTO (mm ²)	ÁREA DE 2 ELETRODUTOS (mm ²)
ELETRODUTO 1"	26,64	506,71	1013,41
ELETRODUTO 2"	52,50	2026,83	4053,66
ELETRODUTO 4"	102,56	8107,32	16214,64

	TÍTULO:			
	MEMÓRIA DE CÁLCULO – PROJETO EXECUTIVO – INSTALAÇÃO DE GANCHOS DE AMARRAÇÃO NO BERÇO 104 - CABEAMENTO			
	PROJETO:			
	INSPEÇÕES E PROJETOS NO PORTO DO ITAQUI			
	Nº EXE:	DATA:	REVISÃO:	Nº FOLHA:
	MC-020.030-304-17-003	03/07/23	4	17 de 20

5.1.3 Cálculo das Taxas de Ocupação nos Eletrodutos por Trecho

A taxa de ocupação do eletroduto, dada pelo quociente entre a soma das áreas das seções transversais dos condutores previstos, calculadas com base no diâmetro externo, e a área útil da seção transversal do eletroduto, não deve ser superior a:

- 53% no caso de um condutor;
- 31% no caso de dois condutores;
- 40% no caso de três ou mais condutores.

Na tabela a seguir é apresentado qual eletroduto é adequado para cada trecho respeitando as taxas de ocupação apresentadas anteriormente.



	TÍTULO:			
	MEMÓRIA DE CÁLCULO – PROJETO EXECUTIVO – INSTALAÇÃO DE GANCHOS DE AMARRAÇÃO NO BERÇO 104 - CABEAMENTO			
	PROJETO:			
	INSPEÇÕES E PROJETOS NO PORTO DO ITAQUI			
Nº EXE:		DATA:	REVISÃO:	Nº FOLHA:
MC-020.030-304-17-003		03/07/23	4	18 de 20

Tabela 5 – Escolha do eletroduto adequado para cada trecho

TRECHOS	CABOS	ÁREA DOS CABOS (mm²)	DIST. (m)	TAXA DE OCUPAÇÃO DOS ELETRODUTOS					
				1"	2"	4"	2 X 4"	2 X 2"	2 X 1"
SE-02 até PN-G12/G21	F: 3x120mm² - 0,6/1kV T: 1x70mm² - 750 V	1201,4	27,13	215,5%	55,5%	14,6%	7,3%	27,7%	107,8%
PN-G12/G21 até a Caixa 07	5c(4#35mm²) 0,6/1 kV - EPR 1c(4#25mm²) 0,6/1 kV - EPR 1c(4#16mm²) 0,6/1 kV - EPR 3c(4#10mm²) 0,6/1 kV - EPR	4516,4	39,82	810,3%	208,6%	55,0%	27,5%	104,3%	405,1%
Caixa 07 até o G21	1c(4#10mm²) 0,6/1 kV - EPR	243,3	19,15	43,6%	11,2%	3,0%	1,5%	5,6%	21,8%
Caixa 07 até a Caixa 10	5c(4#35mm²) 0,6/1 kV - EPR 1c(4#25mm²) 0,6/1 kV - EPR 1c(4#16mm²) 0,6/1 kV - EPR 2c(4#10mm²) 0,6/1 kV - EPR	4273,1	4,04	766,6%	197,4%	52,0%	26,0%	98,7%	383,3%
Caixa 10 até a Caixa 11	5c(4#35mm²) 0,6/1 kV - EPR 1c(4#25mm²) 0,6/1 kV - EPR 1c(4#16mm²) 0,6/1 kV - EPR 1c(4#10mm²) 0,6/1 kV - EPR	4029,8	8,99	723,0%	186,2%	49,1%	24,5%	93,1%	361,5%
Caixa 10 até o G20	1c(4#10mm²) 0,6/1 kV - EPR	243,3	1,70	43,6%	11,2%	3,0%	1,5%	5,6%	21,8%
Caixa 11 até a Caixa 12	5c(4#35mm²) 0,6/1 kV - EPR 1c(4#25mm²) 0,6/1 kV - EPR 1c(4#16mm²) 0,6/1 kV - EPR	3786,5	26,99	679,3%	174,9%	46,1%	23,1%	87,5%	339,7%
Caixa 11 até o G19	1c(4#10mm²) 0,6/1 kV - EPR	243,3	1,70	43,6%	11,2%	3,0%	1,5%	5,6%	21,8%
Caixa 12 até a Caixa 13	5c(4#35mm²) 0,6/1 kV - EPR 1c(4#25mm²) 0,6/1 kV - EPR	3462,9	26,89	621,3%	160,0%	42,2%	21,1%	80,0%	310,6%
Caixa 12 até o G18	1c(4#16mm²) 0,6/1 kV - EPR	323,7	1,70	58,1%	15,0%	3,9%	2,0%	7,5%	29,0%
Caixa 13 até a Caixa 14	5c(4#35mm²) 0,6/1 kV - EPR	2991,4	26,14	536,7%	138,2%	36,4%	18,2%	69,1%	268,3%
Caixa 13 até o G17	1c(4#25mm²) 0,6/1 kV - EPR	471,4	1,70	84,6%	21,8%	5,7%	2,9%	10,9%	42,3%
Caixa 14 até a Caixa 15	4c(4#35mm²) 0,6/1 kV - EPR	2393,1	26,99	429,3%	110,6%	29,1%	14,6%	55,3%	214,7%
Caixa 14 até o G16	1c(4#35mm²) 0,6/1 kV - EPR	598,3	1,70	107,3%	27,6%	7,3%	3,6%	13,8%	53,7%
Caixa 15 até a Caixa 16	3c(4#35mm²) 0,6/1 kV - EPR	1794,9	27,01	322,0%	82,9%	21,9%	10,9%	41,5%	161,0%
Caixa 15 até o G15	1c(4#35mm²) 0,6/1 kV - EPR	598,3	1,70	107,3%	27,6%	7,3%	3,6%	13,8%	53,7%
Caixa 16 até a Caixa 17	2c(4#35mm²) 0,6/1 kV - EPR	1196,6	26,07	214,7%	55,3%	14,6%	7,3%	27,6%	107,3%
Caixa 16 até o G14	1c(4#35mm²) 0,6/1 kV - EPR	598,3	1,70	107,3%	27,6%	7,3%	3,6%	13,8%	53,7%
Caixa 17 até a Caixa 18	1c(4#35mm²) 0,6/1 kV - EPR	598,3	19,04	107,3%	27,6%	7,3%	3,6%	13,8%	53,7%
Caixa 17 até o G13	1c(4#35mm²) 0,6/1 kV - EPR	598,3	1,70	107,3%	27,6%	7,3%	3,6%	13,8%	53,7%
Caixa 18 até o G12	1c(4#35mm²) 0,6/1 kV - EPR	598,3	1,70	107,3%	27,6%	7,3%	3,6%	13,8%	53,7%


	TÍTULO:			
	MEMÓRIA DE CÁLCULO – PROJETO EXECUTIVO – INSTALAÇÃO DE GANCHOS DE AMARRAÇÃO NO BERÇO 104 - CABEAMENTO			
	PROJETO: INSPEÇÕES E PROJETOS NO PORTO DO ITAQUI			
	Nº EXE:	DATA:	REVISÃO:	Nº FOLHA:
	MC-020.030-304-17-003	03/07/23	4	19 de 20

6 MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS DE CONCRETO

As caixas de passagem de concreto com tampa de ferro fundido deverão resistir a uma carga de 400 kN. A tampa deverá ter a resistência garantida pelo fornecedor e a borda de concreto deverá ter uma resistência de 40 MPa. Tal resistência é suficiente conforme apresentado na tabela a seguir.

Tabela 6 – Memória de cálculo da caixa de passagem de concreto

ÁREA DE CONCRETO (cm ²)	4416
CARGA APLICADA (kgf)	40788,6
TENSÃO APLICADA (kgf/cm ²)	9,236549
TENSÃO RESISTENTE (kgf/cm ²)	407,89
TENSÃO RESISTENTE > TENSÃO APLICADA - OK!	

	TÍTULO:			
	MEMÓRIA DE CÁLCULO – PROJETO EXECUTIVO – INSTALAÇÃO DE GANCHOS DE AMARRAÇÃO NO BERÇO 104 - CABEAMENTO			
	PROJETO: INSPEÇÕES E PROJETOS NO PORTO DO ITAQUI			
	Nº EXE:	DATA:	REVISÃO:	Nº FOLHA:
	MC-020.030-304-17-003	03/07/23	4	20 de 20

7 CONCLUSÃO

Diante do exposto nos itens anteriores, podemos afirmar que os alimentadores do painel PN-G12/G21 e dos ganchos de desengate rápido G12 a G21 possuem condições de atender as cargas conforme premissas indicadas no item 4.1.