

		CLASSIFICAÇÃO: CONFIDENCIAL	PÁGINA: 2/9
Nº PROJETO: -	PROJETO: CENTRO DE PESQUISA EM PROCESSAMENTO MINERAL E HIDROMETALURGIA ST GEORGE/ CEFET MG	FASE: DETALHADO	
ÁREA: DISCIPLINA: CLASSE: TÍTULO 1: TÍTULO 2:	CENTRO DE PESQUISA ELÉTRICA MEMÓRIA PLANTA PILOTO CÔMPUTO DE CARGAS E CÁLCULO DE CABOS	Nº CONTRATANTE: CDP-EL-0910-MC	REV.: 01
		Nº CONTRATADA: -	REV.: 00

ÍNDICE

1.0	OBJETIVO	3
2.0	REFERÊNCIAS NORMATIVAS	3
3.0	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	3
4.0	CÔMPUTO DE CARGAS	4
4.1	CARACTERIZAÇÃO DAS CARGAS	4
4.2	FILOSOFIA OPERACIONAL	4
4.3	CONSIDERAÇÕES.....	5
5.0	CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO DE CABOS	6
6.0	MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS.....	9

		CLASSIFICAÇÃO: CONFIDENCIAL	PÁGINA: 3/9
Nº PROJETO: -	PROJETO: CENTRO DE PESQUISA EM PROCESSAMENTO MINERAL E HIDROMETALURGIA ST GEORGE/ CEFET MG	FASE: DETALHADO	
ÁREA: DISCIPLINA: CLASSE: TÍTULO 1: TÍTULO 2:	CENTRO DE PESQUISA ELÉTRICA MEMÓRIA PLANTA PILOTO CÔMPUTO DE CARGAS E CÁLCULO DE CABOS	Nº CONTRATANTE: CDP-EL-0910-MC	REV.: 01
		Nº CONTRATADA: -	REV.: 00

1.0 OBJETIVO

Este documento tem como objetivo estabelecer, descrever e justificar os métodos, premissas e critérios técnicos adotados para o dimensionamento dos condutores elétricos destinados à alimentação dos equipamentos aplicáveis à edificação da Planta Piloto do Centro de Pesquisa em Processamento Mineral e Hidrometalurgia ST George/CEFET-MG, localizada na cidade de Araxá/MG.

O dimensionamento contempla a aplicação dos critérios normativos vigentes, incluindo capacidade de condução de corrente, queda de tensão admissível e suportabilidade térmica em regime de curto-circuito, bem como a consideração das condições reais de instalação, tais como método de instalação, agrupamento de circuitos, temperatura ambiente e características dos cabos.

Adicionalmente, este documento tem por finalidade assegurar a rastreabilidade técnica das premissas adotadas, subsidiando a análise, validação e aprovação do projeto por parte das disciplinas envolvidas e do cliente.

2.0 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Este empreendimento foi concebido e desenvolvido em conformidade com as Normas Regulamentadoras aplicáveis do Ministério do Trabalho e Emprego, estabelecidas pela Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978, com destaque para os requisitos de segurança em instalações e serviços em eletricidade.

O fornecimento completo, abrangendo engenharia, especificação técnica, aquisição de materiais, fabricação, montagem, comissionamento, ensaios, condições de operação, desempenho e segurança operacional, deverá atender integralmente às normas técnicas brasileiras e, quando aplicável, às normas internacionais reconhecidas.

Dentre as principais normas e regulamentos adotados, destacam-se:

- ABNT NBR 5410 — critérios para projeto e execução de instalações em baixa tensão;
- ABNT NBR 14039 — requisitos para instalações entre 1,0 kV e 36,2 kV;
- ABNT NBR 7286 — cabos de potência com isolamento em EPR;
- ABNT NBR 7288 — cabos de potência com isolamento extrudada;
- NR-10 — Requisitos de segurança para atividades com eletricidade;
- IEEE — recomendações aplicáveis, como qualidade de energia (harmônicos);
- IEC — normas internacionais aplicáveis a equipamentos e materiais elétricos.

3.0 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- CDP-EM-0410-DE-REV04 – PLANTA PILOTO - BASES, VIGAS DE ROLAMENTO & COBERTURA
- CDP-EL-0911-DE-REV00 - Diagrama UNIFILAR QGBT

		CLASSIFICAÇÃO: CONFIDENCIAL	PÁGINA: 4/9
Nº PROJETO: -	PROJETO: CENTRO DE PESQUISA EM PROCESSAMENTO MINERAL E HIDROMETALURGIA ST GEORGE/ CEFET MG	FASE: DETALHADO	
ÁREA: DISCIPLINA: CLASSE: TÍTULO 1: TÍTULO 2:	CENTRO DE PESQUISA ELÉTRICA MEMÓRIA PLANTA PILOTO CÔMPUTO DE CARGAS E CÁLCULO DE CABOS	Nº CONTRATANTE: CDP-EL-0910-MC Nº CONTRATADA: -	REV.: 01 REV.: 00

4.0 CÔMPUTO DE CARGAS

O presente documento tem por finalidade apresentar o cômputo de cargas elétricas referente a alimentação dos equipamentos do Centro de Pesquisa da ST GEORGE MINING – MG, alimentadas a partir do Transformador 500kVA da Concessionária CEMIG, com o secundário em sistema trifásico 380 Vca, 60 Hz.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS CARGAS

Interno a Planta Piloto temos dois subsistemas distintos, que serão apresentados separadamente abaixo.

Para a planta mineral temos a tabela de equipamentos que apresenta a somatória das cargas elétricas constando a potência ativa total de **139,7 kW**.

Como a planta possui acionamento de motores, iremos considerar o fator de potência e rendimento como: **FP = 0,87** e **η = 0,91**.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot FP \cdot \eta}$$

Obtém-se uma corrente nominal aproximada de **268 A**.

Para a planta química temos a informação do cliente apresentando a somatória das cargas elétricas constando a potência ativa total de **740 kW**.

Como a planta possui acionamento de motores, iremos considerar o fator de potência e rendimento como: **FP = 0,87** e **η = 0,91**.

Obtém-se uma corrente nominal aproximada de **1420 A**.

4.2 FILOSOFIA OPERACIONAL

Conforme informado pelo cliente, as plantas pilotos do centro de pesquisa irão funcionar da seguinte forma. A planta mineral irá operar por batelada portando será considerado um **fator de demanda em 0,5** para efeito de cálculo. A planta química irá operar de acordo com o processo a ser executado, portanto os equipamentos não funcionaram ao mesmo tempo. Para efeito de cálculo, consideramos o **fator de demanda em 0,8**. As demais cargas foram consideradas a potência instalada para os devidos cálculos.

			CLASSIFICAÇÃO: CONFIDENCIAL	PÁGINA: 5/9
Nº PROJETO: -	PROJETO: CENTRO DE PESQUISA EM PROCESSAMENTO MINERAL E HIDROMETALURGIA ST GEORGE/ CEFET MG		FASE: DETALHADO	
ÁREA:	CENTRO DE PESQUISA		Nº CONTRATANTE:	REV.:
DISCIPLINA:	ELÉTRICA		CDP-EL-0910-MC	01
CLASSE:	MEMÓRIA		Nº CONTRATADA:	REV.:
TÍTULO 1:	PLANTA PILOTO		-	00
TÍTULO 2:	CÔMPUTO DE CARGAS E CÁLCULO DE CABOS			

A consolidação das cargas ficou da seguinte forma:

Área / Sistema	Potência instalada	Corrente instalada	Fator de demanda	Potência demandada	Corrente demandada
Planta Química	139,7 kW	268 A	0,80	111,8 kW	214 A
Planta Mineral	740,0 kW	1.420 A	0,50	370,0 kW	710 A
Bomba de poço — 2 CV	1,5 kW	3 A*	1,00	1,5 kW	3 A*
Painel de iluminação e tomadas	20,0 kVA	30 A	1,00	20,0 kVA	30 A
Painel de iluminação e tomadas do vestiário	25,0 kVA	38 A	1,00	25,0 kVA	38 A
Painel de serviços auxiliares	41,5 kVA	63 A	1,00	41,5 kVA	63 A
Total QGBT	967,7 kW/kVA	1.822 A	—	569,8 kW/kVA	1.058 A

Neste caso, a corrente demandada total do QGBT será de **1058 A**.

4.3 CONSIDERAÇÕES

Para fins de dimensionamento elétrico do sistema, deverão ser observados os seguintes critérios:

- O dimensionamento do QGBT, dos alimentadores, barramentos e dispositivos de proteção deverá considerar a carga total instalada das áreas atendidas, contemplando a Planta Química, a Planta Mineral, o painel de acionamento da bomba de poço e o painel de iluminação e tomadas;
- Para o cômputo de cargas, foi adotado fator de demanda de 0,80 para a Planta Química e 0,50 para a Planta Mineral, considerando a condição operacional prevista para cada área;
- Para o painel de acionamento da bomba de poço, foi considerada carga de 2 CV, com alimentação monofásica e partida direta, adotando-se fator de demanda 1,00;
- Para o painel de iluminação e tomadas, foi considerada carga instalada de 20 kVA, adotando-se fator de demanda 1,00 para fins de dimensionamento preliminar;
- A potência instalada total considerada para o QGBT é de aproximadamente 901,2 kW/kVA, correspondente à soma das cargas da Planta Química, com 139,7 kW, da

		CLASSIFICAÇÃO: CONFIDENCIAL	PÁGINA: 6/9
Nº PROJETO: -	PROJETO: CENTRO DE PESQUISA EM PROCESSAMENTO MINERAL E HIDROMETALURGIA ST GEORGE/ CEFET MG	FASE: DETALHADO	
ÁREA: DISCIPLINA: CLASSE: TÍTULO 1: TÍTULO 2:	CENTRO DE PESQUISA ELÉTRICA MEMÓRIA PLANTA PILOTO CÔMPUTO DE CARGAS E CÁLCULO DE CABOS	Nº CONTRATANTE: CDP-EL-0910-MC	REV.: 01
		Nº CONTRATADA: -	REV.: 00

Planta Mineral, com 740,0 kW, da bomba de poço, com aproximadamente 1,5 kW, e do painel de iluminação e tomadas, com 20 kVA;

- A potência demandada total considerada para o QGBT é de aproximadamente 503,3 kW/kVA, obtida pela aplicação dos fatores de demanda específicos para cada área e pela consideração integral das cargas auxiliares;
- A corrente instalada total estimada é de aproximadamente 1.721 A, enquanto a corrente demandada total estimada é de aproximadamente 957 A, considerando tensão trifásica de 380 V, fator de potência de 0,87 e rendimento de 0,91 para as cargas principais;
- Para o dimensionamento preliminar dos alimentadores, deverá ser considerada instalação em canaleta, com aplicação de fator de correção em função do agrupamento de 3 circuitos, adotando-se fator de correção igual a 0,70;
- Como a distância dos alimentadores é inferior a 20 metros, a queda de tensão não tende a ser o critério predominante para o dimensionamento preliminar, devendo, ainda assim, ser verificada na etapa executiva com base no percurso real dos cabos.

O cômputo de cargas apresentado reflete a condição operacional prevista para atendimento das cargas da Planta Química, Planta Mineral, bomba de poço e painel de iluminação e tomadas, considerando tensão de alimentação de 380 V trifásico e os fatores de demanda definidos para cada sistema. Os valores obtidos deverão servir como base para o dimensionamento preliminar do QGBT, alimentadores, dispositivos de proteção, barramentos e demais componentes do sistema elétrico associado.

5.0 CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO DE CABOS

Define-se o dimensionamento técnico de um circuito como a aplicação dos critérios estabelecidos pelas normas técnicas vigentes para a escolha da seção dos condutores e de seus respectivos dispositivos de proteção.

Para instalações de baixa tensão, conforme a ABNT NBR 5410, os principais critérios de dimensionamento são:

- Capacidade de condução de corrente;
- Queda de tensão admissível;
- Capacidade de suportabilidade térmica em regime de curto-circuito.

A seção final do condutor deve ser aquela que atenda simultaneamente a todos os critérios, adotando-se sempre o maior valor obtido.

Para baixa tensão, considera-se cabo de energia com as seguintes características:

- Classe de tensão: 0,6/1 kV;
- Condutor: cobre nu, alta condutibilidade, têmpera mole;

		CLASSIFICAÇÃO: CONFIDENCIAL	PÁGINA: 7/9
Nº PROJETO: -	PROJETO: CENTRO DE PESQUISA EM PROCESSAMENTO MINERAL E HIDROMETALURGIA ST GEORGE/ CEFET MG	FASE: DETALHADO	
ÁREA: DISCIPLINA: CLASSE: TÍTULO 1: TÍTULO 2:	CENTRO DE PESQUISA ELÉTRICA MEMÓRIA PLANTA PILOTO CÔMPUTO DE CARGAS E CÁLCULO DE CABOS	Nº CONTRATANTE: CDP-EL-0910-MC Nº CONTRATADA: -	REV.: 01 REV.: 00

- Classe de encordoamento: classe 5;
- Isolação: composto termofixo HEPR (EPR/B) ou EPR;
- Cobertura: PVC;
- Fabricação conforme ABNT NBR 7288.

Para condutores de proteção (terra):

- Isolação em PVC/PVC, temperatura de 70 °C.

A formação dos cabos a ser considerada neste projeto será a seguinte:

- Cabos multipolares: até 35 mm²
- Cabos unipolares: acima de 50 mm²
- Seção mínima: 2,5 mm²
- Seção máxima considerada: 240 mm²

Cabos para inversores: multipolares com neutro concêntrico.

A seleção da seção do condutor é baseada nas tabelas de ampacidade da NBR 5410, considerando:

- Método de instalação (Tabela 33);
- Capacidade de condução de corrente (Tabelas 36 a 39).

Os valores apresentados na planilha correspondem aos principais métodos de instalação usuais, como:

- Instalação em leito;
- Instalação em canaleta;
- Instalação em dutos;
- Cabos unipolares e multipolares.

Para aplicação dos fatores de correção:

- Temperatura ambiente: 40 °C
- Temperatura do solo: 30 °C

Os fatores de correção térmica devem ser obtidos da Tabela 40 da NBR 5410.

Quando houver mais de um circuito instalado em conjunto, deve-se aplicar o fator de correção por agrupamento (Fa), conforme tabelas 42 a 45 da NBR 5410.

				CLASSIFICAÇÃO:	PÁGINA:
				CONFIDENCIAL	8/9
Nº PROJETO:	PROJETO:			FASE:	
-	CENTRO DE PESQUISA EM PROCESSAMENTO MINERAL E HIDROMETALURGIA ST GEORGE/ CEFET MG			DETALHADO	
ÁREA:	CENTRO DE PESQUISA			Nº CONTRATANTE:	REV.:
DISCIPLINA:	ELÉTRICA			CDP-EL-0910-MC	01
CLASSE:	MEMÓRIA			Nº CONTRATADA:	REV.:
TÍTULO 1:	PLANTA PILOTO			-	00
TÍTULO 2:	CÔMPUTO DE CARGAS E CÁLCULO DE CABOS				

Os valores variam em função de:

- Quantidade de circuitos;
- Método de instalação;
- Seção dos condutores.

Para canaletas, o fator deve ser determinado por cálculo específico.

O dimensionamento deve considerar sempre a condição mais desfavorável.

Tabelas 37 e 39 (NBR 5410-set.2004) - Capacidade de condução de corrente (A)											
		D - Instalação embutida ou rede de dutos		E - Cabos multipolares instalação e leito		F - Cabos unipolares instalação e leito		B1 - Cabos unipolares instalação em canaleta		B2 - Cabos multipolares instalação em canaleta	
Formação	Seção	2 cond.	3 cond.	2 cond.	3 cond.	2 cond.	3 cond.	2 cond.	3 cond.	2 cond.	3 cond.
Multipolar	2,5	34	29	36	32	37	29	31	28	30	26
Multipolar	4,0	44	37	49	42	50	40	42	37	40	35
Multipolar	6,0	56	46	63	54	65	53	54	48	51	44
Multipolar	10,0	73	61	86	75	90	74	75	66	69	60
Multipolar	16,0	95	79	115	100	121	101	100	88	91	80
Multipolar	25,0	121	101	149	127	161	135	133	117	119	105
Multipolar	35,0	146	122	185	158	200	169	164	144	146	128
Unipolar	50,0	173	144	225	192	242	207	198	175	175	154
Unipolar	70,0	213	178	289	246	310	268	253	222	221	194
Unipolar	95,0	252	211	352	298	377	328	306	269	265	233
Unipolar	120,0	287	240	410	346	437	383	354	312	305	268
Unipolar	150,0	324	271	473	399	504	444	407	358	349	307
Unipolar	185,0	363	304	542	456	575	510	464	408	395	348
Unipolar	240,0	419	351	641	538	679	607	546	481	462	407

A temperatura ambiente considerada é de 40°C, o que leva para um fator de correção de temperatura (ft) para condutores de EPR/XLPE de 0,91 conforme tabela 40.

O fator de agrupamento (fa), item no que se refere a quantidade de circuitos ou cabos unipolares no mesmo conduto considerou-se um fator de 0,78 conforme tabela 42.

A queda de tensão máxima foi utilizada 3%.

O condutor neutro irá seguir a mesma seção do condutor de fase quando o mesmo for um condutor circuital (circuito de iluminação, tomadas monofásicas).

A seção mínima do condutor de terra (PE), é utilizado a tabela 58.

			CLASSIFICAÇÃO: CONFIDENCIAL	PÁGINA: 9/9
Nº PROJETO: -	PROJETO: CENTRO DE PESQUISA EM PROCESSAMENTO MINERAL E HIDROMETALURGIA ST GEORGE/ CEFET MG	FASE: DETALHADO		
ÁREA: CENTRO DE PESQUISA DISCIPLINA: ELÉTRICA CLASSE: MEMÓRIA TÍTULO 1: PLANTA PILOTO TÍTULO 2: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS			Nº CONTRATANTE: CDP-EL-0910-MC	REV.: 01
		Nº CONTRATADA: -		REV.: 00

6.0 MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS

	MEMÓRIA DE CÁLCULO PARA DIMENSIONAMENTO DE CABOS DE FORÇA																														
	CIRCUITOS - DADOS DE ENTRADA															(A) CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE								(B) CURTO CIRCUITO			(C) QUEDA DE TENSÃO		CRITÉRIO UTILIZADO		
TIPO DE CIRCUITO	DE	PARA	V (V)	CV	Kw	F.P	Rend.	KVA	Tipo de carga	Comp. (km)	Classe isolamento	Tipo instalação	Icc barra (kA)	Tempo proteção (s)	ΔV Limite %	Formação	Nº Cabos/fase		Cabo mm2		In (A)	Icabo(A)	Ftot	Iproj (A)	Iproj < Limite	Icc Carga (kA)	Icc limite cabo real (kA)	Icc < Limite		ΔV %	ΔV < Limite %
3F B.T	TRAFO CEMIG	QGBT	380	-	503,3	1,00	1,00	503,3	AL - Aliment/Motor	0,06	0,6/1kV	B1 ou B2-Canaleta	-	-	3	Unipolar	2	3	x1	240,0	764,69	481,00	1,08	822,24	ok	-	-	-	1,39	ok	A
3F B.T	QGBT	PD PLANTA QUÍMICA	380	-	111,8	0,87	0,91	141,2	AL - Aliment/Motor	0,02	0,6/1kV	B1 ou B2-Canaleta	-	-	4	Unipolar	1	3	x1	120,0	214,55	312,00	1,08	230,70	ok	-	-	-	0,41	ok	A
3F B.T	QGBT	PD PLANTA MINERAL	380	-	370,0	0,87	0,91	467,3	AL - Aliment/Motor	0,02	0,6/1kV	B1 ou B2-Canaleta	-	-	4	Unipolar	2	3	x1	185,0	710,06	408,00	1,08	763,51	ok	-	-	-	0,50	ok	A
1F ou 2F-B.T	QGBT	PD BOMBA POÇO	220	-	1,5	0,87	0,91	1,9	AL - Aliment/Motor	0,02	0,6/1kV	B1 ou B2-Canaleta	-	-	4	Multipolar	1	1	x4	4,0	8,61	35,00	1,08	9,26	ok	-	-	-	0,62	ok	A
3F B.T	QGBT	PD ILUM/TOMADAS INTERNO/EXTERN O	380	-	20,0	1,00	1,00	20,0	AL - Aliment/Motor	0,02	0,6/1kV	B1 ou B2-Canaleta	-	-	4	Multipolar	1	1	x4	10,0	30,39	60,00	1,34	40,84	ok	-	-	-	0,51	ok	A
3F B.T	QGBT	PD ILUM/TOMADAS VESTIÁRIO	380	-	25,0	1,00	1,00	25,0	AL - Aliment/Motor	0,02	0,6/1kV	B1 ou B2-Canaleta	-	-	4	Multipolar	1	1	x4	10,0	37,98	60,00	1,34	51,05	ok	-	-	-	0,64	ok	A
3F B.T	QGBT	PD SERVIÇOS AUXILIARES	380	-	41,5	1,00	1,00	41,5	AL - Aliment/Motor	0,02	0,6/1kV	B1 ou B2-Canaleta	-	-	4	Multipolar	1	1	x4	25,0	63,05	105,00	1,34	84,75	ok	-	-	-	0,44	ok	A