



MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
Secretaria de Infra-estrutura Hídrica

**Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias
Hidrográficas do Nordeste Setentrional**

Projeto Executivo do Lote C - Eixo Leste

MEMÓRIA DE CÁLCULO

CÁLCULO DA ILUMINAÇÃO DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EBV-2

TOMO I

ILUMINAÇÃO EXTERNA

1230-MMO-2620-60-08-001-R03

RECIFE-PE

C O N S Ó R C I O

TECHNE • PROJETEC • BRLi

Maio - 2010



PROJETEC





MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL

Secretaria de Infra-estrutura Hídrica

**Projeto de Integração do Rio São Francisco com
Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional**

Projeto Executivo do Lote C – Eixo Leste

MEMÓRIA DE CÁLCULO

CÁLCULO DA ILUMINAÇÃO DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EBV-2

TOMO I

ILUMINAÇÃO EXTERNA

1230-MMO-2620-60-08-001-R03
RECIFE-PE


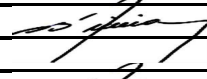
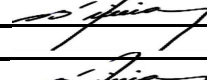

C O N S Ó R C I O

TECHNE • PROJETEC • BRLi

Maio- 2010



Título MEMÓRIA DE CÁLCULO - CÁLCULO DA ILUMINAÇÃO DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EBV-2 - TOMO I - ILUMINAÇÃO EXTERNA																												Número 1230-MMO-2620-60-08-001							Folha 1/1		
Esta folha índice indica em que revisão está cada folha na emissão citada																																					
Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7		
1									36									71									106										
2									37									72									107										
3									38									73									108										
4									39									74									109										
5									40									75									110										
6									41									76									111										
7									42									77									112										
8			X						43									78									113										
9									44									79									114										
10									45									80									115										
11									46									81									116										
12									47									82									117										
13									48									83									118										
14									49									84									119										
15									50									85									120										
16									51									86									121										
17									52									87									122										
18									53									88									123										
19									54									89									124										
20									55									90									125										
21									56									91									126										
22									57									92									127										
23									58									93									128										
24									59									94									129										
25									60									95									130										
26									61									96									131										
27									62									97									132										
28									63									98									133										
29									64									99									134										
30									65									100									135										
31									66									101									136										
32									67									102									137										
33									68									103									138										
34									69									104									139										
35									70									105									140										

03	8/11/2010	Ilton Silveira	C		Revisão no Item 4
02	4/8/2010	Ilton Silveira	C		Revisão Geral e Inserção do N° da ATA 0714
01	11/6/2010	Ilton Silveira	C		Inserção do Tomo II
00	4/5/2010	Ilton Silveira	C		Emissão Inicial

Rev.	Data	Por	Em.	Aprov.	Descrição das revisões
TIPO DE EMISSÃO					
(A) Preliminar			(E) Para Construção		(I) de Trabalho
(B) Para Aprovação			(F) Conforme Comprado		()
(C) Para Conhecimento			(G) Conforme Construído		()
(D) Para Cotação			(H) Cancelado		()

SUMÁRIO

1.	OBJETIVO.....	1
1.1	CRITÉRIOS E METODOLOGIAS ADOTADOS.....	1
2.	DADOS UTILIZADOS PARA ENTRADAS NO PROGRAMA.....	2
2.1	LEGENDA.....	2
2.2	DADOS PARA CALCULAR A ILUMINÂNCIA DA ÁREA 1.....	2
2.3	DADOS PARA CALCULAR A ILUMINÂNCIA DA ÁREA 2.....	2
2.4	DADOS PARA CALCULAR A ILUMINÂNCIA DA ÁREA 3.....	3
2.5	DADOS PARA CALCULAR A ILUMINÂNCIA DA ÁREA 4.....	3
2.6	DADOS PARA CALCULAR A ILUMINÂNCIA DA ÁREA 5.....	3
2.7	DADOS PARA CALCULAR A ILUMINÂNCIA DA ÁREA 6.....	4
2.8	DADOS PARA CALCULAR A ILUMINÂNCIA DA ÁREA 7.....	4
2.9	DADOS PARA CALCULAR A ILUMINÂNCIA DA ÁREA 8.....	4
2.10	DADOS PARA CALCULAR A ILUMINÂNCIA DA ÁREA 9.....	5
2.11	DADOS PARA CALCULAR A ILUMINÂNCIA DA ÁREA10.....	5
2.12	DADOS PARA CALCULAR A ILUMINÂNCIA DA ÁREA11.....	5
3.	RESULTADOS DOS CÁLCULOS EDITADOS PELO PROGRAMA.....	6
3.1	RESULTADOS APRESENTADOS PARA A ÁREA 1 DO ACESSO 1 DA EBV-2.....	6
3.2	RESULTADOS APRESENTADOS PARA A ÁREA 2 DO ACESSO 2 DA EBV-2.....	6
3.3	RESULTADOS APRESENTADOS PARA A ÁREA 3 DO ACESSO 3 DA EBV-2.....	6
3.4	RESULTADOS APRESENTADOS PARA A ÁREA 4 DA EBV-2.....	6
3.5	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS PARA A ÁREA 5 DA EBV-2.....	6
3.6	RESULTADOS APRESENTADOS PARA A ÁREA 6 DA EBV-2.....	6
3.7	RESULTADOS APRESENTADOS PARA A ÁREA 7 DA EBV-2.....	7
3.8	RESULTADOS APRESENTADOS PARA A ÁREA 8 DA EBV-2.....	7
3.9	RESULTADOS APRESENTADOS PARA A ÁREA 9 DA EBV-2.....	7
3.10	RESULTADOS APRESENTADOS PARA A ÁREA 10 DA EBV-2.....	7
3.11	RESULTADOS APRESENTADOS PARA A ÁREA 11 DA EBV-2.....	7
4.	APRESENTAÇÃO DAS MÁXIMAS QUEDAS DE TENSÕES (NA ÚLTIMA LUMINÁRIA) DOS 15 CIRCUITOS.....	7

1. OBJETIVO

O objetivo desta Memória de Cálculo é apresentar os cálculos dos níveis de iluminância nas áreas externas da Estação de Bombeamento EBV-2 inclusive nas três estradas de acesso.

1.1 CRITÉRIOS E METODOLOGIAS ADOTADOS

- Foi utilizado um programa desenvolvido pela PHILIPS (Calculux Área versão 6.7.2);
- A iluminação externa foi dividida em onze áreas: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11 conforme mostradas no desenho nº 1230-DEP-2620-60-08-002 FL.01/04;
- Para os cálculos, baseou-se na norma NBR 5101 que estabelece os níveis de iluminância externa média entre 5 e 14 lux;
- Para as áreas 8, 9 e 10 adotou-se um nível de iluminância compatível com os serviços de montagem e manutenção onde essas áreas foram projetadas para esses serviços;
- Foram considerados os valores de iluminância média (de 5 a 14 lux) e a relação iluminância mínima/iluminância média (\geq a 30%), conforme definidos na norma citada acima;
- Foi escolhida a luminária tipo fixa com inclinação de 91º para as áreas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 11;
- Foi escolhido o refletor tipo ajustável para as áreas 8 (inclinação 60º), 9 (inclinação 60º), e 10 (inclinação 70º);
- Para áreas com luminárias fixas foram escolhidos postes retos e com comprimento de 9m conforme detalhes mostrados no desenho nº 1230-DEP-2620-60-08-002 FL.04/04;
- Os refletores foram fixados nas estruturas da Estação de Bombeamento, conforme detalhes mostrados no desenho nº 1230-DEP-2620-60-08-002 FL.04/04;
- As luminárias tipo fixa têm um fluxo luminoso de 56500 lumens;
- Os refletores têm um fluxo luminoso de 35000 lumens;
- Para as estradas dos acessos 1, 2 e 3 da EBV-2 está sendo considerado uma distância de 60m a partir dos portões;
- Com o objetivo de viabilizar os níveis de iluminância total ou parcial e atender a queda de tensão máxima estabelecida pela norma NBR 5410 (5% de queda até a última luminária), as luminárias de todo projeto serão alimentadas por 15 circuitos, que serão alimentados a partir do quadro de iluminação e força (QDIF).

2. DADOS UTILIZADOS PARA ENTRADAS NO PROGRAMA

2.1 LEGENDA

A seguir estão descritas as legendas das colunas das tabelas que serão apresentadas a seguir:

- I. *Rotação*: Define a direção do fluxo luminoso (0° para direita; 180° para esquerda; 90° para cima e -90° para baixo).
- II. *Inclinação*: Indica o ângulo da luminária com relação ao plano vertical.

2.2 DADOS PARA CALCULAR A ILUMINÂNCIA DA ÁREA 1

- Posição das Luminárias da Área 1 (Área=6X60 m);
- *Luminária*: SGP340 FG 1XSON-TPP400W TP P2-FIXA.

LUMINÁRIA	POSIÇÃO X	POSIÇÃO Y	ALTURA	ROTAÇÃO	INCLINAÇÃO
1	-3.0	-30.0	9	-45°	91°
2	-3.0	-30.0	9	45°	91°
3	-3.0	-18.0	9	-45°	91°
4	-3.0	-18.0	9	45°	91°
5	-3.0	-6.0	9	-45°	91°
6	-3.0	-6.0	9	45°	91°
7	-3.0	6.0	9	-45°	91°
8	-3.0	6.0	9	45°	91°
9	-3.0	18.0	9	-45°	91°
10	-3.0	18.0	9	45°	91°
11	-3.0	30.0	9	-45°	91°
12	-3.0	30.0	9	45°	91°

2.3 DADOS PARA CALCULAR A ILUMINÂNCIA DA ÁREA 2

- Posição das Luminárias da Área 2 (Área=4X60 m);
- *Luminária*: SGP340 FG 1XSON-TPP400W TP P2-FIXA.

LUMINÁRIA	POSIÇÃO X	POSIÇÃO Y	ALTURA	ROTAÇÃO	INCLINAÇÃO
1	-2.0	-30.0	9	-45°	91°
2	-2.0	-30.0	9	45°	91°
3	-2.0	-18.0	9	-45°	91°
4	-2.0	-18.0	9	45°	91°
5	-2.0	-6.0	9	-45°	91°
6	-2.0	-6.0	9	45°	91°
7	-2.0	6.0	9	-45°	91°
8	-2.0	6.0	9	45°	91°
9	-2.0	18.0	9	-45°	91°
10	-2.0	18.0	9	45°	91°
11	-2.0	30.0	9	-45°	91°
12	-2.0	30.0	9	45°	91°

2.4 DADOS PARA CALCULAR A ILUMINÂNCIA DA ÁREA 3

- Posição das Luminárias da Área 3 (Área=4X60 m);
- *Luminária:* SGP340 FG 1XSON-TPP400W TP P2-FIXA.

LUMINÁRIA	POSIÇÃO X	POSIÇÃO Y	ALTURA	ROTAÇÃO	INCLINAÇÃO
1	-2.0	-30.0	9	-45°	91°
2	-2.0	-30.0	9	45°	91°
3	-2.0	-18.0	9	-45°	91°
4	-2.0	-18.0	9	45°	91°
5	-2.0	-6.0	9	-45°	91°
6	-2.0	-6.0	9	45°	91°
7	-2.0	6.0	9	-45°	91°
8	-2.0	6.0	9	45°	91°
9	-2.0	18.0	9	-45°	91°
10	-2.0	18.0	9	45°	91°
11	-2.0	30.0	9	-45°	91°
12	-2.0	30.0	9	45°	91°

2.5 DADOS PARA CALCULAR A ILUMINÂNCIA DA ÁREA 4

- Posição das Luminárias da Área 4 (Área=15X21 m);
- *Luminária:* SGP340 FG 1XSON-TPP400W TP P2-FIXA.

LUMINÁRIA	POSIÇÃO X	POSIÇÃO Y	ALTURA	ROTAÇÃO	INCLINAÇÃO
1	-4.0	-2.5	9	-45°	91°
2	-4.0	-2.5	9	45°	91°
3	-5.5	5.0	9	-45°	91°
4	-5.5	5.0	9	45°	91°
5	5.5	3.0	9	135°	91°
6	5.5	3.0	9	-135°	91°
7	2.0	-4.5	9	135°	91°
8	2.0	-4.5	9	-135°	91°

2.6 DADOS PARA CALCULAR A ILUMINÂNCIA DA ÁREA 5

- Posição das Luminárias da Área 5 (Área=21X23 m);
- *Luminária:* SGP340 FG 1XSON-TPP400W TP P2-FIXA.

LUMINÁRIA	POSIÇÃO X	POSIÇÃO Y	ALTURA	ROTAÇÃO	INCLINAÇÃO
1	0.0	-11.5	9	45°	91°
2	0.0	-11.5	9	135°	91°
3	-10.5	0.0	9	-45°	91°
4	-10.5	0.0	9	45°	91°
5	0.0	11.5	9	-135°	91°
6	0.0	11.5	9	-45°	91°
7	10.5	0.0	9	135°	91°
8	10.5	0.0	9	-135°	91°

2.7 DADOS PARA CALCULAR A ILUMINÂNCIA DA ÁREA 6

- Posição das Luminárias da Área 6 (Área=23X36 m);
- *Luminária*: SGP340 FG 1XSON-TPP400W TP P2-FIXA.

LUMINÁRIA	POSIÇÃO X	POSIÇÃO Y	ALTURA	ROTAÇÃO	INCLINAÇÃO
1	0.0	-18	9	45°	91°
2	0.0	-18	9	135°	91°
3	-11.5	-9	9	-45°	91°
4	-11.5	-9	9	45°	91°
5	-11.5	9	9	-45°	91°
6	-11.5	9	9	45°	91°
7	0.0	18	9	-135°	91°
8	0.0	18	9	-45°	91°
9	11.5	9	9	135°	91°
10	11.5	9	9	-135°	91°
11	11.5	-9	9	135°	91°
12	11.5	-9	9	-135°	91°

2.8 DADOS PARA CALCULAR A ILUMINÂNCIA DA ÁREA 7

- Posição das Luminárias da Área 7 (Área=10X60 m);
- *Luminária*: SGP340 FG 1XSON-TPP400W TP P2-FIXA.

LUMINÁRIA	POSIÇÃO X	POSIÇÃO Y	ALTURA	ROTAÇÃO	INCLINAÇÃO
1	0.0	-30	9	135°	91°
2	0.0	-30	9	45°	91°
3	5.0	-15	9	-135°	91°
4	5.0	-15	9	135°	91°
5	5.0	0.0	9	-135°	91°
6	5.0	0.0	9	135°	91°
7	5.0	15	9	-135°	91°
8	5.0	15	9	135°	91°
9	0.0	30	9	-45°	91°
10	0.0	30	9	-135°	91°

2.9 DADOS PARA CALCULAR A ILUMINÂNCIA DA ÁREA 8

- Posição das Luminárias da Área 8 (Área=13X39 m);
- *Refletor*: SNF210 1XHPI-TP400W/643/57-Regulável.

LUMINÁRIA	POSIÇÃO X	POSIÇÃO Y	ALTURA	ROTAÇÃO	INCLINAÇÃO
1	-6.5	-15.0	9	0°	60°
2	-6.5	-12.0	9	0°	60°
3	-6.5	-9.0	9	0°	60°
4	-6.5	-6.0	9	0°	60°
5	-6.5	-3.0	9	0°	60°
6	-6.5	0.0	9	0°	60°
7	-6.5	3.0	9	0°	60°
8	-6.5	6.0	9	0°	60°
9	-6.5	9.0	9	0°	60°
10	-6.5	12.0	9	0°	60°
11	-6.5	15.0	9	0°	60°

2.10 DADOS PARA CALCULAR A ILUMINÂNCIA DA ÁREA 9

- Posição das Luminárias da Área 9 (Área=12X39 m);
- *Refletor*: SNF210 1XHPI-TP400W/643/57-Regulável.

LUMINÁRIA	POSIÇÃO X	POSIÇÃO Y	ALTURA	ROTAÇÃO	INCLINAÇÃO
1	6.0	-15.0	9	180º	60º
2	6.0	-12.0	9	180º	60º
3	6.0	-9.0	9	180º	60º
4	6.0	-6.0	9	180º	60º
5	6.0	-3.0	9	180º	60º
6	6.0	0.0	9	180º	60º
7	6.0	3.0	9	180º	60º
8	6.0	6.0	9	180º	60º
9	6.0	9.0	9	180º	60º
10	6.0	12.0	9	180º	60º
11	6.0	15.0	9	180º	60º
12	-6.0	-13.0	9	0º	60º
13	-6.0	-6.5	9	0º	60º
14	-6.0	0.0	9	0º	60º
15	-6.0	-6.5	9	0º	60º
16	-6.0	13.0	9	0º	60º

2.11 DADOS PARA CALCULAR A ILUMINÂNCIA DA ÁREA10

- Posição das Luminárias da Área10 (Área=9X39 m);
- *Refletor*: SNF210 1XHPI-TP400W/643/57-Regulável.

LUMINÁRIA	POSIÇÃO X	POSIÇÃO Y	ALTURA	ROTAÇÃO	INCLINAÇÃO
1	7.5	-15.0	4	180º	70º
2	7.5	-12.0	4	180º	70º
3	7.5	-9.0	4	180º	70º
4	7.5	-6.0	4	180º	70º
5	7.5	-3.0	4	180º	70º
6	7.5	0.0	4	180º	70º
7	7.5	3.0	4	180º	70º
8	7.5	6.0	4	180º	70º
9	7.5	9.0	4	180º	70º
10	7.5	12.0	4	180º	70º
11	7.5	15.0	9	180º	70º

2.12 DADOS PARA CALCULAR A ILUMINÂNCIA DA ÁREA11

- Posição das Luminárias da Área11 (Área=11X21 m);
- *Luminária*: SGP340 FG 1XSON-TPP400W TP P2-FIXA.

LUMINÁRIA	POSIÇÃO X	POSIÇÃO Y	ALTURA	ROTAÇÃO	INCLINAÇÃO
1	0.0	-5	9	-45º	91º
2	0.0	-5	9	45º	91º
3	-3	3.0	9	-45º	91º
4	-3	3.0	9	45º	91º
5	0.0	10.5	9	-135º	91º

LUMINÁRIA	POSIÇÃO X	POSIÇÃO Y	ALTURA	ROTAÇÃO	INCLINAÇÃO
6	0.0	10.5	9	-45°	91°
7	5.5	0.0	9	135°	91°
8	5.5	0.0	9	-135°	91°

3. RESULTADOS DOS CÁLCULOS EDITADOS PELO PROGRAMA

3.1 RESULTADOS APRESENTADOS PARA A ÁREA 1 DO ACESSO 1 DA EBV-2

- Iluminância média (Em) = 5,5 lux;
- Relação iluminância mínima/iluminância média (Emin./Em) =47%.

Os resultados acima mostram o atendimento à norma NBR 5101.

3.2 RESULTADOS APRESENTADOS PARA A ÁREA 2 DO ACESSO 2 DA EBV-2

- Iluminância média (Em) = 5,5 lux;
- Relação iluminância mínima/iluminância média (Emin./Em) =47%.

Os resultados acima mostram o atendimento à norma NBR 5101.

3.3 RESULTADOS APRESENTADOS PARA A ÁREA 3 DO ACESSO 3 DA EBV-2

- Iluminância média (Em) = 5,5 lux;
- Relação iluminância mínima/iluminância média (Emin./Em) =47%.

Os resultados acima mostram o atendimento à norma NBR 5101.

3.4 RESULTADOS APRESENTADOS PARA A ÁREA 4 DA EBV-2

- Iluminância média (Em) = 5,5 lux;
- Relação iluminância mínima/iluminância média (Emin./Em) =65%.

Os resultados acima mostram o atendimento à norma NBR 5101.

3.5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS PARA A ÁREA 5 DA EBV-2

- Iluminância média (Em) = 6,6 lux;
- Relação iluminância mínima/iluminância média (Emin./Em) =51%.

Os resultados acima mostram o atendimento à norma NBR 5101.

3.6 RESULTADOS APRESENTADOS PARA A ÁREA 6 DA EBV-2

- Iluminância média (Em) = 7,0 lux;
- Relação iluminância mínima/iluminância média (Emin./Em) =47%.

Os resultados acima mostram o atendimento à norma NBR 5101.

3.7 RESULTADOS APRESENTADOS PARA A ÁREA 7 DA EBV-2

- Iluminância média (E_m) = 5,6 lux;
- Relação iluminância mínima/iluminância média ($E_{min.}/E_m$) = 31%.

Os resultados acima mostram o atendimento à norma NBR 5101.

3.8 RESULTADOS APRESENTADOS PARA A ÁREA 8 DA EBV-2

- Iluminância média (E_m) = 25 lux;
- Relação iluminância mínima/iluminância média ($E_{min.}/E_m$) = 42%.

Os resultados acima mostram o atendimento à norma NBR 5101.

3.9 RESULTADOS APRESENTADOS PARA A ÁREA 9 DA EBV-2

- Iluminância média (E_m) = 37 lux;
- Relação iluminância mínima/iluminância média ($E_{min.}/E_m$) = 47%.

Os resultados acima mostram o atendimento à norma NBR 5101.

3.10 RESULTADOS APRESENTADOS PARA A ÁREA 10 DA EBV-2

- Iluminância média (E_m) = 46,4 lux;
- Relação iluminância mínima/iluminância média ($E_{min.}/E_m$) = 32%.

Os resultados acima mostram o atendimento à norma NBR 5101.

3.11 RESULTADOS APRESENTADOS PARA A ÁREA 11 DA EBV-2

- Iluminância média (E_m) = 6,0 lux;
- Relação iluminância mínima/iluminância média ($E_{min.}/E_m$) = 69%.

Os resultados acima mostram o atendimento à norma NBR 5101.

⇒ **NOTA:** As Curvas Isolux das áreas descritas são mostradas nos desenhos 1230-DEP-2620-60-08-002 FL.02/04 e 1230-DEP-2620-60-08-002 FL.03/04.

4. APRESENTAÇÃO DAS MÁXIMAS QUEDAS DE TENSÕES (NA ÚLTIMA LUMINÁRIA) DOS 15 CIRCUITOS

⇒ **Nota:** Os cálculos das quedas de tensão dos circuitos indicados a seguir foram feitos com o uso do programa PRYSMIAN CABLES AND SYSTEMS (DCE).

- Circuito C1 com 12 (doze) luminárias: a queda de tensão máxima = 3,3 % e com fio # 16 mm²;
- Circuito C2 com 12 (doze) luminárias: a queda de tensão máxima = 4,0% e com fio #

16 mm²;

- Circuito C3 com 12 (doze) luminárias: a queda de tensão máxima = 3,8% e com fio # 16 mm²;
- Circuito C4 com 08 (oito) luminárias: a queda de tensão máxima = 4,3% e com fio # 10 mm²;
- Circuito C5 com 08 (oito) luminárias: a queda de tensão máxima = 4,4% e com fio # 4 mm²;

⇒ **Nota:** O circuito C5 é composto de dois ramais com 04 luminárias cada.

- Circuito C6 com 12 (doze) luminárias: a queda de tensão máxima = 4,3% e com fio # 6 mm²;

⇒ **Nota:** O circuito C6 é composto de dois ramais com 06 luminárias cada.

- Circuito C7 com 10 (dez) luminárias: a queda de tensão máxima = 3,6 % e com fio # 6 mm²;

⇒ **Nota:** O circuito C7 é composto de dois ramais sendo um com 06 luminárias e outro com 04.

- Circuito C8 com 06 (seis) refletores: a queda de tensão máxima = 5,0 % e com fio # 2,5mm²;
- Circuito C9 com 05 (cinco) refletores: a queda de tensão máxima = 5,0 % e com fio # 2,5mm²;
- Circuito C10 com 06 (seis) refletores: a queda de tensão máxima = 5,0 % e com fio # 2,5mm²;
- Circuito C11 com 05 (cinco) refletores: a queda de tensão máxima = 4,3% e com fio # 2,5mm²;
- Circuito C12 com 05 (cinco) refletores: a queda de tensão máxima = 1,4 % e com fio # 2,5mm²;
- Circuito C13 com 06 (seis) refletores: a queda de tensão máxima = 1,6 % e com fio # 2,5mm²;
- Circuito C14 com 05 (cinco) refletores: a queda de tensão máxima = 1,3% e com fio # 2,5mm².



MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
Secretaria de Infra-estrutura Hídrica

**Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias
Hidrográficas do Nordeste Setentrional**

Projeto Executivo do Lote C - Eixo Leste

MEMÓRIA DE CÁLCULO

CÁLCULO DA ILUMINAÇÃO DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EBV-2

TOMO II

ILUMINAÇÃO INTERNA

1230-MMO-2620-60-08-001-R03

RECIFE-PE

C O N S Ó R C I O

TECHNE • PROJETEC • BRLi

Junho - 2010



PROJETEC





MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL

Secretaria de Infra-estrutura Hídrica

**Projeto de Integração do Rio São Francisco com
Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional**

Projeto Executivo do Lote C – Eixo Leste

MEMÓRIA DE CÁLCULO

CÁLCULO DA ILUMINAÇÃO DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EBV-2

TOMO II

ILUMINAÇÃO INTERNA

1230-MMO-2620-60-08-001-R03
RECIFE-PE

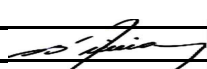


C O N S Ó R C I O

TECHNE • PROJETEC • BRLi

Junho- 2010



Título MEMÓRIA DE CÁLCULO - CÁLCULO DA ILUMINAÇÃO DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EBV-2 - TOMO II - ILUMINAÇÃO INTERNA																												Número 1230-MMO-2620-60-08-001							Folha 1/1		
Esta folha índice indica em que revisão está cada folha na emissão citada																																					
Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7		
1				X					36									71									106										
2				X					37									72									107										
3				X					38									73									108										
4				X					39									74									109										
5				X					40									75									110										
6				X					41									76									111										
7				X					42									77									112										
8				X					43									78									113										
9									44									79									114										
10									45									80									115										
11									46									81									116										
12									47									82									117										
13									48									83									118										
14									49									84									119										
15									50									85									120										
16									51									86									121										
17									52									87									122										
18									53									88									123										
19									54									89									124										
20									55									90									125										
21									56									91									126										
22									57									92									127										
23									58									93									128										
24									59									94									129										
25									60									95									130										
26									61									96									131										
27									62									97									132										
28									63									98									133										
29									64									99									134										
30									65									100									135										
31									66									101									136										
32									67									102									137										
33									68									103									138										
34									69									104									139										
35									70									105									140										

03	8/11/2010	Ilton Silveira	C		Revisão no Tomo I
02	4/8/2010	Ilton Silveira	C		Inserção do N° da ATA 0714
01	11/6/2010	Ilton Silveira	C		Emissão Inicial

Rev.	Data	Por	Em.	Aprov.	Descrição das revisões
TIPO DE EMISSÃO					
(A) Preliminar			(E) Para Construção		(I) de Trabalho
(B) Para Aprovação			(F) Conforme Comprado		()
(C) Para Conhecimento			(G) Conforme Construído		()
(D) Para Cotação			(H) Cancelado		()

SUMÁRIO

1.	OBJETIVO	1
1.1	CRITÉRIOS E METODOLOGIAS ADOTADOS	1
2.	DADOS UTILIZADOS PARA ENTRADAS NO PROGRAMA	2
2.1	DADOS PARA CALCULAR AS ILUMINÂNCIAS DO ALMOXARIFADO	2
2.2	DADOS PARA CALCULAR AS ILUMINÂNCIAS DA SALA DOS CUBÍCULOS DE MÉDIA TENSÃO	2
2.3	DADOS PARA CALCULAR AS ILUMINÂNCIAS SALA DE PAINÉIS	2
2.4	DADOS PARA CALCULAR AS ILUMINÂNCIAS DA SALA DE COMANDO	2
2.5	DADOS PARA CALCULAR AS ILUMINÂNCIAS DA SALA DO GRUPO DIESEL.....	3
2.6	DADOS PARA CALCULAR AS ILUMINÂNCIAS DA SALA DOS TRAFOS DOS SERVIÇOS AUXILIARES	3
2.7	DADOS PARA CALCULAR AS ILUMINÂNCIAS DO HALL DA ESCADA	3
2.8	DADOS PARA CALCULAR AS ILUMINÂNCIAS DO HALL DE ENTRADA	3
2.9	DADOS PARA CALCULAR AS ILUMINÂNCIAS DO BANHEIRO MASCULINO	4
2.10	DADOS PARA CALCULAR AS ILUMINÂNCIAS DO BANHEIRO FEMININO	4
2.11	DADOS PARA CALCULAR AS ILUMINÂNCIAS DA ÁREA DE CIRCULAÇÃO.....	4
3.	RESULTADOS DOS CÁLCULOS EDITADOS PELO PROGRAMA	5
3.1	RESULTADOS APRESENTADOS PELO PROGRAMA NO ALMOXARIFADO	5
3.2	RESULTADOS APRESENTADOS PELO PROGRAMA NA SALA DOS CUBÍCULOS DE MÉDIA TENSÃO	5
3.3	RESULTADOS APRESENTADOS PELO PROGRAMA NA SALA DE PAINÉIS	5
3.4	RESULTADOS APRESENTADOS PELO PROGRAMA NA SALA DE COMANDO	5
3.5	RESULTADOS APRESENTADOS PELO PROGRAMA NA SALA DO GRUPO DIESEL.....	6
3.6	RESULTADOS APRESENTADOS PELO PROGRAMA NA SALA DOS TRAFOS DOS SERVIÇOS AUXILIARES	6
3.7	RESULTADOS APRESENTADOS PELO PROGRAMA NO HALL DA ESCADA	6
3.8	RESULTADOS APRESENTADOS PELO PROGRAMA NO HALL DE ENTRADA.....	7
3.9	RESULTADOS APRESENTADOS PELO PROGRAMA NO BANHEIRO MASCULINO	7
3.10	RESULTADOS APRESENTADOS PELO PROGRAMA NO BANHEIRO FEMININO.....	7
3.11	RESULTADOS APRESENTADOS PELO PROGRAMA NA ÁREA DE CIRCULAÇÃO	8
4.	APRESENTAÇÃO DAS MÁXIMAS QUEDAS DE TENSÕES DOS 07 CIRCUITOS	8

1. OBJETIVO

O objetivo desta Memória de Cálculo é apresentar os resultados dos cálculos dos níveis de iluminância média nas áreas internas da Estação de Bombeamento EBV-2, conforme mostrados no item 3 desta memória.

1.1 CRITÉRIOS E METODOLOGIAS ADOTADOS

- Foi utilizado o programa DIALux Versão 4.5 (wizards) para os cálculos dos níveis de iluminâncias média em cada área;
- Para a elaboração desses cálculos, baseou-se na norma NBR 5413 que estabelece os níveis de iluminância em interiores de edificações;
- Foram considerados os seguintes níveis de iluminância média de projeto para cada área interna da Estação conforme descrito a seguir:
 - Hall da Escada com iluminância média de 300 lux;
 - Hall de Entrada com iluminância média de 300 lux;
 - Banheiro Masculino com iluminância média de 300 lux;
 - Banheiro Feminino com iluminância média de 300 lux;
 - Área de Circulação com iluminância média de 300 lux;
 - Sala do Grupo Diesel de Emergência com iluminância média de 300 lux;
 - Sala dos Transformadores dos Serviços Auxiliares com iluminância média de 250 lux;
 - Sala do Almoxarifado com iluminância média de 300 lux;
 - Sala dos Cubículos de Média Tensão com iluminância média de 300 lux;
 - Sala de Painéis com iluminância média de 400 lux;
 - Sala de Comando com iluminância média de 400 lux.
- Foi escolhida uma luminária fluorescente tipo, TMS 2x TL5-28 W para todas as áreas;
- As luminárias tipo TMS 2x TL5-28 W têm um fluxo luminoso de 5200 lumens;
- Com o objetivo de viabilizar os níveis de iluminância e atender à queda de tensão máxima estabelecida pela norma NBR 5410 (5% de queda até a última luminária), as luminárias de todo projeto serão alimentadas por 07 circuitos, que serão alimentados a partir do quadro de iluminação e força (QDIF);
- Para atender a iluminação automática do CFTV (Circuito Fechado de Televisão) os interruptores “S” serão ligados em paralelo com os contatos das fotocélulas, conforme indicado no detalhe 6 do desenho 1230-DEP-2610-60-08-001 folha 08/09. A fiação do

paralelismo dos contatos deverá ser feita com terminais prensados.

2. DADOS UTILIZADOS PARA ENTRADAS NO PROGRAMA

2.1 DADOS PARA CALCULAR AS ILUMINÂNCIAS DO ALMOXARIFADO

ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR
01	COMPRIMENTO (m)	20,2
02	LARGURA (m)	5,35
03	ALTURA DO PISO PARA O TETO (m)	3,30
04	ALTURA DE SUSPENSÃO DA LUMINARIA (m)	0,60
06	PLANO DE TRABALHO (m)	0,8
07	FATOR REFLETOR (CEILING-TETO) (%)	50
08	FATOR REFLETOR (WALLS-PAREDES) (%)	30
09	FATOR REFLETOR (FLOOR-PISO) (%)	10
10	TIPO DE LUMINARIA (4510 2XT26 32 W) (LUMENS)	5200
11	ILUMINÂNCIA MÉDIA DE PROJETO (LUX)	300

2.2 DADOS PARA CALCULAR AS ILUMINÂNCIAS DA SALA DOS CUBÍCULOS DE MÉDIA TENSÃO

ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR
01	COMPRIMENTO (m)	35,8
02	LARGURA (m)	5,35
03	ALTURA DO PISO PARA O TETO (m)	3,30
04	ALTURA DE SUSPENSÃO DA LUMINARIA (m)	0,60
06	PLANO DE TRABALHO (m)	0,8
07	FATOR REFLETOR (CEILING-TETO) (%)	50
08	FATOR REFLETOR (WALLS-PAREDES) (%)	30
09	FATOR REFLETOR (FLOOR-PISO) (%)	10
10	TIPO DE LUMINARIA (4510 2XT26 32 W) (LUMENS)	5200
11	ILUMINÂNCIA MÉDIA DE PROJETO (LUX)	300

2.3 DADOS PARA CALCULAR AS ILUMINÂNCIAS SALA DE PAINÉIS

ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR
01	COMPRIMENTO (m)	22,6
02	LARGURA (m)	5,35
03	ALTURA DO PISO PARA O TETO (m)	3,30
04	ALTURA DE SUSPENSÃO DA LUMINARIA (m)	0,60
06	PLANO DE TRABALHO (m)	0,8
07	FATOR REFLETOR (CEILING-TETO) (%)	50
08	FATOR REFLETOR (WALLS-PAREDES) (%)	30
09	FATOR REFLETOR (FLOOR-PISO) (%)	10
10	TIPO DE LUMINARIA (4510 2XT26 32 W) (LUMENS)	5200
11	ILUMINÂNCIA MÉDIA DE PROJETO (LUX)	400

2.4 DADOS PARA CALCULAR AS ILUMINÂNCIAS DA SALA DE COMANDO

ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR
01	COMPRIMENTO (m)	6,2
02	LARGURA (m)	5,35
03	ALTURA DO PISO PARA O TETO (m)	3,30
04	ALTURA DE SUSPENSÃO DA LUMINARIA (m)	0,60
06	PLANO DE TRABALHO (m)	0,8

ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR
07	FATOR REFLETOR (CEILING-TETO) (%)	50
08	FATOR REFLETOR (WALLS-PAREDES) (%)	30
09	FATOR REFLETOR (FLOOR-PISO) (%)	10
10	TIPO DE LUMINARIA (4510 2XT26 32 W) (LUMENS)	5200
11	ILUMINÂNCIA MÉDIA DE PROJETO (LUX)	400

2.5 DADOS PARA CALCULAR AS ILUMINÂNCIAS DA SALA DO GRUPO DIESEL

ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR
01	COMPRIMENTO (m)	5,9
02	LARGURA (m)	5,35
03	ALTURA DO PISO PARA O TETO (m)	3,30
04	ALTURA DE SUSPENSÃO DA LUMINARIA (m)	0,60
06	PLANO DE TRABALHO (m)	0,8
07	FATOR REFLETOR (CEILING-TETO) (%)	50
08	FATOR REFLETOR (WALLS-PAREDES) (%)	30
09	FATOR REFLETOR (FLOOR-PISO) (%)	10
10	TIPO DE LUMINARIA (4510 2XT26 32 W) (LUMENS)	5200
11	ILUMINÂNCIA MÉDIA DE PROJETO (LUX)	300

2.6 DADOS PARA CALCULAR AS ILUMINÂNCIAS DA SALA DOS TRAFOS DOS SERVIÇOS AUXILIARES

ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR
01	COMPRIMENTO (m)	3,2
02	LARGURA (m)	5,35
03	ALTURA DO PISO PARA O TETO (m)	3,30
04	ALTURA DE SUSPENSÃO DA LUMINARIA (m)	0,60
06	PLANO DE TRABALHO (m)	0,8
07	FATOR REFLETOR (CEILING-TETO) (%)	50
08	FATOR REFLETOR (WALLS-PAREDES) (%)	30
09	FATOR REFLETOR (FLOOR-PISO) (%)	10
10	TIPO DE LUMINARIA (4510 2XT26 32 W) (LUMENS)	5200
11	ILUMINÂNCIA MÉDIA DE PROJETO (LUX)	250

2.7 DADOS PARA CALCULAR AS ILUMINÂNCIAS DO HALL DA ESCADA

ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR
01	COMPRIMENTO (m)	3,5
02	LARGURA (m)	5,35
03	ALTURA DO PISO PARA O TETO (m)	3,30
04	ALTURA DE SUSPENSÃO DA LUMINARIA (m)	0,60
06	PLANO DE TRABALHO (m)	0,8
07	FATOR REFLETOR (CEILING-TETO) (%)	50
08	FATOR REFLETOR (WALLS-PAREDES) (%)	30
09	FATOR REFLETOR (FLOOR-PISO) (%)	10
10	TIPO DE LUMINARIA (4510 2XT26 32 W) (LUMENS)	5200
11	ILUMINÂNCIA MÉDIA DE PROJETO (LUX)	300

2.8 DADOS PARA CALCULAR AS ILUMINÂNCIAS DO HALL DE ENTRADA

ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR
01	COMPRIMENTO (m)	2,5
02	LARGURA (m)	5,35

ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR
03	ALTURA DO PISO PARA O TETO (m)	3,30
04	ALTURA DE SUSPENSÃO DA LUMINARIA (m)	0,60
06	PLANO DE TRABALHO (m)	0,8
07	FATOR REFLETOR (CEILING-TETO) (%)	50
08	FATOR REFLETOR (WALLS-PAREDES) (%)	30
09	FATOR REFLETOR (FLOOR-PISO) (%)	10
10	TIPO DE LUMINARIA (4510 2XT26 32 W) (LUMENS)	5200
11	ILUMINÂNCIA MÉDIA DE PROJETO (LUX)	300

2.9 DADOS PARA CALCULAR AS ILUMINÂNCIAS DO BANHEIRO MASCULINO

ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR
01	COMPRIMENTO (m)	4,2
02	LARGURA (m)	4,48
03	ALTURA DO PISO PARA O TETO (m)	3,30
04	ALTURA DE SUSPENSÃO DA LUMINARIA (m)	0,0
06	PLANO DE TRABALHO (m)	0,8
07	FATOR REFLETOR (CEILING-TETO) (%)	50
08	FATOR REFLETOR (WALLS-PAREDES) (%)	30
09	FATOR REFLETOR (FLOOR-PISO) (%)	10
10	TIPO DE LUMINARIA (4510 2XT26 32 W) (LUMENS)	5200
11	ILUMINÂNCIA MÉDIA DE PROJETO (LUX)	300

2.10 DADOS PARA CALCULAR AS ILUMINÂNCIAS DO BANHEIRO FEMININO

ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR
01	COMPRIMENTO (m)	4,2
02	LARGURA (m)	3,0
03	ALTURA DO PISO PARA O TETO (m)	3,30
04	ALTURA DE SUSPENSÃO DA LUMINARIA (m)	0,0
06	PLANO DE TRABALHO (m)	0,8
07	FATOR REFLETOR (CEILING-TETO) (%)	50
08	FATOR REFLETOR (WALLS-PAREDES) (%)	30
09	FATOR REFLETOR (FLOOR-PISO) (%)	10
10	TIPO DE LUMINARIA (4510 2XT26 32 W) (LUMENS)	5200
11	ILUMINÂNCIA MÉDIA DE PROJETO (LUX)	300

2.11 DADOS PARA CALCULAR AS ILUMINÂNCIAS DA ÁREA DE CIRCULAÇÃO

ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR
01	COMPRIMENTO (m)	9,3
02	LARGURA (m)	1,15
03	ALTURA DO PISO PARA O TETO (m)	3,30
04	ALTURA DE SUSPENSÃO DA LUMINARIA (m)	0,60
06	PLANO DE TRABALHO (m)	0,8
07	FATOR REFLETOR (CEILING-TETO) (%)	50
08	FATOR REFLETOR (WALLS-PAREDES) (%)	30
09	FATOR REFLETOR (FLOOR-PISO) (%)	10
10	TIPO DE LUMINARIA (4510 2XT26 32 W) (LUMENS)	5200
11	ILUMINÂNCIA MÉDIA DE PROJETO (LUX)	300

3. RESULTADOS DOS CÁLCULOS EDITADOS PELO PROGRAMA

3.1 RESULTADOS APRESENTADOS PELO PROGRAMA NO ALMOXARIFADO

- Iluminância média no plano de trabalho (E_m) = 218 lux;
- Iluminância média no piso (E_m) = 176 lux;
- Iluminância média no teto (E_m) = 23 lux;
- Iluminância média nas quatro paredes (E_m) = 100 lux;
- Potência por metros quadrados $W/mm^2 = 4,5$;
- Quantidade de luminárias = 08;
- Iluminância mínima/ máxima (E_{min}/E_{max}) = 32%.

3.2 RESULTADOS APRESENTADOS PELO PROGRAMA NA SALA DOS CUBÍCULOS DE MÉDIA TENSÃO

- Iluminância média no plano de trabalho (E_m) = 246 lux;
- Iluminância média no piso (E_m) = 199 lux;
- Iluminância média no teto (E_m) = 21 lux;
- Iluminância média nas quatro paredes (E_m) = 87 lux;
- Potência por metros quadrados $W/mm^2 = 4,5$;
- Quantidade de luminárias = 14;
- Iluminância mínima/ máxima (E_{min}/E_{max}) = 25%.

3.3 RESULTADOS APRESENTADOS PELO PROGRAMA NA SALA DE PAINÉIS

- Iluminância média no plano de trabalho (E_m) = 328 lux;
- Iluminância média no piso (E_m) = 263 lux;
- Iluminância média no teto (E_m) = 29 lux;
- Iluminância média nas quatro paredes (E_m) = 117 lux;
- Potência por metros quadrados $W/mm^2 = 6,1$;
- Quantidade de luminárias = 12;
- Iluminância mínima/ máxima (E_{min}/E_{max}) = 41%.

3.4 RESULTADOS APRESENTADOS PELO PROGRAMA NA SALA DE COMANDO

- Iluminância média no plano de trabalho (E_m) = 367 lux;
- Iluminância média no piso (E_m) = 265 lux;

- Iluminância média no teto (E_m) = 30 lux;
- Iluminância média nas quatro paredes (E_m) = 125 lux;
- Potência por metros quadrados $W/mm^2 = 7,4$;
- Quantidade de luminárias = 04;
- Iluminância mínima/ máxima (E_{min}/E_{max}) = 53%.

3.5 RESULTADOS APRESENTADOS PELO PROGRAMA NA SALA DO GRUPO DIESEL

- Iluminância média no plano de trabalho (E_m) = 230 lux;
- Iluminância média no piso (E_m) = 153 lux;
- Iluminância média no teto (E_m) = 15 lux;
- Iluminância média nas quatro paredes (E_m) = 58 lux;
- Potência por metros quadrados $W/mm^2 = 3,9$;
- Quantidade de luminárias = 02;
- Iluminância mínima/ máxima (E_{min}/E_{max}) = 25%.

3.6 RESULTADOS APRESENTADOS PELO PROGRAMA NA SALA DOS TRAFOS DOS SERVIÇOS AUXILIARES

- Iluminância média no plano de trabalho (E_m) = 198 lux;
- Iluminância média no piso (E_m) = 115 lux;
- Iluminância média no teto (E_m) = 12 lux;
- Iluminância média nas quatro paredes (E_m) = 48 lux;
- Potência por metros quadrados $W/mm^2 = 3,6$;
- Quantidade de luminárias = 01;
- Iluminância mínima/ máxima (E_{min}/E_{max}) = 23%.

3.7 RESULTADOS APRESENTADOS PELO PROGRAMA NO HALL DA ESCADA

- Iluminância média no plano de trabalho (E_m) = 190 lux;
- Iluminância média no piso (E_m) = 111 lux;
- Iluminância média no teto (E_m) = 11 lux;
- Iluminância média nas quatro paredes (E_m) = 44 lux;

- Potência por metros quadrados $W/mm^2 = 3,3$;
- Quantidade de luminárias = 01;
- Iluminância mínima/ máxima (E_{min}/E_{max}) = 21%.

3.8 RESULTADOS APRESENTADOS PELO PROGRAMA NO HALL DE ENTRADA

- Iluminância média no plano de trabalho (E_m) = 218 lux;
- Iluminância média no piso (E_m) = 125 lux;
- Iluminância média no teto (E_m) = 14 lux;
- Iluminância média nas quatro paredes (E_m) = 60 lux;
- Potência por metros quadrados $W/mm^2 = 4,6$;
- Quantidade de luminárias = 01;
- Iluminância mínima/ máxima (E_{min}/E_{max}) = 26%.

3.9 RESULTADOS APRESENTADOS PELO PROGRAMA NO BANHEIRO MASCULINO

- Iluminância média no plano de trabalho (E_m) = 229 lux;
- Iluminância média no piso (E_m) = 130 lux;
- Iluminância média no teto (E_m) = 21 lux;
- Iluminância média nas quatro paredes (E_m) = 88 lux;
- Potência por metros quadrados $W/mm^2 = 5,6$;
- Quantidade de luminárias = 01;
- Iluminância mínima/ máxima (E_{min}/E_{max}) = 57%.

3.10 RESULTADOS APRESENTADOS PELO PROGRAMA NO BANHEIRO FEMININO

- Iluminância média no plano de trabalho (E_m) = 229 lux;
- Iluminância média no piso (E_m) = 130 lux;
- Iluminância média no teto (E_m) = 21 lux;
- Iluminância média nas quatro paredes (E_m) = 88 lux;
- Potência por metros quadrados $W/mm^2 = 5,6$;
- Quantidade de luminárias = 01;
- Iluminância mínima/ máxima (E_{min}/E_{max}) = 57%.

3.11 RESULTADOS APRESENTADOS PELO PROGRAMA NA ÁREA DE CIRCULAÇÃO

- Iluminância média no plano de trabalho (E_m) = 224 lux;
- Iluminância média no piso (E_m) = 145 lux;
- Iluminância média no teto (E_m) = 29 lux;
- Iluminância média nas quatro paredes (E_m) = 133lux;
- Potência por metros quadrados $W/mm^2 = 13,5$;
- Quantidade de luminárias = 02;
- Iluminância mínima/ máxima (E_{min}/E_{max}) = 22%.

NOTA: As Curvas Isolux dos ambientes descritos nos itens 3.1 a 3.11 estão mostradas no desenho 1230-DEP-2620-60-08-001 FL.09/09.

4. APRESENTAÇÃO DAS MÁXIMAS QUEDAS DE TENSÕES DOS 07 CIRCUITOS

Foi calculada a maior queda de tensão nas piores condições de comprimento de cabo ($2,5\text{ mm}^2$) e carga do circuito. Constatou-se que maior queda de tensão está abaixo de 5%, portanto atende bem às normas.