

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto**



**FEUP**

**Aplicação computacional para o cálculo das  
canalizações eléctricas segundo as RTIEBT**

Élia Sofia da Conceição Fernandes e Marta

Dissertação de Projecto realizada no âmbito do  
Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores  
Major Energia

Orientador: Prof. Doutor José Rui da Rocha Pinto Ferreira

Junho de 2010



# Resumo

Para que uma instalação eléctrica seja fiável e segura, reduzindo assim os riscos de acidentes e avarias, é necessário que haja rigor e qualidade nos projectos das instalações eléctricas. Com os curtos prazos exigidos à execução dos projectos das instalações eléctricas, muitas vezes, o rigor e a qualidade tornam-se difíceis de cumprir na sua íntegra.

Com a publicação de um novo regulamento ("Regras Técnicas de Instalações Eléctricas de Baixa Tensão" - RTIEBT) publicado a 11 de Setembro de 2006, que vem substituir os antigos decretos-lei 740-74 e 303-76 (Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica e o Regulamento Segurança de Instalação Colectivas de Edifícios e Entradas) torna-se moroso para os projectistas cumprir os curtos prazos estipulados na execução nos projectos, devido à consulta das várias tabelas que necessitam para elaboração do projecto.

A principal razão pela qual foi proposto a elaboração de um programa de cálculo das canalizações eléctricas segundo as novas Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão como projecto de mestrado, é tentar minimizar o tempo de execução dos projectos de instalações eléctricas, recorrendo a um programa simples.



# Abstract

For an electrical installation is safe and reliable, thus reducing the risk of accidents and breakdowns, which is necessary rigor and quality in projects of electrical installations. With the tight deadlines required in the implementation of projects of electrical installations often, accuracy and quality, are difficult to fulfill in their entirety.

With the publication of a new ordinance ("Regras Técnicas de Instalações Eléctricas de Baixa Tensão" - RTIEBT) published on September 11, 2006, replacing the old ordinance 740-74 and 303-76 ("Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica" e o "Regulamento Segurança de Instalação Colectivas de Edifícios e Entradas") becomes time consuming for electrical engineering meet the tight deadlines set in implementing the projects, due to query the various tables that need to project planning.

The main reason why I have proposed as a project of drawing up a master's degree program for calculation of electrical circuits according to the new Technical Rules is trying to minimize the time of project implementation of electrical installations, using a simple program.



# Agradecimentos

O projecto de mestrado representa, do ponto de vista técnico, o culminar do Mestrado Integrado. Esta é, portanto, a minha hipótese de agradecer a todos os que me ajudaram nestes anos, para que conseguisse levar este projecto adiante.

Quero começar pela minha família e amigos, ao meu marido, à minha filha pelo tempo que lhes roubei, e aos meus amigos por terem acreditado em mim, e por me terem dado força para terminar esta etapa da minha vida.

Quero, também, agradecer ao Professor José Rui da Rocha Pinto Ferreira por ter acreditado e apoiado o meu projecto.

Finalmente, gostaria de agradecer aos professores da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, nomeadamente do meu curso e ramo e com os quais me cruzei nas aulas, que me ajudaram a tornar na profissional que hoje sou e que tão bem transmitiram os seus conhecimentos.





# Conteúdo

<b>Resumo</b> .....	<b>i</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>iii</b>
<b>Agradecimentos</b> .....	<b>v</b>
<b>Conteúdo</b> .....	<b>vii</b>
<b>Lista de Figuras</b> .....	<b>ix</b>
<b>Lista de Tabelas</b> .....	<b>xii</b>
<b>Abreviaturas</b> .....	<b>xiv</b>
<b>Capítulo 1</b> .....	<b>1</b>
Introdução.....	1
1.1 - Motivação .....	1
1.2 - Objectivo .....	2
1.3 - Estrutura do documento .....	2
<b>Capítulo 2</b> .....	<b>3</b>
Diferenças entre as RTIEBT e o RSIUEE .....	3
2.1 - Estrutura .....	3
2.2 - Tensões .....	3
2.3 - Canalizações .....	4
2.4 - Classificação de Locais.....	4
2.5 - Modo de Estabelecimento das Canalizações .....	6
2.6 - Correntes Admissíveis .....	6
2.7 - Instalações em Locais Especiais .....	7
2.8 - Protecção contra contactos indirectos.....	12
2.9 - Corte Geral de Emergência .....	14
2.10 - Instalações de Segurança .....	14
2.11 - Instalações Colectivas .....	17
<b>Capítulo 3</b> .....	<b>19</b>
Aplicação Computacional segundo as RTIEBT.....	19
3.1 - Separador “Bem-Vindo” .....	19
3.2 - Separador “Dados” .....	20
3.3 - Separador “Cálculo”.....	20
3.3.1 - 1º Parâmetro - Dados da Instalação .....	21

3.3.2 - 2º Parâmetro - Tipo de Instalação.....	26
3.3.3 - 3º Parâmetro - Tipo de Cabo .....	28
3.3.4 - 4º Parâmetro - Tipo de Protecção .....	31
3.3.5 - 5º Parâmetro - Dados do PT .....	35
3.4 - Resultados.....	36
3.5 - Opção “Documentos” .....	41
3.6 - Opção “Novo Cálculo” .....	41
3.7 - Opção “Acerca” .....	42
<b>Capítulo 4 .....</b>	<b>43</b>
Conclusões e trabalho futuro .....	43
4.1 - Conclusões .....	43
4.2 - Perspectivas futuras.....	43
<b>Anexos .....</b>	<b>44</b>
Código.....	44
<b>Referências .....</b>	<b>51</b>

## Lista de Figuras

Figura 2.1 - Exemplos de dimensões dos volumes em casas de banho com banheira sem e com parede fixa .....	7
Figura 2.2 - Exemplos de dimensões dos volumes em casas de banho com chuveiro com bacia com e sem parede fixa.....	8
Figura 2.3 - Exemplos de dimensões dos volumes em casas de banho com chuveiro com bacia com e sem parede fixa.....	8
Figura 2.4 - Exemplos de dimensões dos volumes em casas de banho com chuveiro com bacia com e sem parede fixa.....	8
Figura 2.5 - Exemplos de dimensões dos volumes em casas de banho com chuveiro com bacia com parede fixa, perfil. ....	9
Figura 2.6 - Exemplos de dimensões dos volumes em casas de banho com chuveiro com bacia sem parede fixa, perfil. ....	9
Figura 2.7 - Dimensões dos volumes para as bacias das piscinas e do lava-pés. ....	10
Figura 2.8 - Dimensões dos volumes para as bacias das piscinas acima do pavimento. ....	11
Figura 2.9 - Zonas de temperatura ambiente em locais contendo radiadores para sauna. ....	11
Figura 2.10 - Medidas de protecção por isolamento suplementar em quadros com barramentos nus e dotados de invólucro condutor acessível.....	13
Figura 2.11 - Aparelhagem Modular .....	13
Figura 2.12 - Botoneira de Corte de Emergência com dupla sinalização. ....	14
Figura 3.1 - Bem-Vindo .....	19
Figura 3.2 - Dados .....	20
Figura 3.3 - Cálculo.....	21
Figura 3.4 - 1º Parâmetro - Designação .....	22
Figura 3.5 - 1º Parâmetro - Potência.....	22
Figura 3.6 - 2º Parâmetro - Número e Disposição dos Condutores .....	23

Figura 3.7 - Protecção contra sobrecargas .....	24
Figura 3.8 - Método de Referência.....	27
Figura 3.9 - Método de Referência A e respectivo número de condutores .....	28
Figura 3.10 - Método de Referência E, F e G dos cabos multicondutores e respectivo número de condutores .....	28
Figura 3.11 - 3º Parametro - Tipo de Cabo .....	29
Figura 3.12 - Opção Alma Condutora.....	30
Figura 3.13 - Opção Isolação.....	30
Figura 3.14 - Opção Isolação.....	31
Figura 3.15 - Tipo de Protecção.....	33
Figura 3.16 - FC1 - Factor de Correção da Temperatura Ambiente do Método de Referência D. ....	33
Figura 3.17 - 5º Parâmetro - Dados do PT .....	35
Figura 3.18 - Dados relativos ao requerente, processo, obra e data .....	37
Figura 3.19 - Dados relativos à instalação.....	38
Figura 3.20 - Resultados .....	39
Figura 3.21 - Introdução de novos dados .....	40
Figura 3.22 - Resultados da nova simulação .....	41
Figura 3.23 - Acerca .....	42



## Lista de Tabelas

Tabela 1 - Tabela dos Factores de Influência Externa .....	5
Tabela 2 - Tabela dos índices de ocupação para os edifícios administrativos .....	16
Tabela 3 - Classificação do Estabelecimento em função da lotação. ....	16
Tabela 4 - Tipo de Iluminação de Segurança para os edifícios administrativos .....	17
Tabela 5 - Quedas de Tensão máximas admissíveis.....	25



# Abreviaturas

## Lista de abreviaturas

RSIUUE	Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica
RSICEE	Regulamento de Segurança de Instalações Colectivas de Edifícios e Entradas
RTIEBT	Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão







# Capítulo 1

## Introdução

Neste capítulo são apresentados os motivos que levaram à elaboração deste projecto.

Como projectista verifiquei que sempre que necessitava de dimensionar uma canalização eléctrica, segundo as novas Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão, o número de tabelas a consultar era elevado para não falar da complexidade dos cálculos. Aliado a estes factores verifica-se ainda o facto de ser um trabalho repetitivo e moroso. Assim propus elaborar uma aplicação computacional simples e directa para o cálculo de uma canalização eléctrica segundo as Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão.

### 1.1 - Motivação

As Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão (RTIEBT) foram publicadas a 11 de Setembro de 2006, em Diário da República. Este novo regulamento vem substituir os decretos-lei 740/74 e 303/76, respectivamente o Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica (RSIUUE) e o Regulamento de Segurança de Instalações Colectivas de Edifícios e Entradas (RSICEE).

Após a publicação do novo regulamento, o tempo de adaptação foi de noventa dias a partir dos quais passou a ser de cumprimento obrigatório. Passados quatro anos após a publicação das designadas “Regras Técnicas”, e três anos em vigor, ainda são muitas as dúvidas que permanecem e o número de tabelas de consulta é extenso, o que causa uma morosidade na elaboração do projecto e dos cálculos das canalizações eléctricas dos projectos, face ao tempo que é solicitado para elaboração dos mesmos.

Para fazer face a esta problemática, houve a necessidade de criar uma aplicação computacional que efectuasse o cálculo de uma forma rápida e directa.

Embora existam no mercado programas de cálculo das canalizações eléctricas, nomeadamente o ECODIAL (da marca: Merlin Gerin), este torna-se moroso na introdução de dados.

## 1.2 - Objectivo

Os principais objectivos com a elaboração deste programa de cálculo são os seguintes:

- Inserção de dados do problema de uma forma fácil e directa.
- Aplicação das Regras Técnicas de Instalações Eléctricas de Baixa Tensão.

## 1.3 - Estrutura do documento

Este relatório encontra-se estruturado em quatro capítulos.

No primeiro capítulo é realizada a introdução ao trabalho descrito no relatório apresentando-se a motivação, o problema e os objectivos deste projecto.

No segundo capítulo são apresentadas as grandes diferenças entre o RSIUEE e as RTIEBT que foi a principal razão deste trabalho.

No terceiro capítulo é realizada a apresentação comentada da aplicação computacional desenvolvida.

Por fim, no quarto capítulo é apresentada a conclusão do presente relatório, para além de ser enunciado algum possível trabalho futuro.

## Capítulo 2

# Diferenças entre as RTIEBT e o RSIUEE

Neste capítulo iremos apresentar algumas das principais diferenças entre as Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão (RTIEBT), e o Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica (RSIUEE) e o Regulamento de Segurança de Instalações Colectivas de Edifícios e Entradas (RSICEE).

### 2.1 - Estrutura

O RSIUEE estava estruturado de uma forma muito simples e directa, todo o regulamento era estruturado em artigos. Para além das Instalações de Utilização, este regulamento também complementava as Telecomunicações, Instalações de Alta Tensão e Anexos. Nos anexos, podíamos consultar as tensões nominais normalizadas, condutores isolados e cabos para canalizações eléctricas, características dos disjuntores, classificação dos locais, potências mínimas e coeficientes de simultaneidade a considerar no dimensionamento de instalações de utilização para iluminação e tomadas de usos gerais, etc.

As RTIEBT estão estruturadas de uma forma mais confusa, complexa e dispersa do que o anterior regulamento, o que dificulta muitas vezes o acesso à informação de um modo rápido.

As RTIEBT encontram-se divididas em 8 partes ou capítulos, cada um dos capítulos é subdividido em partes, que também são Subdivididas em Secções e Anexos. Em cada um destes itens há a correspondência de um número.

### 2.2 - Tensões

O RSIUEE referia-se às instalações de tensão reduzida, em corrente contínua limitada ao valor de 75 V, e em corrente alternada ao valor máximo de 50 V. Nas instalações de baixa tensão, em corrente contínua o valor da tensão é limitado a 650 V, e em corrente alternada a

tensão máxima é de 250 V para instalações monofásicas ou de 433 V, para instalações trifásicas.

As RTIEBT, refere-se a domínios, sendo o domínio I, o valor das tensões reduzidas, em relação à corrente contínua limitada até máximo de 120 V, em corrente alternada o limite máximo é de 50 V. No domínio II, as tensões referem-se a instalações de baixa tensão, em corrente contínua, a tensão situa-se no intervalo de 120 V a 1500 V. Em corrente alternada, a tensão entre fases e terra situa-se entre o mínimo de 50 V e o máximo de 600 V para sistemas ligados directamente à terra. As tensões entre fases situam-se no intervalo de 50 V a 1000V para sistemas ligados directamente à terra, e sistemas não ligados directamente à terra.

### 2.3 - Canalizações

No RSIUEE, no que diz respeito às cores dos condutores de fase, estas poderiam ser Preto-Preto-Castanho ou Preto-Castanho-Castanho, nas RTIEBT, segundo HD 308, a coloração dos condutores de fases é: Castanho-Preto-Cinzento.

No condutor neutro e de protecção, as cores mantêm-se sendo as seguintes; Azul Claro e Verde/Amarelo, respectivamente.

Outra alteração significativa foi ao nível da secção dos cabos. Pelo antigo regulamento a partir da secção superior a 10 mm<sup>2</sup>, era possível reduzir a secção do neutro para metade. Nas novas regras técnicas só é possível essa redução a partir da secção de 16 mm<sup>2</sup>.

### 2.4 - Classificação de Locais

Na classificação dos locais houve uma profunda alteração, o que obriga, neste momento, o técnico quando elabora o projecto e classifica os locais, a conhecer muito bem toda a instalação, tornando-se muitas vezes complicado devido à falta de informação.

No RSIUEE, a classificação era mais acessível e fácil, não só pela utilização directa da tabela que se encontrava em anexo (Artigo 359º), mas também porque era composta por 3 letras. As siglas utilizadas eram de fácil, directa e rápida compreensão, situação que não se verifica no novo regulamento.

Nas RTIEBT, a classificação dos locais é mais complexa.

A classificação de locais encontra-se dividida em três grandes grupos:

- Influências inerentes ao ambiente;
- Influências inerentes à utilização das instalações;
- Influências inerentes à construção dos edifícios;

A primeira letra, do código alfanumérico, corresponde à categoria. Esta categoria, classifica as instalações em:

- A- Ambientes;
- B- Utilizações;

C - Construção.

A segunda letra diz respeito à natureza do factor de influência, sendo este classificado em:

A a S - Ambientes, sendo este dividido em 17 factores;

A a F - Utilizações, com 5 factores;

A e B - Construção, com 2 factores;

A terceira variável é o algarismo das classes de cada factor, que pode variar de 1 a 8.

Na seguinte tabela encontra-se descrito de uma forma sucinta os factores de influência externa.

Tabela 1 - Tabela dos Factores de Influência Externa

1ª Letra	2ª Letra	Algarismo (N)	Estrutura Do Código	Designação da influência
Código Geral	Natureza Influencia	Classe da Influencia		
<b>A AMBIENTES</b>	A	1 a 8	AAX	Temperatura ambiente
	B	1 a 8	ABX	Condições ambientais
	C	1 e 2	ACX	Altitude
	D	1 a 8	ADX	Presença de água
	E	1 a 6	AEX	Presença de corpos sólidos estranhos
	F	1 a 4	AFX	Presença de corpos substâncias corrosivas ou poluentes
	G	1 a 3	AGX	Acções mecânicas (Impactos)
	H	1 a 3	AHX	Acções mecânicas (Vibrações)
	J	1	AJX	Acções mecânicas (Outras)
	K	1 a 2	AKX	Presença de flora e bolores
	L	1 a 2	ALX	Presença de fauna
	M	1 a 6	AMX	Influências electromagnéticas, electrostáticas ou ionizantes
	N	1 a 3	ANX	Radiações Solares
	P	1 a 4	APX	Efeitos Sísmicos
	Q	1 a 3	AQX	Descargas atmosféricas, nível cerâmico (N)

	R	1 a 3	ARX	Movimentos do ar
	S	1 a 3	ASX	Vento
<b>B</b> <b>INFLUENCIA</b>	A	1 a 5	BAX	Competência das Pessoas
	B	1 a 3	BBX	Resistência eléctrica do corpo humano
	C	1 a 4	BCX	Contacto das pessoas com o potencial da terra
	D	1 a 4	BDX	Evacuação das pessoas em caso de emergência
	E	1 a 4	BEX	Natureza dos produtos tratados ou armazenados
	<b>C</b> <b>CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS</b>	A	1 a 2	CAX
B		1 a 4	CBX	Estrutura dos edifícios

## 2.5 - Modo de Estabelecimento das Canalizações

O RSIUEE, descreve os modos de estabelecimentos, desde as canalizações à vista, às canalizações amovíveis, ocultas, etc.

Nas RTIEBT, os modos das canalizações passam a ser ilustradas graficamente (expostas no quadro 52H das RTIEBT), a que se designa modos de instalação, e descrevem os modos de estabelecimento associando-lhe um Método de Referência. Os Métodos de Referência são caracterizados por uma letra ou letra e número.

Na elaboração dos projectos é obrigatório a caracterização das canalizações utilizando os Métodos de Referência.

Os Métodos de Referência são designados pelas letras A, A2, B, B2, C, D, E, F e G para avaliação das correntes. Para saber qual a corrente admissível para uma dada canalização, basta identificar o Método de Referência, bem como o modo de instalação, que lhe é aplicável e consultar a correspondente tabela de correntes admissíveis.

## 2.6 - Correntes Admissíveis

Anteriormente as correntes admissíveis dos cabos ou condutores eram consultadas nas tabelas dos fabricantes, nas RTIEBT, as correntes admissíveis encontram-se expostas na parte 5 - ANEXO III.



Para consultar as correntes admissíveis é necessário conhecer da instalação os seguintes itens:

- Método de Referência;
- Natureza dos condutores;
- Isolamento dos condutores/cabos;
- Número de condutores carregados;
- Condutores ou cabos monopolares;
- Agrupamento (em esteira vertical ou horizontal, com afastamento ou sem afastamento, disposição em triângulo).

Para além das tabelas das correntes admissíveis dos cabos, também se encontram nos anexos, as tabelas dos factores de correcção de temperatura e montagem dos cabos.

## 2.7 - Instalações em Locais Especiais

Nas RTIEBT, para as instalações sanitárias, saunas e piscinas, são previstos volumes de protecção, enquanto no RSIUEE referia volume de interdição permitido apenas na canalização embebida e volume de protecção permitido apenas nas canalizações embebidas.

Nas regras técnicas a canalização tem de ser de classe II e foram criados volumes de protecção.

Nas casas de banho, existem regras muito precisas na classificação dos locais, isto é (Figuras 2.1 a 2.6):

- |  |          |
|--|----------|
| - Local ou zona de risco máximo          | Volume 0 |
| - Local ou zona de risco elevado         | Volume 1 |
| - Local onde o risco existe, mas é menor | Volume 2 |
| - Local de risco mais reduzido           | Volume 3 |

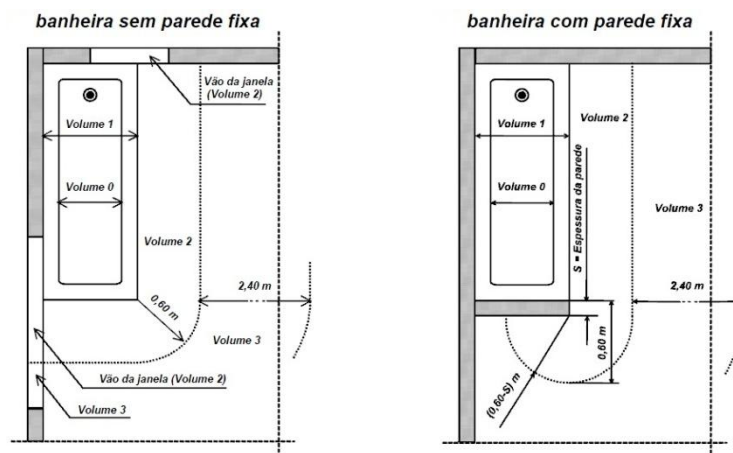


Figura 2.1 - Exemplos de dimensões dos volumes em casas de banho com banheira sem e com parede fixa

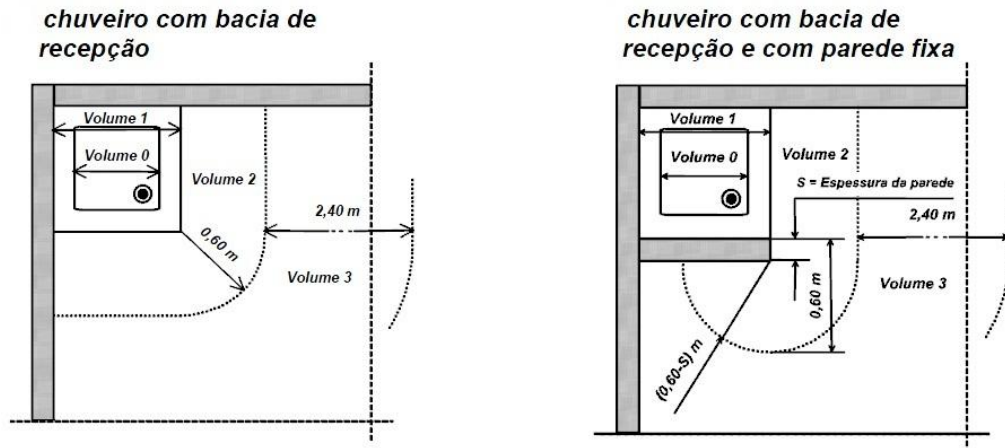


Figura 2.2 - Exemplos de dimensões dos volumes em casas de banho com chuveiro com bacia com e sem parede fixa.

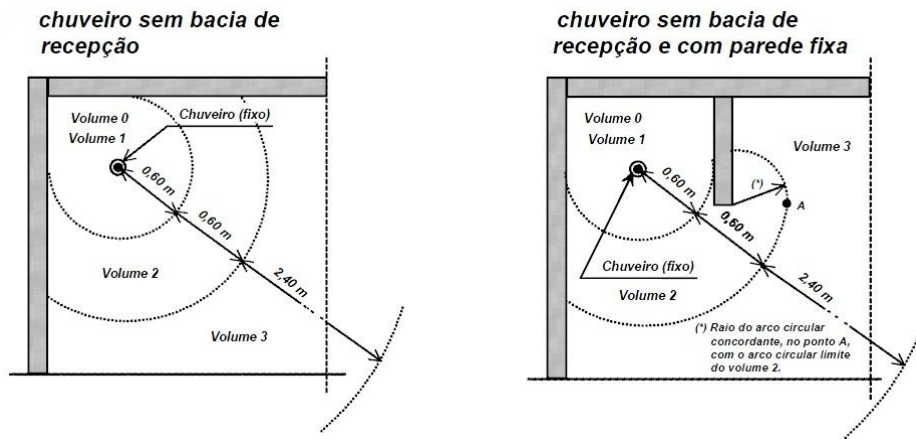


Figura 2.3 - Exemplos de dimensões dos volumes em casas de banho com chuveiro com bacia com e sem parede fixa.

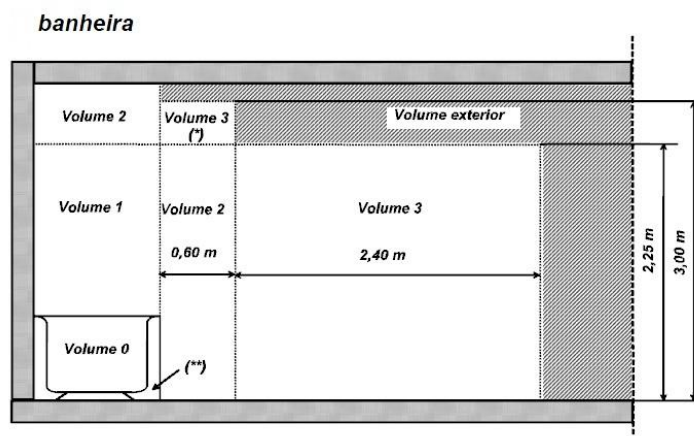


Figura 2.4 - Exemplos de dimensões dos volumes em casas de banho com chuveiro com bacia com e sem parede fixa.

*chuveiro com parede fixa e sem bacia de recepção*

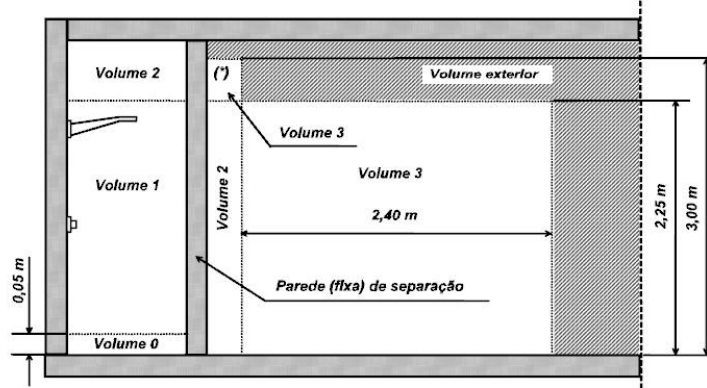


Figura 2.5 - Exemplos de dimensões dos volumes em casas de banho com chuveiro com bacia com parede fixa, perfil.

*chuveiro*

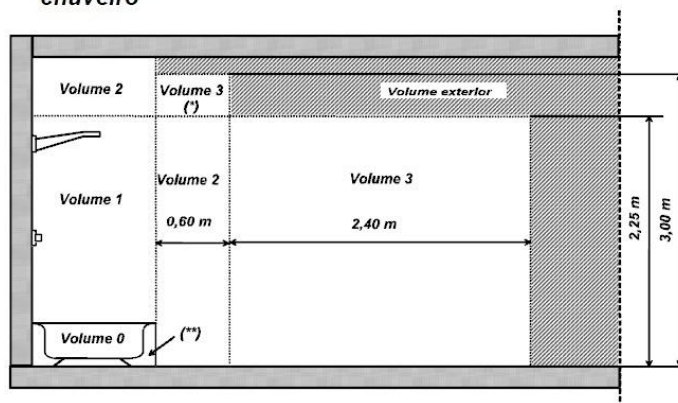


Figura 2.6 - Exemplos de dimensões dos volumes em casas de banho com chuveiro com bacia sem parede fixa, perfil.

Em cada um destes volumes são “proibidas” e “permitidas” canalizações e aparelhagem. Nos locais contendo banheiras ou chuveiros os volumes são bem marcados.

No volume 0 é proibida qualquer canalização e aparelhagem de protecção de comando e seccionamento, mas já é permitida aparelhagem de utilização se alimentação for a tensão reduzida de 12 V em corrente alternada ou 30 V em corrente contínua.

No volume 1 são permitidas canalizações se pertencerem à classe de isolamento II, mas limitada às canalizações de alimentação de aparelhos em cada volume e nos volumes de grau de exigência superior. Relativamente à aparelhagem de protecção, comando e seccionamento, passa a ser permitida se alimentação for tensão reduzida de 12 V em corrente alternada ou 30 V em corrente contínua e com fontes de alimentação fora dos volumes 0, 1 e 2. Na aparelhagem de utilização, é permitido o mesmo que no volume 0 e ainda aparelhos de aquecimento de água, desde que protegidos por DDR de 30mA.

No Volume 2 são permitidas canalizações com as mesmas condições que no volume 1, o mesmo se passa em relação à aparelhagem de protecção, comando e seccionamento, e ainda

são permitidas tomadas alimentadas por transformadores de separação de classe II e pequena potência. Relativamente à aparelhagem de utilização é permitida se pertencer à classe II de isolamento, aparelhos de aquecimento de água desde que protegidos por DDR de 30 mA, aparelhos de iluminação e de climatização se cumprirem pelo menos uma das duas condições anteriores.

No volume 3, as canalizações, têm o mesmo nível de exigência que nos volumes 1 e 2. Em relação à aparelhagem de protecção, comando e seccionamento é tolerada alimentação por separação individual, tensão reduzida de segurança igual ou inferior a 50 V, e protecção diferencial de 30 mA. É permitida aparelhagem de utilização da classe II de isolamento, da classe III se alimentadas por tensão reduzida de segurança inferior a 25 V e da classe I e circuito protegido por diferencial de 30 mA.

Para além das casas de banhos existem outras instalações especiais, nomeadamente a piscina, sauna, estaleiros, locais condutores exíguos e estabelecimentos agrícolas ou pecuários.

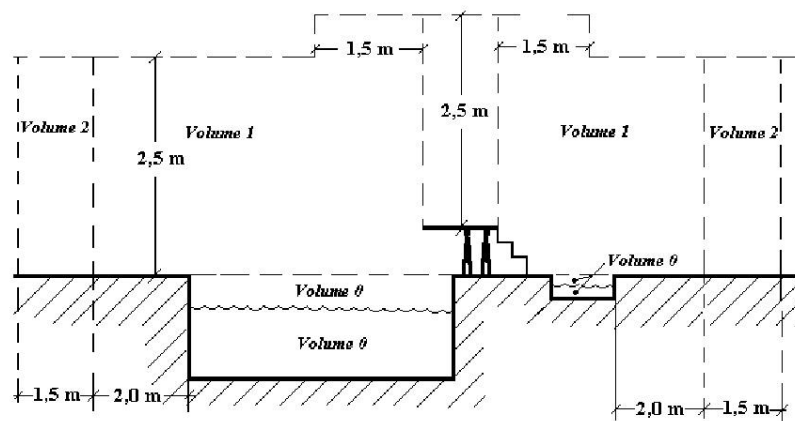


Figura 2.7 - Dimensões dos volumes para as bacias das piscinas e do lava-pés.

Nas piscinas existem 3 volumes, o volume 0 que proíbe qualquer canalização, aparelhagem de protecção, comando e seccionamento. Na aparelhagem de utilização, só é permitida equipamentos fixos destinados a serem usados nas piscinas, válido para o volume 0 e 1.

No volume 1 é permitida canalização da Classe II mas limitada às canalizações, sem revestimento metálico, para alimentar aparelhos neste volume. Para a aparelhagem de protecção, comando e seccionamento são permitidas tomadas nas pequenas piscinas afastadas do bordo da piscina, pelo menos 1,25 m e colocadas 0,30m acima do pavimento, se protegidas por diferencial de 30 mA ou alimentadas por transformador de separação.

O Volume 2 permite aparelhagem de protecção, comando e seccionamento, se alimentada individualmente, por transformador de separação, por transformador de tensão reduzida de segurança ou protecção garantida por diferencial de 30 mA. Aparelhagem de utilização é

permitida no volume 2 se da classe II, no caso de luminárias, classe I se protegidas por diferencial de 30 mA ou se alimentadas por transformador de separação.

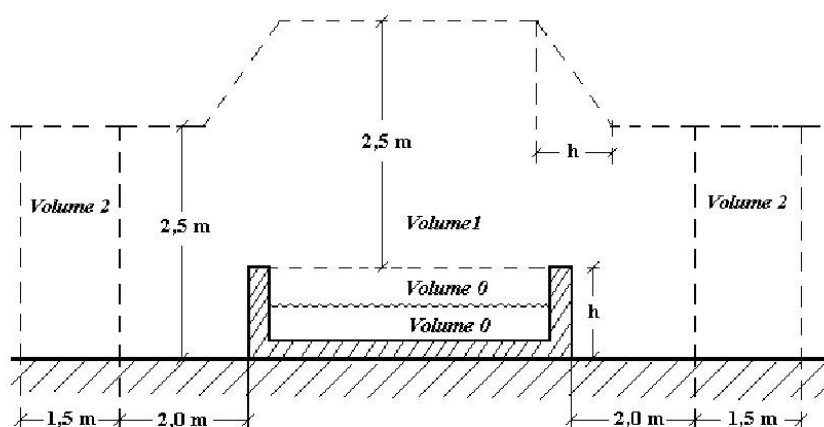


Figura 2.8 - Dimensões dos volumes para as bacias das piscinas acima do pavimento.

Nas saunas também existem zonas de temperatura que condiciona a instalação de equipamento. Sendo que na zona 1 é apenas permitido os radiadores para sauna e os seus acessórios, na zona 2 há restrições de equipamentos, do ponto de vista de resistência ao calor, na zona 3 apenas são permitidos os equipamentos capazes de suportar a temperatura de 125 °C e na zona 4 apenas são permitidos os aparelhos de iluminação (desde que instalados por forma a evitar o seu aquecimento excessivo), os dispositivos de comando dos radiadores para sauna (termóstatos e limitadores de temperatura) e as respectivas canalizações, os equipamentos devem ser capazes de suportar a temperatura de 125 °C.

As dimensões das zonas de temperatura encontram-se definidas na seguinte figura:

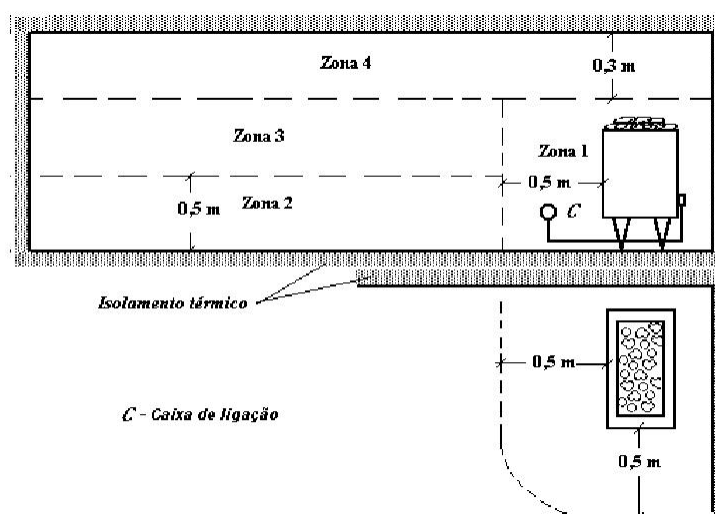


Figura 2.9 - Zonas de temperatura ambiente em locais contendo radiadores para sauna.

## 2.8 - Protecção contra contactos indirectos

Nas RTIEBT a protecção contra contactos indirectos é efectuada através de:

- Protecção por corte automático da alimentação;
- Protecção por utilização de equipamentos da classe II ou por isolamento equivalente;
- Protecção por recurso a locais não condutores;
- Protecção por ligações equipotenciais locais não ligadas à terra;
- Protecção por separação eléctrica.

De seguida apresenta-se o estudo sobre protecção por utilização de equipamentos da classe II ou por isolamento equivalente, visto esta ser a mais usual.

Na secção 413 das RTIEBT apresentam-se vários métodos de como garantir a protecção contra os contactos indirectos. Esta protecção obriga a que os equipamentos sejam de classe II de isolamento ou por isolamento equivalente.

A grande mudança surgiu nos quadros eléctricos que no antigo regulamento era permitido serem de classe I, e que com o aparecimento das RTIEBT é obrigatório que sejam de classe II de isolamento ou por isolamento equivalente.

No mercado existem quadros que garantem a classe II de isolamento até 630 A. A partir dos 630 A só é possível obter o equivalente à classe II de isolamento. Ou na eventualidade de se optar por quadros que não garantam a classe II de isolamento para correntes inferiores a 630 A, também é, necessário efectuar o equivalente à classe II.

O equivalente à classe II de isolamento é descrito na secção 413.2 (413.2 Protecção por utilização de equipamentos da classe II ou por isolamento equivalente), complementada com os anexos da parte 4 das RTIEBT.

A protecção por isolamento suplementar durante a instalação consiste em colocar as partes activas no interior do invólucro de forma a obter-se um conjunto com características de classe II. Para o invólucro só deve ser permitida a sua abertura através de chave ou ferramenta própria, ou então as partes nuas acessíveis após a abertura do invólucro sem chave, devem estar devidamente protegidas contra contactos, devendo para isso apenas serem desmontadas através de chaves ou ferramentas.

No caso das partes activas pertencerem a equipamentos de classe II de isolamento ou equivalente, não será necessário qualquer medida suplementar. Se as partes activas têm apenas isolamento suplementar, então deverão estar separadas do invólucro por isolamento suplementar (suportes isolantes com espessura maior ou igual 3 mm ou calhas isolantes). Se as partes activas são nuas (barramentos e terminais de ligação não isolados), estas deverão ser revestidas por um isolamento duplo ou reforçado e cumprir as distâncias mínimas previstas nas RTIEBT e serem separadas de todas as partes condutoras por uma distância maior ou igual 20 mm.

Nas figuras 2.10 e 2.11 apresenta-se a protecção por isolamento suplementar realizada durante a instalação que deverá ser realizada nos quadros eléctricos.

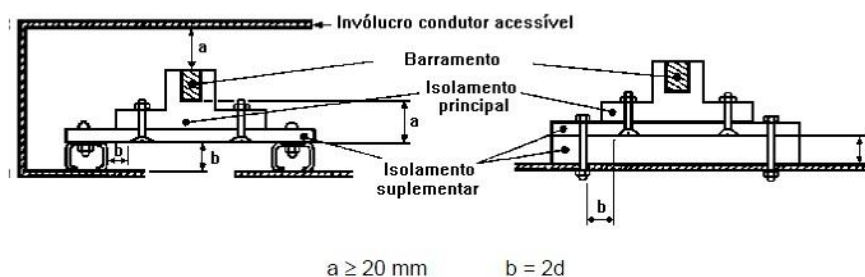


Figura 2.10 - Medidas de protecção por isolamento suplementar em quadros com barramentos nus e dotados de invólucro condutor acessível.

#### Legenda

- a é a menor distância no ar entre uma parte activa e qualquer condutor ou elemento condutor.
- b é a menor distância no ar entre uma parte intermédia e qualquer ponto de apoio condutor ou elemento condutor.
- d é a distância indicada na secção 536.2.1.1.

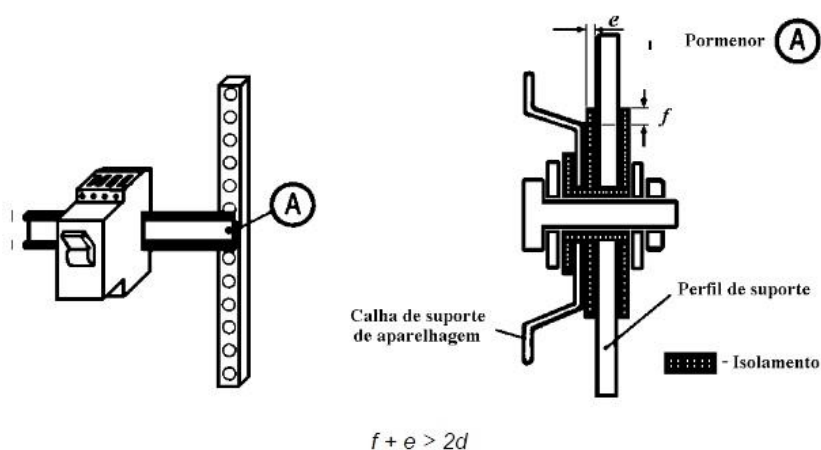


Figura 2.11 - Aparelhagem Modular

#### Legenda

- e é a espessura da anilha.
- f é a distância entre o perfil NP 2901 e o bordo da anilha.
- d é a distância indicada na secção 536.2.1.1.

Na prática, em sistema TT (sistema de ligação de terra que consiste na ligação das massas à terra), costuma-se colocar um disjuntor diferencial no corte geral do quadro de entrada e efectua-se a protecção por isolamento suplementar, de acordo com as RTIEBT, Parte 4 Anexo I, com a utilização de tapa bornes, platina isolante e cabos de classe II (sem bainhas ou armaduras metálicas e que sejam usados a uma tensão não superior à metade da sua tensão estipulada). É necessário especial atenção na escolha dos diferenciais para que haja selectividade entre os restantes diferenciais da instalação a jusante.

## 2.9 - Corte Geral de Emergência

Outra grande alteração foi no corte de emergência da instalação. Antes da publicação das RTIEBT este corte poderia ser efectuado através de botoneiras de corte geral que accionavam uma bobine Mx (máximo de tensão) e fazia disparar o corte geral do quadro.

Nas RTIEBT prevê-se que o corte de emergência possa ser efectuado de várias formas. As técnicas mais usadas para efectuar o corte é através bobines MN ou das bobines MX, com a particularidades destas últimas terem de ser de dupla sinalização, isto é, a botoneira de corte deverá ser dotada de sinalizadores (um verde e outro vermelho) que indique o estado em que se encontra, se aberto ou fechado respectivamente.

A bobine MX deverá ser alimentada por uma UPS, visto que, em caso de falha de energia os sinalizadores da botoneira deverão indicar em que estado esta se encontra. No disjuntor ou interruptor geral do quadro, deverão ser instalados uns contactos auxiliares que transmitam à botoneira o estado da bobine.



Figura 2.12 - Botoneira de Corte de Emergência com dupla sinalização.

A bobine MN provoca a abertura do disjuntor quando a sua tensão de comando passa a ser inferior a 35% do seu valor nominal  $U_n$ . Quando existem “ocos de tensão” estas bobines, disparam provocando inconvenientes a nível da exploração da instalação, portanto, também deverão ser alimentadas por uma UPS com a particularidade, desta UPS, ter de ser do tipo “ONLINE”.

## 2.10 - Instalações de Segurança

No RSIUEE não havia nada definido no que diz respeito às instalações de segurança. Previa-se apenas os blocos autónomos e armaduras com kit's, que em caso de falha de energia eléctrica, se mantinham ligados por determinado tempo para guiar as pessoas no sentido de fuga dos locais.

As RTIEBT são bem claras no que diz respeito às instalações de segurança. Houve a introdução destas instalações para que em caso de emergência, estas devem ser mantidas em serviço e seja facilitada e garantida a evacuação do público.

As canalizações deverão ser resistentes ao fogo e devem satisfazer ao ensaio do fio incandescente para uma temperatura de 960 °C, bem como, garantir o seu serviço em caso



de incêndio durante, pelo menos uma hora. Deverão ser completamente distintas das outras canalizações, por exemplo, se o modo de instalação das canalizações for em caminho de cabos, as canalizações de segurança deverão ter um caminho de cabos exclusivo. E por fim, não devem atravessar locais com risco de incêndio (BE2), com exceção das destinadas à alimentação dos equipamentos instalados nesses locais.

A iluminação de segurança, nos estabelecimentos recebendo público, deve permitir, em caso de avaria ou falha de energia, a evacuação segura e fácil do público para o exterior. A iluminação de segurança inclui a iluminação de circulação (evacuação) e de ambiente (anti-pânico).

A iluminação de circulação é obrigatória nos locais onde permanecem mais do que 50 pessoas, nos corredores e nos caminhos de evacuação.

A iluminação de ambiente é obrigatória para locais onde permaneçam mais do que 100 pessoas, acima do solo (rés-do-chão e pisos superiores) e 50 pessoas, no subsolo. A iluminação ambiente deverá ser uniforme e por cada metro quadrado dessa superfície, um fluxo luminoso não inferior a 5 lm de forma a permitir uma boa visibilidade.

A iluminação de segurança é dividida em quatro tipos:

- Iluminação tipo A: pode ser alimentada por uma fonte central (bateria de acumuladores ou grupo gerador accionado por motor de combustão). Enquanto o estabelecimento estiver franqueado ao público, as lâmpadas da iluminação de segurança do tipo A devem ser alimentadas em permanência (lâmpadas acesas). A potência por elas absorvida deve ser totalmente fornecida a partir da fonte de segurança.
- Iluminação tipo B: pode ser alimentada por uma fonte central (bateria de acumuladores ou grupo gerador accionado por motor de combustão) ou pode ser constituída por blocos autónomos. Enquanto o estabelecimento estiver franqueado ao público e no caso de ser utilizada uma fonte central de segurança (bateria de acumuladores ou grupo gerador accionado por motor de combustão), as lâmpadas da iluminação de segurança do tipo B devem ser alimentadas em permanência (lâmpadas acesas). A potência por elas absorvida deve, no estado de “vigilância”, ser totalmente fornecida a partir da fonte de alimentação da iluminação normal. No caso de ser alimentado por um grupo gerador deverá garantir a alimentação à iluminação de segurança em 1 segundo. Como os grupos demoram cerca de 15 segundos para arrancar, nestes casos, é prevista uma bateria central de iluminação.
- Iluminação tipo C: pode ser alimentada por uma fonte central (bateria de acumuladores ou grupo gerador accionado por motor de combustão) ou pode ser constituída por blocos autónomos.

- Iluminação tipo D: pode ser constituída por lanternas portáteis, alimentadas por pilhas ou por baterias, colocadas à disposição do pessoal responsável pela segurança do estabelecimento.

Para definir o tipo de iluminação no estabelecimento recendo público, é necessário determinar a lotação dos locais. Nas RTIEBT definidos os diferentes locais recebendo público com quadros de índice de ocupação afecta aos tipos de estabelecimento e índices de ocupação.

Após efectuar o cálculo da lotação do edifício é necessário consultar a tabela da classificação de estabelecimento em função da lotação para definir a categoria do estabelecimento em função da lotação.

Por exemplo: um estabelecimento administrativo.

Para cada local é necessário calcular o número de pessoas. Esse número calcula-se através do índice de ocupação para cada local, de acordo com a tabela seguinte:

Tabela 2 - Tabela dos índices de ocupação para os edifícios administrativos

Locais	índice de ocupação (pessoas/m <sup>2</sup> )
<b>a) zonas em que exista compartimentação definida:</b>	
Gabinetes	0,1
Salas de escritório	0,2
Salas de desenho	0,17
Salas de reunião sem lugares fixos	0,5
Bares (zona de consumo)	2
Refeitórios:	
- zona de espera	3
- zona de refeições	1
Outros locais acessíveis a público	1
<b>b) zonas em que não exista compartimentação definida:</b>	
Todos os locais	0,1

Após o cálculo de cada local, calcula-se o número total do edifício administrativo. Através da consulta à tabela 3 (Classificação do Estabelecimento em função da lotação), definimos a categoria do estabelecimento em função da lotação.

Tabela 3 - Classificação do Estabelecimento em função da lotação.

Categoria	Lotação (N)
1ª	$N > 1000$
2ª	$500 < N \leq 1000$
3ª	$200 < N \leq 500$
4ª	$50 < N \leq 200$
5ª	$N \leq 50$

Quando definida a categoria é necessário consultar a tabela 4 (Tipo de Iluminação de Segurança para os edifícios administrativos) e determinar o tipo de iluminação à aplicar neste tipo de estabelecimento.

Tabela 4 - Tipo de Iluminação de Segurança para os edifícios administrativos

Categoria do estabelecimento				
1ª	2ª	3ª	4ª	5ª
C	C	C	C	D

Nas regras técnicas (parte 8, secção 801.2.2) estão definidos vários tipos de estabelecimentos, nomeadamente:

- Edifícios do tipo administrativos;
- Edifícios Escolares;
- Edifícios tipo hospitalares;
- Empreendimentos turísticos e estabelecimentos similares;
- Recintos de espectáculos e divertimentos públicos;
- Parques de estacionamento cobertos;
- Estabelecimentos de culto.

As fontes centrais de segurança, deverão ser exclusivas às instalações de segurança e não podem ser partilhadas com outro tipo de instalação. Estas fontes deverão ser dimensionadas para garantir a alimentação às instalações de segurança durante, no mínimo, 1 hora.

As fontes centrais poderão ser constituídas por baterias de acumuladores ou por grupos geradores accionados por motores de combustão.

No que diz respeito ao quadro de segurança, este deverá ser instalado num local afecto a serviços eléctricos, no entanto, deverá ficar separado dos quadros da instalação normal, para que um incidente que possa ocorrer num destes quadros não o afecte.

O quadro de segurança tem que ser ligado em sistema IT (sistema de ligação à terra com o neutro isolado ou impedante) para garantir a continuidade de serviço. Para isso, deverá ser instalado um CPI (controlador de isolamento permanente), bem como, um sinalizador luminoso e um aviso sonoro para assinalar o primeiro defeito. Devido ao tipo de sistema de terras em que é ligado, a montante não deverá ser instalado diferencial para garantir o equivalente à classe II de isolamento. O transformador de isolamento deverá ser ligado após o inversor rede-grupo; em alternativa, e quando a fonte central é um grupo gerador, o transformador de isolamento poderá ficar antes do inversor rede-grupo, na entrada que vem da rede, e o grupo gerador deverá ficar ligado em sistema IT.

O grupo gerador de segurança deve ser dedicado apenas à segurança, não sendo permitida a alimentação de mais nenhum equipamento que não pertença a este tipo de instalações.

## 2.11 - Instalações Colectivas

Na estrutura das instalações colectivas o RSUUEE obrigava a uma estrutura e não impunha classe de isolamento.

Nas RTIEBT existe uma maior liberdade na escolha da estrutura das colunas montantes, os equipamentos têm que obrigatoriamente ser de classe II de isolamento e instalação de ductos. As colunas deverão ser localizadas nas zonas comuns dos edifícios e em ductos, no entanto, é dispensável a execução do ducto em edifícios até 9 instalações.

A queda de tensão nas colunas montantes até à entrada da fracção tem um máximo de 1,5%.

## Capítulo 3

# Aplicação Computacional segundo as RTIEBT

Esta aplicação computacional foi desenvolvida em flex/action script 3.0. Optou-se por esta linguagem por se tratar de uma linguagem simples e por criar um interface com o utilizador agradável.

Como foi descrito no capítulo anterior, as novas regras técnicas trouxeram novidades relativamente à forma como se caracterizam as canalizações, introduzindo métodos de referência que se referem à forma como a canalização é instalada, tabelas com os valores de  $I_z$  associadas aos métodos de referência e tabelas com factores de correcção.

### 3.1 - Bem-Vindo

Na opção - “Bem-vindo”-, Figura 3.1, apresenta o programa, onde foi elaborado e por quem.

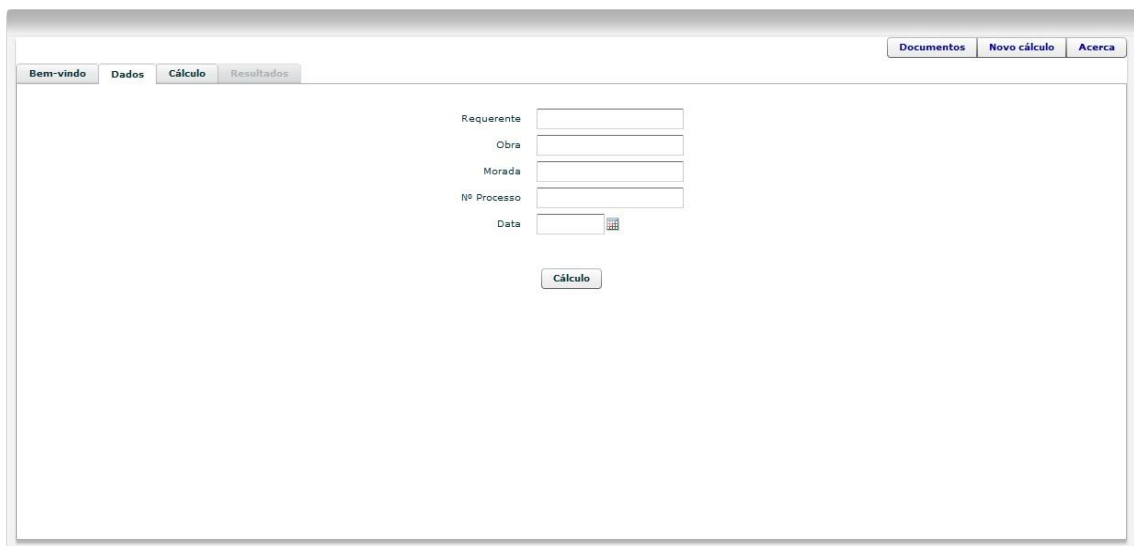


Figura 3.1 - Bem-Vindo

### 3.2 - Dados

Este separador, Figura 3.2, foi criado com vista à identificação da obra sobre a qual irá ser realizado o cálculo das canalizações. Para isso, foram criados os seguintes campos:

- Requerente
- Obra
- Morada
- Nº do processo
- Data



The image shows a screenshot of a software application window. At the top, there is a menu bar with three items: 'Documentos', 'Novo cálculo', and 'Acerca'. Below the menu bar, there are four tabs: 'Bem-vindo', 'Dados', 'Cálculo', and 'Resultados'. The 'Dados' tab is currently selected. The main area of the window contains five input fields, each with a label to its left: 'Requerente', 'Obra', 'Morada', 'Nº Processo', and 'Data'. Below these fields is a button labeled 'Cálculo'.

Figura 3.2 - Dados

### 3.3 - Cálculo

No separador cálculo, Figura 3.3, o utilizador irá inserir todos os dados necessários para o cálculo da canalização. Esta canalização poderá ser um circuito de iluminação, tomadas ou entre quadros.

The screenshot shows a software application window with a menu bar at the top containing 'Bem-vindo', 'Dados', 'Cálculo', and 'Resultados'. On the right side of the window, there are buttons for 'Documentos', 'Novo cálculo', and 'Acerca'.

The main content area is divided into five sections:

- 1º Parâmetro - Dados da Instalação:** Contains input fields for 'Designação', 'Potência [VA]', and 'Queda de Tensão Máxima [%]'.
- 2º Parâmetro - Tipo de Instalação:** Contains a dropdown menu for 'Método de Referência' (set to 'A') and a dropdown menu for 'Número e Disposição dos condutores' (set to '2 condutores carregados').
- 3º Parâmetro - Tipo de Cabo:** Contains dropdown menus for 'Alma Condutora' (set to 'Cobre') and 'Isolação' (set to 'PVC'), and an input field for 'Comprimento da Canalização [m]'.
- 4º Parâmetro - Tipo de Protecção:** Contains a dropdown menu for 'Tipo de Protecção' (set to 'Disjuntor Doméstico'), input fields for 'FC1 - Factor de Correção da Temperatura Ambiente', 'FC2 - Factor de Correção de Montagem e Associação', and 'FC3 - Factor de Correção de Montagem e Associação', and 'Consultar' buttons for each.
- 5º Parâmetro - Dados do PT:** Contains input fields for 'Potência de Curto-Circuito da Rede a montante [kVA]', 'Potência do Posto de Transformação [kVA]', 'Tensão de Curto-Circuito do Transformador [%]', 'Tensão do Secundário do Transformador [V]', 'Comprimento do Cabo [m]', 'Secção do Cabo [mm<sup>2</sup>]', and 'Alma Condutora' (set to 'Cobre').

A 'Calcular' button is located at the bottom right of the interface.

Figura 3.3 - Cálculo

### 3.3.1 - 1º Parâmetro - Dados da Instalação

No 1º parâmetro serão solicitadas ao utilizador a introdução relativa a alguns dados da instalação.

#### Designação:

Neste campo o utilizador, Figura 3.4, deverá introduzir o nome ou a designação do circuito sobre o qual irá efectuar o cálculo.

Ao colocar o rato nesse campo irá aparecer uma janela com instruções que ajudam o utilizador.

Designação

Potência [VA]

Queda de Tensão Máxima [%]

Corrente de Curto-Circuito a montante [kA]

Insira a designação do circuito ou nome do quadro eléctrico

Figura 3.4 - 1º Parâmetro - Designação

**Potência:**

Deverá ser introduzida a potência final em VA do circuito já com os coeficientes de utilização, de simultaneidade e de evolução de cargas, caso seja o caso, Figura3.5.

Designação

Potência [VA]

Queda de Tensão Máxima [%]

Corrente de Curto-Circuito a montante [kA]

Insira a potência do equipamento ou quadro eléctrico a alimentar

Figura 3.5 - 1º Parâmetro - Potência

A inserção do valor da potência permite calcular a corrente de serviço IB.

O dimensionamento de um circuito numa instalação eléctrica, tem como base, a determinação do valor da corrente de serviço (IB). A corrente de serviço relaciona-se com a potência a alimentar à tensão nominal e corresponderá ao valor máximo que, em regime permanente, se estima que as cargas irão absorver em simultâneo.

Se a alimentação for efectuada por uma rede monofásica, a intensidade de corrente de serviço (IB) é dada por [3.1]:

$$IB = \frac{P}{U_0} [A] \quad [3.1]$$

Sendo:

- IB a corrente de serviço [A]
- P a potência do circuito inserida pelo utilizador [VA]
- U<sub>0</sub> a tensão nominal simples [V]

Se a alimentação for efectuada por uma rede trifásica, a intensidade de corrente de serviço (IB) é dada por [3.2]:



$$IB = \frac{P}{\sqrt{3} \times U_c} [A] \quad [3.2]$$

Sendo:

- IB a corrente de serviço [A]
- P a potência do circuito inserida pelo utilizador [VA]
- $U_c$  a tensão nominal composta [V]

Para determinar o valor da tensão é pedido ao utilizador, no 2º parâmetro (tipo de instalação), o número e disposição dos condutores, Figura 3.5. Ao seleccionar “2 condutores carregados” o programa assume automaticamente que a tensão é monofásica, se seleccionar “3 condutores carregados” será tensão trifásica. Esta opção será explicado no 2º parâmetro.



Figura 3.6 - 2º Parâmetro - Número e Disposição dos Condutores

Após efectuado o cálculo do valor da corrente de serviço (IB) da canalização que se pretende dimensionar, é possível obter o valor  $I_n$  da protecção que irá proteger a canalização contra sobrecargas. A protecção contra sobrecargas está garantida se se verificar a seguinte condição [3.3]:

$$I_n \geq IB \quad [3.3]$$

Sendo:

- IB a corrente de serviço [A]
- $I_n$  a corrente estipulada do aparelho de protecção [A]

O aparelho de protecção é seleccionado pelo utilizador, no 4º parâmetro (tipo de protecção), onde é solicitado ao utilizador que seleccione o tipo de protecção. Esta opção será explicada num capítulo posterior.

As características de funcionamento dos dispositivos de protecção das canalizações contra as sobrecargas devem satisfazer, simultaneamente, às duas condições seguintes:

- A corrente estipulada do dispositivo de protecção ( $I_n$ ) deve ser maior ou igual que a corrente de serviço da canalização respectiva (IB) e menor ou igual que a corrente máxima admissível ( $I_z$ ) [3.4].

$$IB \leq I_n \leq I_z \quad [3.4]$$

- A corrente convencional de funcionamento do dispositivo de protecção ( $I_2$ ) deve ser menor ou igual que 1,45 a corrente máxima admissível [3.5].

$$I_2 \leq 1,45 I_z \quad [3.5]$$

Sendo:

- o  $I_B$  a corrente de serviço [A]
- o  $I_n$  a corrente estipulada do aparelho de protecção [A]
- o  $I_z$  a corrente admissível na canalização [A]
- o  $I_2$  a corrente convencional de funcionamento, no tempo convencional, para disjuntores e corrente de fusão, no tempo convencional, para fusíveis [A]

A figura 3.7 traduz esquematicamente as condições desta regra.

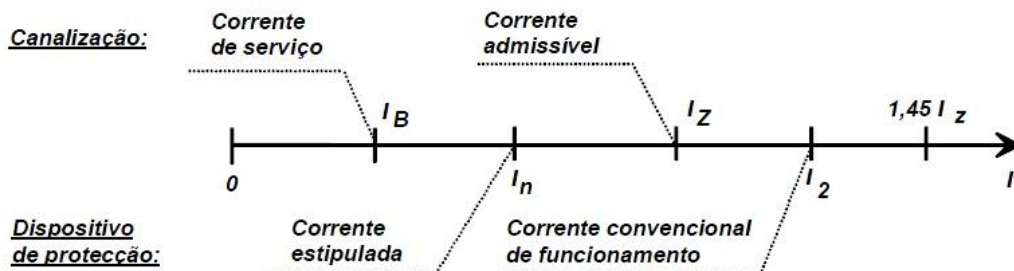


Figura 3.7 - Protecção contra sobrecargas

Depois de determinar a corrente de serviço ( $I_B$ ), como verificamos anteriormente é possível obter uma possível secção da canalização, tendo em conta, a condição de aquecimento dos condutores.

Nas RTIEBT estão expostos quadros (quadros 52-C1 ao 52-C14, 52-C30), nos anexos da parte 5, com os valores para as correntes máximas admissíveis ( $I_z$ ), mediante a alma condutora, a isolamento, para cabos monocondutores ou multicondutores e o modo de instalação.

Contudo, os condutores estão sujeitos a outras condições de instalação diferentes, isto significa que os valores das correntes que constam nos quadros das RTIEBT, também sofrem alterações. Estas alterações devem-se ao facto de, por exemplo, os condutores estarem expostos a temperaturas mais altas, à instalação de mais do que um condutor na mesma vala ou esteira, o que implica que as condições de aquecimento dos cabos sejam alteradas visto que irão dissipar com menos facilidade a temperatura devida a perdas por efeito de Joule. Para ter este facto em conta, são utilizados os factores de correcção dos cabos.

Após a determinação de uma corrente corrigida calculamos o valor da secção. No entanto, esta poderá não ser a secção definitiva, visto que, existe outro factor relevante a ter em consideração que tem que a ver com a queda de tensão na canalização.

#### Queda de Tensão Máxima:

Um dos parâmetros mais importantes no correcto dimensionamento da canalização eléctrica é o cálculo da queda de tensão, este representa as perdas de tensão ao longo do comprimento da canalização devido às resistências dos condutores e equipamentos. É necessário respeitar os limites máximos predefinidos da queda de tensão para que os equipamentos funcionem de forma satisfatória.

Os valores a fixar dependem do tipo de utilização e da natureza dos aparelhos, visto que, os receptores de iluminação e os motores são particularmente sensíveis.

Nas RTIEBT - parte 5, Secção 52 [525] -, encontra-se um quadro (Quadro 520) que apresenta os valores máximos permitidos de queda de tensão, estes valores são estabelecidos mediante o tipo de utilização. A queda de tensão é calculada entre a origem da instalação e qualquer ponto de utilização, Tabela 5.

Tabela 5 - Quedas de Tensão máximas admissíveis

Quedas de Tensão		
Utilização	Iluminação	Outros Usos
A - Instalações alimentadas directamente a partir de uma rede de distribuição (pública) em baixa tensão	3%	5%
B - Instalações alimentadas a partir de um Posto de Transformação MT/BT(1)	6%	8%
<p><i>(1) - Sempre que possível, as quedas de tensão nos circuitos finais não devem exceder os valores indicados para a situação A. As quedas de tensão devem ser determinadas a partir das potências absorvidas pelos aparelhos de utilização com os factores de simultaneidade respectivos ou, na falta destes, das correntes de serviço de cada circuito.</i></p>		

No programa de cálculo das canalizações, o cálculo poderá ser efectuado num ponto qualquer da instalação, portanto, é necessário saber qual a queda de tensão a montante. No Parâmetro 1 é solicitado ao utilizador a inserção do valor da queda de tensão a montante. Os cálculos serão efectuados a partir das expressões expostas na secção 525 das RTIEBT e foi criada uma rotina que teste o valor introduzido pelo utilizador e de seguida apresentada a secção que esteja dentro dos valores limites.

Para dimensionar os condutores é necessário conhecer anteriormente:

- Alma condutora do condutor, para assim definir a resistividade dos condutores ( $\rho$ );
- Corrente de serviço (IB [A]);
- Factor de potência, ( $\cos \varphi$ );

- Comprimento do circuito  $l$  [m];
- Tensão entre fases  $U$  [V].

Para o cálculo da queda de tensão as expressões usadas são as seguintes [3.6] e [3.7]:

$$u = b \times \left( \rho_1 \times \frac{L}{S} \times \cos \varphi + \lambda \times L \times \sin \varphi \right) \times Ib \text{ [V]} \quad [3.6]$$

$$\Delta u = 100 \frac{u}{U_0} \text{ [%]} \quad [3.7]$$

#### Legenda

- o  $u$  é a queda de tensão [V];
- o  $\Delta u$  é a queda de tensão relativa [%];
- o  $U_0$  é a tensão entre fase e neutro [V];
- o  $b$  é um coeficiente igual a 1 para os circuitos trifásicos e a 2 para os monofásicos (os circuitos trifásicos com o neutro completamente desequilibrado, isto é, com uma só fase carregada, são considerados como sendo monofásicos);
- o  $\rho_1$  é a resistividade dos condutores à temperatura em serviço normal, isto é, 1,25 vezes a resistividade a 20°C (0,0225  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  para o cobre e 0,036  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  para o alumínio);
- o  $L$  é o comprimento simples da canalização [m];
- o  $S$  é a secção dos condutores [mm<sup>2</sup>];
- o  $\cos \varphi$  é o factor de potência (na falta de elementos mais precisos, pode ser usado valor  $\cos \varphi = 0,8$  e, consequentemente,  $\sin \varphi = 0,6$ );
- o  $\lambda$  é a reactância linear dos condutores (na falta de outras indicações pode ser usado o valor 0,08 m $\Omega$ /m);
- o  $Ib$  é a corrente de serviço [A].

#### Corrente de Curto-Circuito

A protecção contra sobretensões é um dos vários passos essenciais num projecto de uma instalação eléctrica e consiste em seleccionar correctamente o poder de corte do dispositivo de protecção.

O utilizador deverá introduzir a corrente de curto-circuito a montante da canalização que se encontra a calcular.

Ao definir a corrente de curto-circuito é possível definir o Poder de Corte do dispositivo de protecção da canalização.

### 3.3.2 - 2º Parâmetro - Tipo de Instalação

No 2º parâmetro serão solicitadas ao utilizador informações relativas ao método de referência e número e disposição dos condutores: modo de instalação da canalização.

### Método de Referência

Conforme foi referido no capítulo anterior, segundo as RTIEBT é necessário definir o método de referência da canalização, figura 3.7.

Figura 3.8 - Método de Referência

Os métodos de referência nascem dos modos de instalação dos cabos e condutores e é identificado através de uma letra. Na parte 5, secção 52, subdivisão 521.3 encontra-se o quadro 52H onde se encontram representados os modos de instalação e os métodos de referência a estes associados, ilustrado com exemplos de figuras.

Através dos métodos de referência definimos os valores das correntes admissíveis, consultando as tabelas apresentadas nas RTIEBT.

Os Métodos de Referência são designados pelas letras A, A2, B, B2, C, D, E, F e G para avaliação das correntes.

Os modos de instalação das canalizações são os seguintes:

- Canalizações em condutas circulares (tubos) permitidas em ocios de construção;
- Canalizações sem fixação dos condutores ou cabos (permitidos em ocios de construção);
- Canalizações em caminhos de cabos, escadas e consolas;
- Canalizações sem fixação e com fixação em condutas circulares ou em calhas;
- Canalizações em condutas não circulares e circulares permitidas em oco de construção, caleiras, enterradas, embebidas e à vista;
- Canalizações embebidas em calhas, condutas não circulares ou circulares, com ou sem fixação directa.

### Número e disposição dos Condutores

O número e disposição dos condutores vai definir se o circuito é trifásico ou monofásico, bem como, a sua disposição.

Neste campo o utilizador poderá escolher o número e disposição dos condutores que mais se adequa à sua situação.

Na figura [3.8] seguinte é apresentado o exemplo de um caso de, em que ao seleccionarmos o método de referência A, o número e disposição dos condutores possíveis aparece automaticamente, que para este caso são:

- 2 Condutores carregados;
- 3 Condutores carregados.

The screenshot shows a software interface with two dropdown menus. The first dropdown is labeled 'Método de Referência' and is set to 'A'. The second dropdown is labeled 'Número e Disposição dos condutores' and is open, showing three options: '2 condutores carregados' (highlighted in blue), '2 condutores carregados', and '3 condutores carregados'.

Figura 3.9 - Método de Referência A e respectivo número de condutores

Quando é seleccionado o método de referência E, F, e G para cabos multicondutores, o número e disposição dos condutores possíveis para este método são, Figura 3.9:

- 2 Condutores carregados;
- 3 Condutores carregados.
- 3 Condutores em triângulo;
- 3 Condutores em esteira com afastamento horizontal;
- 3 Condutores em esteira com afastamento vertical.

The screenshot shows a software interface with two dropdown menus. The first dropdown is labeled 'Método de Referência' and is set to 'Cabos Multicondutores - E,F,G'. The second dropdown is labeled 'Número e Disposição dos condutores' and is open, showing six options: '2 condutores carregados' (highlighted in blue), '2 condutores carregados', '3 condutores carregados', '3 condutores carregados em triângulo', '3 condutores carregados em esteira c/ afastamento horizontal', and '3 condutores carregados em esteira c/ afastamento vertical'. Below the dropdown, there is a field for 'Comprimento da Canalização [m]' and a dropdown for 'Isolação' set to 'PVC'.

Figura 3.10 - Método de Referência E, F e G dos cabos multicondutores e respectivo número de condutores

### 3.3.3 - 3º Parâmetro - Tipo de Cabo

No 3º parâmetro o utilizador irá definir as características principais do cabo.

Na figura 3.11 apresenta-se o 3º parâmetro.

Figura 3.11 - 3º Parametro - Tipo de Cabo

### Alma Condutora

A alma condutora faz parte do núcleo do cabo e é o elemento que se destina à condução da corrente eléctrica. A alma condutora mais comum nos cabos de baixa tensão é o cobre ou alumínio, sendo a capacidade de transporte do cobre maior do que a do alumínio devido à sua maior resistividade, portanto, sendo assim para garantir a mesma capacidade de transporte do cobre os condutores em alumínio têm que ter uma secção maior. No entanto, o cobre tem inconvenientes como densidade alta e um elevado custo relativamente ao alumínio. O alumínio tem o inconveniente de oxidar em contacto com o ar, o que o torna isolado e dificulta nas junções, por outro lado, uma vez coberto por essa película que se forma em contacto com o ar protege-o de futuras oxidações.

A alma condutora, para além do tipo de material que a constitui, tem outras características também importantes como:

- A forma;
- A resistência óhmica;
- A composição;
- A secção normalizada.

Neste menu o utilizador deverá escolher o tipo de alma que se adequa às suas necessidades. Para isso o utilizador terá a opção de escolher cobre ou alumínio, de acordo, com a figura 3.12:

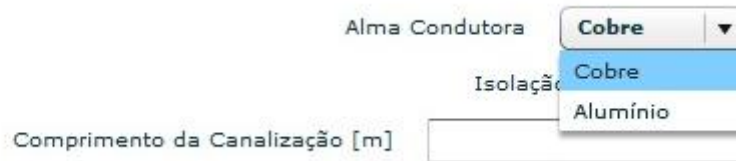


Figura 3.12 - Opção Alma Condutora

### Isolação

A isolação é uma parte que constitui o cabo com mais importância, visto estar directamente ligada à segurança da instalação e às condições de exploração. A isolação é o elemento mais delicado do cabo e a sua deterioração é o que limita na maioria das vezes a vida útil do cabo, a sua deterioração irá depender das condições ambientais e climatéricas, bem como, do contacto com agentes agressivos. A falta de cuidado na instalação, manuseamento e conservação, são alguns factores que limitam a vida útil do cabo. No entanto, este componente do cabo deverá garantir a estanquicidade em relação à água e ser resistente a agentes nocivos.

Os tipos de isolação que o utilizador tem disponíveis são:

- PVC - policloreto de vinilo que tem boas características de isolamento e rigidez dieléctrica.
- XLPE - polietileno reticulado que tem boas características dieléctricas, mecânicas e físico-químicas.

Dependendo do tipo de isolação o condutor terá mais ou menos capacidade de passagem de corrente eléctrica. Os valores das correntes admissíveis são maiores para a isolação do tipo XLPE.

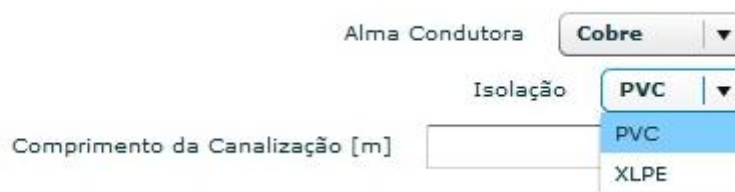


Figura 3.13 - Opção Isolação

### Comprimento da Canalização

O utilizador deverá inserir o comprimento da canalização para assim ser efectuado o cálculo da queda de tensão.



### 3.3.4 - 4º Parâmetro - Tipo de Protecção

Neste parâmetro serão definidas as protecções e os coeficientes de correcção que farão a protecção da canalização.

Figura 3.14 - Opção Isolação

#### Tipo de Protecção

É necessário proteger as instalações contra sobreintensidades, garantido a segurança e durabilidade dos equipamentos e canalizações.

Entende-se como sobreintensidade, uma corrente cujo valor é superior ao da corrente estipulada, quando se trata de condutores, a corrente estipulada é igual ao valor da corrente admissível.

Na protecção contra sobrecargas procura-se impedir o funcionamento das canalizações e dos aparelhos acima dos valores máximos admissíveis ou estipulados, para isso, é efectuado o corte automático do circuito - onde ocorre a sobrecarga -, antes que a sobreintensidade atinja valores perigosos, limitando o valor máximo da sobreintensidade para um valor seguro, evitando assim, a redução do tempo de vida da canalização e equipamentos e o aumento de risco de acidentes.

Na protecção contra curto-circuitos garante-se que, em caso de defeito num dado circuito, seja efectuada a interrupção desse circuito antes da deterioração das características térmicas do isolamento mecânico das almas condutoras, bem como, das canalizações, da aparelhagem e dos equipamentos alimentados.

Os aparelhos de protecção que são utilizados na protecção contra sobreintensidades são os fusíveis e/ou disjuntores. O tipo de protecção deverá ser escolhido de forma a reflectir o tipo de operação adequada. Portanto, numa situação de sobrecarga o comportamento inicial deverá incluir uma temporização de funcionamento, seguida de interrupção ao ser atingido

o valor limite. Em situação de curto-circuito, a interrupção é efectuada imediatamente após a ocorrência do defeito para prevenir danos gravosos.

### **Fusível**

O fusível é um aparelho que tem como principal função a interrupção de um circuito, através da fusão de um fio condutor que se encontra inserido numa câmara isolante, quando a corrente ultrapassa o valor limite suportado por este, durante um determinado período de tempo.

As características técnicas deste aparelho de protecção são as seguintes:

- Corrente estipulada;
- Corrente convencional de não funcionamento;
- Corrente convencional de funcionamento;
- Zona de funcionamento;
- Poder de Corte;
- Tipo e dimensões das bases e dos elementos de substituição.

Os fusíveis de baixa tensão existentes no mercado são do tipo gG e aM, de acordo, com a norma europeia (EN 60269-1). Ambos são utilizados em usos gerais, no entanto, o fusível do tipo gG é utilizado na protecção contra curto-circuitos e sobrecargas, enquanto o fusível do tipo aM é para protecção exclusiva contra curto-circuitos, não funcionam para pequenas e médias sobrecargas.

Os fusíveis do tipo gG são designados por fusíveis de acção lenta.

Os fusíveis do tipo aM são designados por fusíveis de acção rápida.

### **Disjuntor**

O disjuntor é um dispositivo electromecânico que possui um dispositivo térmico que protege a canalização contra sobreintensidades (curto-circuitos) e um dispositivo magnético que é capaz de actuar contra sobrecargas colocando a canalização fora de serviços antes que os efeitos térmicos e mecânicos tenham efeitos nefastos nas canalizações.

As características técnicas principais dos disjuntores são:

- Corrente estipulada ou de regulação;
- Corrente convencional de não funcionamento;
- Corrente convencional de funcionamento;
- Poder de Corte.

O poder de corte indica o valor da corrente máxima de curto-circuito que o disjuntor é capaz de interromper sem se danificar. Esta característica é muito importante, visto que, para além de proteger a canalização, o custo do disjuntor está directamente relacionado com o poder de corte, à medida que o valor do poder de corte do dispositivo aumenta o custo também aumenta.

No programa de cálculo foram considerados dois tipos de disjuntores; disjuntores industriais e disjuntores domésticos. A diferença entre os dois tipos de disjuntores consiste nas correntes convencionais de funcionamento. Enquanto no disjuntor tipo doméstico a corrente convencional de funcionamento é  $1,45I_n$ , no disjuntor do tipo industrial, essa corrente é de  $1,30I_n$ .

Tipo de Protecção **Disjuntor Doméstico** ▼

FC1 - Factor de Correção da Temperatura Ambiente

FC2 - Factor de Correção de Montagem e Associação

FC3 - Factor de Correção de Montagem e Associação

Consultar E1 Consultar E2 Consultar E3 Consultar E4

Consultar

Figura 3.15 - Tipo de Protecção

### Factores de Correção

Os cabos estão sujeitos a interferências entre si, mediante o tipo de instalação, a temperatura e o afastamento entre si e, no caso das canalizações enterradas, da resistividade térmica do solo.

Bem-vindo Dados Cálculo

FC1 - Factor de Correção da Temperatura Ambiente

Deverá seleccionar o valor que mais se adequa.

Temperatura ambiente (°C)	PVC	XLPE
10	1.10	1.07
15	1.05	1.04
20	1.00	1.00
25	0.95	0.96
30	0.89	0.93
35	0.84	0.89
40	0.77	0.85
45	0.71	0.80
50	0.63	0.76
55	0.55	0.71
60	0.45	0.65
65		0.60
70		0.53
75		0.46
80		0.38

Calculadora: Condutora: Cobre, Isolação: PVC

Disjuntor Doméstico

Consultar

Consultar E3 Consultar E4

Consultar

Calcular

Figura 3.16 - FC1 - Factor de Correção da Temperatura Ambiente do Método de Referência D.

Nesta opção, Figura 3.16, serão apresentados ao utilizador os coeficientes de correcção que deverão ser aplicados na canalização. O utilizador só tem que “clique” sobre o valor que se adequa ao caso da canalização que se encontra a calcular.

Ao ser definido o método de referência, o programa selecciona as tabelas dos coeficientes de correcção utilizados nos respectivos métodos.

No programa foram divididos os factores de correcção em três campos.

- FC1 - Factores de correcção relacionados com a temperatura;
- FC2 - Factores de correcção relacionados com o agrupamento de cabos ou condutores;
- FC3 - Factores de correcção relacionados com a resistividade do solo.

Os factores de correcção FC3 só irão aparecer quando o utilizador escolher como método de referência D, visto que, este está apenas relacionado com o tipo de solo. O mesmo irá acontecer com os outros factores de correcção, só aparecerão as tabelas correspondentes consoante a escolha do método de referência.

Os factores de correcção de temperatura associados dos cabos encontram-se expostos nas RTIEBT (nos anexos, da parte 5), ponto 10.1.

- Factor de correcção em função das temperaturas ambientes para canalizações instaladas ao ar: Quadro 52-D1, estes factores só são aplicáveis aos valores das correntes com os métodos de referência tipo A, A2, B, B2, C, E, F e G;
- Factores de correcção em função da temperatura do solo: Quadro 52-D2, estes factores só são aplicáveis aos valores das correntes com os métodos de referência tipo D;

Os factores de correcção de agrupamentos associados dos condutores ou de cabos encontram-se expostos nas RTIEBT (nos anexos, da parte 5), ponto 10.2.

- Factores de correcção para agrupamento de cabos de diversos circuitos ou de vários cabos multicondutores, instalados ao ar, lado a lado, em camada simples, estes factores só são aplicáveis aos valores das correntes com os métodos de referência tipo A, A2, B, B2, C, E, F e G;
- Factores de correcção para agrupamentos de cabos enterrados em esteira horizontal, distanciados de, pelo menos, 0,20 m, estes factores só são aplicáveis aos valores das correntes com os métodos de referência tipo D;
- Factores de correcção para agrupamento de condutas com condutores, instaladas ao ar, enterradas ou embebidas no betão, em função da sua disposição (horizontal e vertical), estes factores só são aplicáveis aos valores das correntes com os métodos de referência tipo A, A2, B, B2, C, E, F e G;
- Factores de correcção para agrupamento de diversos circuitos de cabos multicondutores, instalados ao ar, lado a lado, em camadas simples, para o método de referência E;

- Factores de correcção para agrupamento de diversos circuitos de cabos monocondutores, instalados ao ar, lado a lado, em camada simples, para o método de referência F;

Os factores de correcção com a resistividade térmica do solo associados dos condutores ou de cabos encontram-se expostos nas RTIEBT (nos anexos, da parte 5), ponto 10.3.

- Factores de correcção aplicáveis a cabos enterrados em função da resistividade térmica do solo, estes factores só são aplicáveis aos valores das correntes com os métodos de referência tipo D;

### 3.3.5 - 5º Parâmetro - Dados do PT

Neste parâmetro são pedidos os dados do posto de transformação para o cálculo da corrente de curto-circuito, Figura 3.17.

Potência de Curto-Circuito da Rede a montante [kVA]	<input type="text"/>
Potência do Posto de Transformação [kVA]	<input type="text"/>
Tensão de Curto-Circuito do Transformador [%]	<input type="text"/>
Tensão do Secundário do Transformador [V]	<input type="text"/>
Comprimento do Cabo [m]	<input type="text"/>
Secção do Cabo [mm <sup>2</sup> ]	<input type="text"/>
Alma Condutora	<input type="text" value="Cobre"/>

Figura 3.17 - 5º Parâmetro - Dados do PT

Devido às acções térmicas para as canalizações e das acções térmicas e electrodinâmicas dos dispositivos de protecção resultam na possibilidade de existência de curto-circuitos nas instalações, o que exige uma escolha cuidada do tipo de aparelhos de protecção e dos valores mínimos das secções.

A protecção contra sobrecargas e curto-circuitos quando é assegurada simultaneamente pelo mesmo dispositivo, a protecção contra curto-circuitos é assegurada pela regra do poder de corte:

$$\text{Poder de Corte da aparelhagem} \geq I_{cc} \text{ Max. (origem da Instalação)}$$

Outra regra que deve estar presente é a regra do tempo de corte, sendo o tempo de corte resultante de um curto-circuito em qualquer ponto do circuito não deverá ser superior ao tempo correspondente à elevação da temperatura do condutor ao seu máximo admissível.

Para curto-circuitos de duração máxima de 5 segundos, o tempo aproximado corresponde à elevação da temperatura do condutor ao seu máximo admissível e dado pela expressão [3.8]:

$$\sqrt{t} = k \times \left( \frac{S}{I_{cc}} \right) \quad [3.8]$$

em que:

- t é o tempo [s];
- S é a secção dos condutores [mm<sup>2</sup>];
- I<sub>cc</sub> corrente de curto-circuito efectiva (valor eficaz) em [A] para um defeito franco no ponto mais afastado do circuito;
- K - constante, variável com o tipo de isolamento e de alma condutora, igual a 115 para condutores de cobra e isolamento em PVC.

Para se efectuar o cálculo da corrente de curto-circuito é necessário saber os dados do posto de transformação. Portanto, é pedido ao utilizador dados sobre a rede a montante, nomeadamente do posto de transformação, da rede de média tensão e do cabo que interliga com a nossa instalação, para assim ser possível calcular a corrente de curto-circuito.

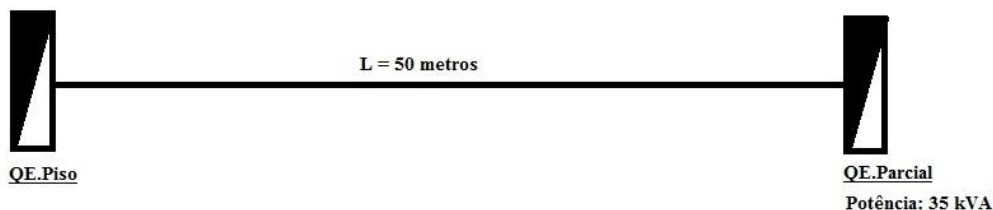
O cálculo da corrente de curto-circuito é efectuado através de malha de defeito.

### 3.4 - Resultados

Neste último separador serão apresentados os resultados finais dos cálculos relativos à canalização.

Este, só funciona quando o utilizador introduzir todos os valores necessários aos cálculos. Será simulado um cálculo para uma canalização aleatória e serão apresentados os resultados.

#### Dados da Instalação:



Queda de Tensão máxima permitida nesta canalização: 1%

Método de Referência: Cabos multicondutores E, F e G

Numero e Disposição dos Condutores: 3 condutores carregados

Alma Condutora: Cobre

Isolação: PVC

Tipo Protecção: Disjuntor Industrial

FC1 - Factor de Correção de Temperatura Ambiente: 35°

FC2 - Factor de Correção de Montagem e Associação: canalização em caminho de cabos com 2, Nº de circuitos ou de cabos multicondutores - 0,88

Dados da rede a montante:

Potência de CC da rede a montante: 15 kV

Potência do transformador: 630 kVA

Tensão do Secundário do Transformador: 4 %

Comprimento do cabo: 250 m

Secção do cabo: 185 mm<sup>2</sup>

Alma Condutora: alumínio

O primeiro passo será inserir os dados relativos à instalação, caso o utilizador o pretenda.

The screenshot shows a software application window with a title bar containing 'Documentos', 'Novo cálculo', and 'Acerca'. Below the title bar are four tabs: 'Bem-vindo', 'Dados', 'Cálculo', and 'Resultados'. The 'Dados' tab is selected. The main area of the window contains a form with the following fields and values:

Requerente	FEUP
Obra	DEEC
Morada	Rua Roberto Frias
Nº Processo	01/2010
Data	27-06-2010

Below the form is a button labeled 'Cálculo'.

Figura 3.18 - Dados relativos ao requerente, processo, obra e data

Ao premir no botão cálculo salta para a página de cálculo, onde irá inserir todos os dados relativos à canalização onde pretende efectuar o cálculo.

The image shows a software interface for calculating electrical installation parameters. It is divided into five main sections, each with a title and a set of input fields and buttons.

- 1º Parâmetro - Dados da Instalação:** Designação: Quadro Parcial; Potência [VA]: 35000; Queda de Tensão Máxima [%]: 1.
- 2º Parâmetro - Tipo de Instalação:** Método de Referência: Cabos Multicondutores - E,F,G; Número e Disposição dos condutores: 3 condutores carregados.
- 3º Parâmetro - Tipo de Cabo:** Alma Condutora: Cobre; Isolação: PVC; Comprimento da Canalização [m]: 50.
- 4º Parâmetro - Tipo de Protecção:** Tipo de Protecção: Disjuntor Industrial; FC1 - Factor de Correção da Temperatura Ambiente: 0,94; FC2 - Factor de Correção de Montagem e Associação: 0,88; FC3 - Factor de Correção de Montagem e Associação: (empty). Each factor has a 'Consultar' button.
- 5º Parâmetro - Dados do PT:** Potência de Curto-Circuito da Rede a montante [VA]: 15; Potência do Posto de Transformação [VA]: 630000; Tensão de Curto-Circuito do Transformador [%]: 4; Tensão do Secundário do Transformador [V]: 400; Comprimento do Cabo [m]: 250; Secção do Cabo [mm²]: 185; Alma Condutora: Alumínio.

At the top right, there are buttons for 'Documentos', 'Novo cálculo', and 'Acerca'. At the bottom right, there is a 'Calcular' button. The interface also has a navigation bar at the top with 'Bem-vindo', 'Dados', 'Cálculo', and 'Resultados'.

Figura 3.19 - Dados relativos à instalação

Após a inserção de todos os dados é só clicar em calcular. E aparecem em seguida os resultados do cálculo da canalização eléctrica de acordo com os dados inseridos.



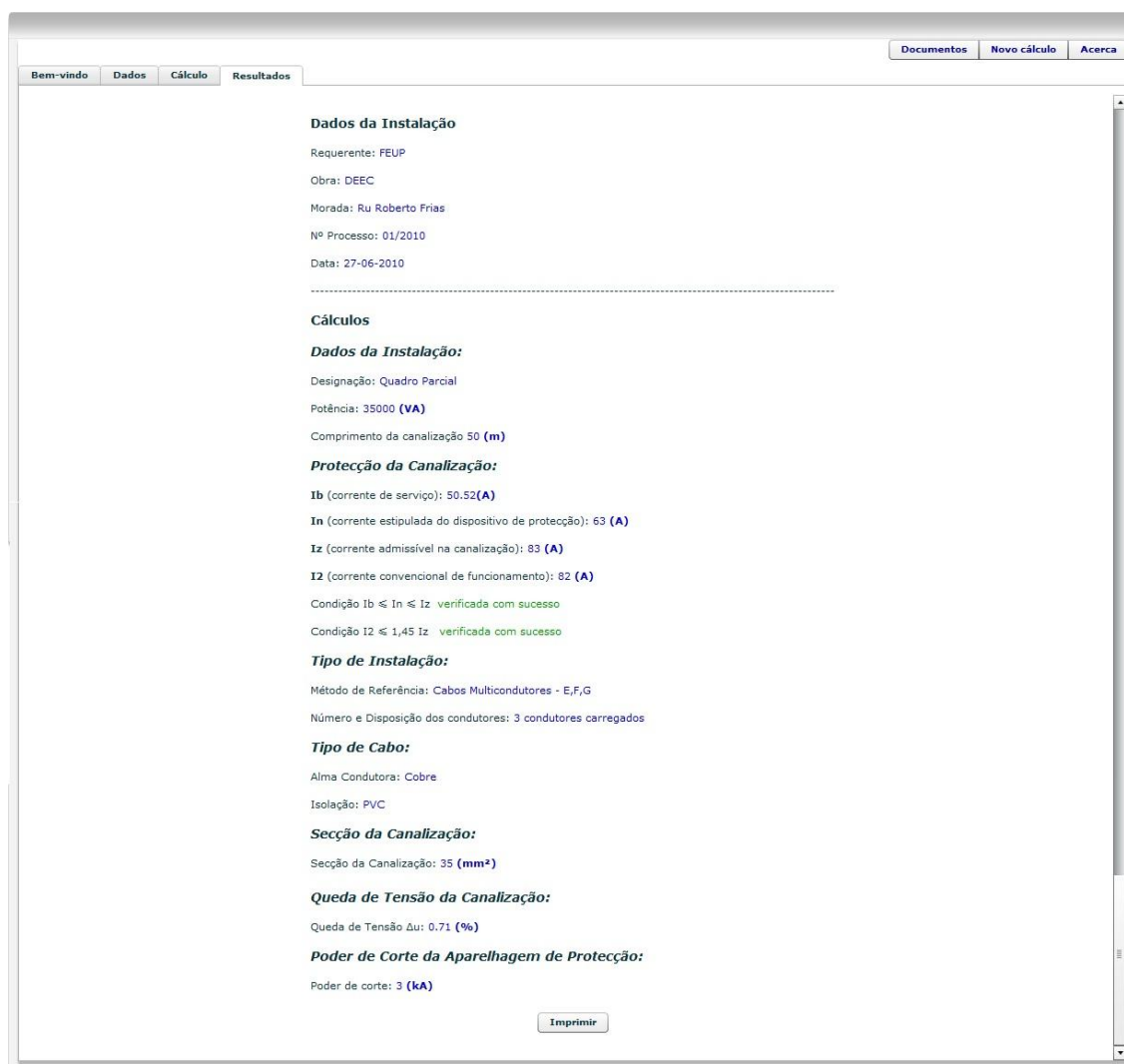


Figura 3.20 - Resultados

Como resultados finais temos:

- Corrente de serviço:  $I_b = 50,52 \text{ [A]}$
- Corrente estipulada do dispositivo de protecção:  $I_n = 63 \text{ [A]}$
- Corrente convencional de funcionamento:  $I_z = 83 \text{ [A]}$
- Verificar as seguintes condição de aquecimento:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad \Leftrightarrow \quad 50,52 \text{ [A]} \leq 63 \text{ [A]} \leq 83 \text{ [A]} \quad \text{Condição verificada}$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z \quad \Leftrightarrow \quad 82 \text{ [A]} \leq 1,45 \times 83 \text{ [A]} \quad \text{Condição verificada}$$

- Secção da canalização:  $35 \text{ mm}^2$
- Queda de tensão da canalização máxima admissível introduzida pelo utilizador era de 1%, portanto, esse facto é verificado visto que  $0,71\% < 1\%$ .
- Poder de Corte do dispositivo de protecção: 3 kA.

Se o utilizador pretender imprimir os resultados, basta clicar em imprimir e depois escolher a impressora para onde pretende imprimir.

Supondo que o utilizador se enganou na inserção dos dados, e em vez de ter uma canalização com 50 metros de comprimento, esta tiver 100 metros mantendo a queda de

tensão máxima admissível na canalização. Então, bastava clicar novamente na opção cálculo e rectificar os dados.

The screenshot shows a software interface with a navigation bar at the top containing 'Bem-vindo', 'Dados', 'Cálculo', and 'Resultados'. The main area is divided into five sections for data entry:

- 1º Parâmetro - Dados da Instalação:** Designação (Quadro Parcial), Potência [VA] (25000), Queda de Tensão Máxima [%] (1).
- 2º Parâmetro - Tipo de Instalação:** Método de Referência (Cabos Multicondutores - E,F,G), Número e Disposição dos condutores (3 condutores carregados).
- 3º Parâmetro - Tipo de Cabo:** Alma Condutora (Cobre), Isolação (PVC), Comprimento da Canalização [m] (100).
- 4º Parâmetro - Tipo de Protecção:** Tipo de Protecção (Disjuntor Industrial), FC1 - Factor de Correção da Temperatura Ambiente (0.94), FC2 - Factor de Correção de Montagem e Associação (0.88), FC3 - Factor de Correção de Montagem e Associação (empty).
- 5º Parâmetro - Dados do PT:** Potência de Curto-Circuito da Rede a montante [VA] (15), Potência do Posto de Transformação [VA] (630000), Tensão de Curto-Circuito do Transformador [%] (4), Tensão do Secundário do Transformador [V] (400), Comprimento do Cabo [m] (250), Secção do Cabo [mm²] (185), Alma Condutora (Alumínio).

A 'Calcular' button is located at the bottom right of the interface.

Figura 3.21 - Introdução de novos dados

Os resultados são os seguintes:

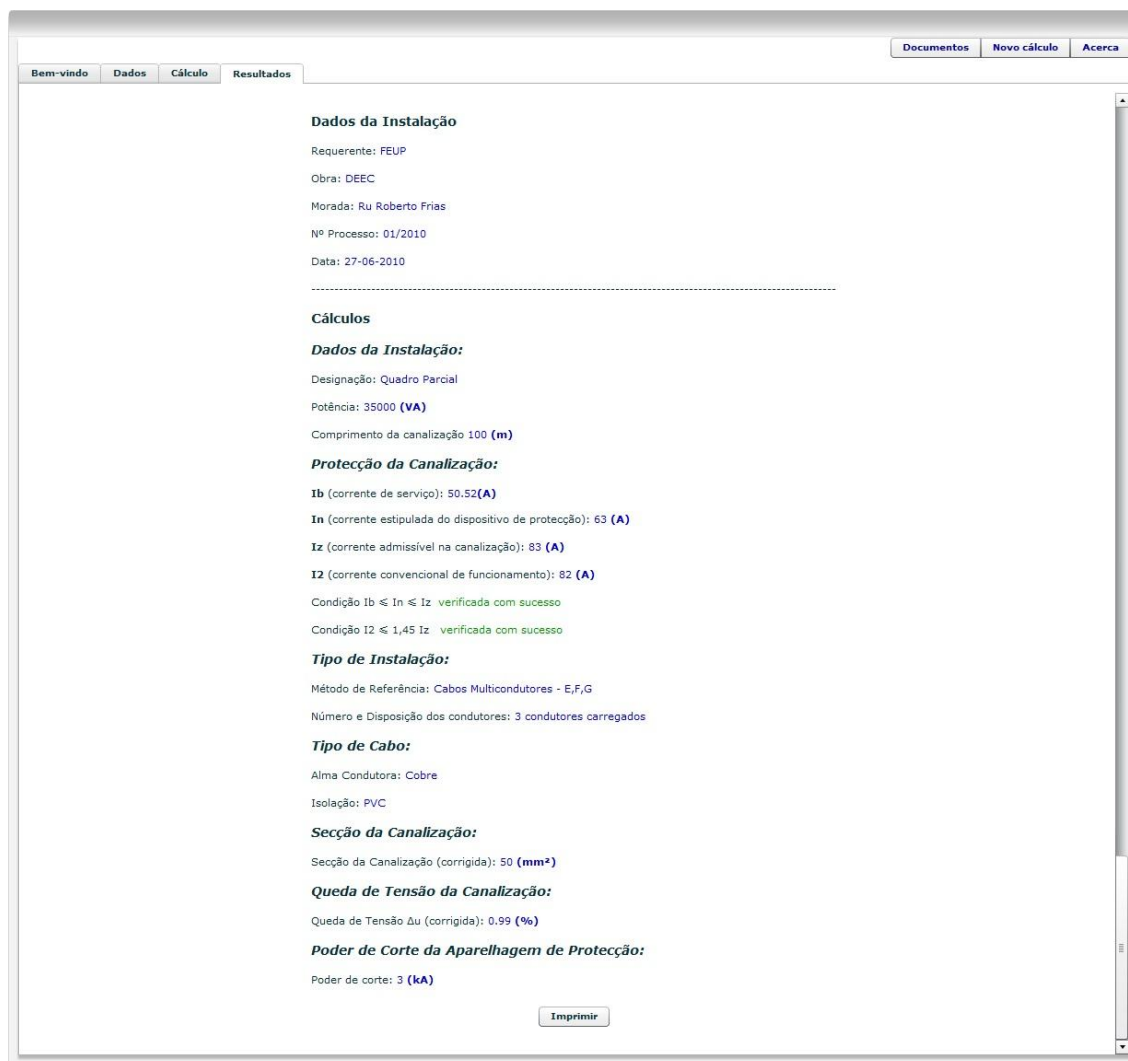


Figura 3.22 - Resultados da nova simulação

Como seria de esperar, a secção da canalização aumentou de 35 mm<sup>2</sup> para 95 mm<sup>2</sup>, visto que aumentou o comprimento do cabo e a queda de tensão neste troço da instalação não poderia ultrapassar 1%, então para satisfazer essa condição, a secção aumentou.

### 3.5 - Documentos

No link “documentos” será explicado ao utilizador a opção de cálculo e como introduzir os dados.

### 3.6 - Novo Cálculo

No link “Novo Cálculo” servirá apenas para o utilizador efectuar um novo cálculo sem ter que sair do programa.

### 3.7 - Acerca

Neste link será apresentado o programa e quem executou.

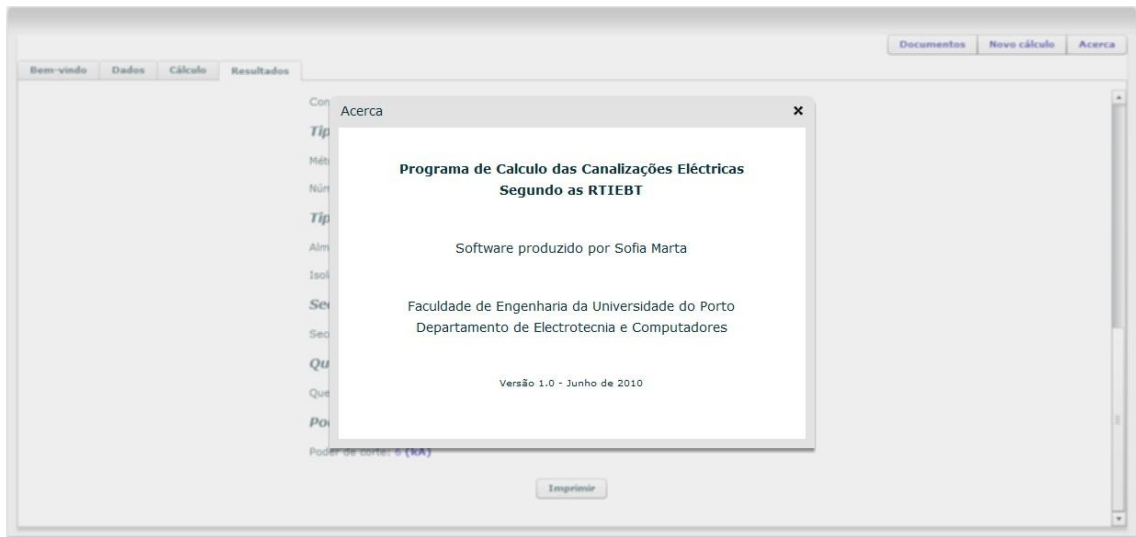


Figura 3.23 - Acerca

# Capítulo 4

## Conclusões e trabalho futuro

Neste capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho desenvolvido ao longo do projecto da dissertação e passos para futuro desenvolvimento do programa.

### 4.1 - Conclusões

Foi criada uma aplicação computacional que executa o cálculo de uma canalização eléctrica segundo as novas Regras Técnicas.

Esta aplicação tem como principal objectivo o auxílio dos projectistas na execução dos cálculos das canalizações eléctricas de forma simples na inserção de dados, e rápida na obtenção dos valores necessários para o devido dimensionamento das canalizações.

A aplicação elaborada consegue se forma simples calcular os valores necessários

### 4.2 - Perspectivas futuras

A perspectiva futura é ajudar técnicos no tempo de execução dos projectos, nomeadamente, no apoio do cálculo das canalizações

Outra perspectiva futura é ampliar o programa, de forma, a abranger mais opções de cálculo e criar mais opções na introdução de dados.

## Anexos

## Código

Neste anexo será apresentado o código da parte de cálculo.

```

/**
 * Função que faz os cálculos a apresentar ao utilizador
 */
private function doCalculation():void {

    // Variáveis auxiliares
    var len:uint;
    var i:uint;

    //Ib
    //Cálculo da Corrente:  $IB = P/raiz3 \times U$  (se no numero de
    condutores carregador for 3), o valor de  $U=400$ 
    //Cálculo da Corrente:  $IB = P/ U$  (se no numero de condutores
    carregador for 2), o valor de  $U=230$ 
    //P é o valor da potência inserida pelo utilizador.

    // Corrente Ib
    var Ib:Number;
    if (refCondutoresCombo.selectedItem.data != 1){
        Ib = Number(Number(poTkva.text) / (Math.sqrt(3) * 400));
    } else {
        Ib = Number(Number(poTkva.text) / 230);
    }

    //IN > 1.1xIb
    // IN temporário
    var INtemp:Number = 1.1*Ib;
    // Tipo de protecção
    var prot:Number = protectTypeCombo.selectedItem.data;
    var IN:Number;
    var INF:Number;
    var I2:Number;

```

```

// Calculo de IN INF e I2 segundo o tipo de protecção
switch (prot){

    //Disj domestico
    case 1:
        len = disjuntoresD.length;
        // Percorre a tabela dos valores para disjuntores
domésticos
        for (i=0; i < len;i++){
            // Quando o valor de IN da tabela for superior
ao IN temporário
            // Os valores tomam o valor dessa linha da
tabela
            if (disjuntoresD.getItemAt(i).IN > INtemp){
                IN =
Number(disjuntoresD.getItemAt(i).IN);
                INF =
Number(disjuntoresD.getItemAt(i).INF);
                I2 =
Number(disjuntoresD.getItemAt(i).I2);
                break;
            }
        }
        break;

    //Disj industrial
    case 2:
        len = disjuntoresI.length;
        for (i=0; i < len;i++){
            if (disjuntoresI.getItemAt(i).IN > INtemp){
                IN =
Number(disjuntoresI.getItemAt(i).IN);
                INF =
Number(disjuntoresI.getItemAt(i).INF);
                I2 =
Number(disjuntoresI.getItemAt(i).I2);
                break;
            }
        }
        break;

    //Fusivel
    case 3:
        len = fusiveis.length;
        for (i=0; i < len;i++){
            if (Number(fusiveis.getItemAt(i).IN) > INtemp){
                IN = Number(fusiveis.getItemAt(i).IN);
                INF = Number(fusiveis.getItemAt(i).INF);
                I2 = Number(fusiveis.getItemAt(i).I2);
                break;
            }
        }
        break;
}

//A corrente corrigida Iz corrigida é igual:
//Iz' = IbxFC1xFC2xFC3
var IZreal:Number;

```

```

// Valores de FC1,FC2,FC3 introduzidos pelo utilizador/escolha
da respectiva tabela
var FC1:Number = Number(fc1.text);
var FC2:Number = Number(fc2.text);
var FC3:Number = Number(fc3.text);
// Alma condutora escolhida pelo utilizador
var alma:Number = Number(almaCondutoraCombo.selectedItem.data);
// Tipo de isolamento escolhido pelo condutor
var isola:Number = Number(isolationCombo.selectedItem.data);
// Numero de condutores
var cond:Number = Number(refCondutoresCombo.selectedItem.ncond);

var IZ:Number;
var SN:Number;

// Calculo quando o método de referencia é D
if (refMethodCombo.selectedItem.data == 8){
    IZreal = IN/(FC1*FC2*FC3);
} else {
    // outros metodos
    IZreal = IN/(FC1*FC2);
}

len = correnteIZ.length;

// Percorre a tabela da corrente IZ
for (i=0; i < len; i++){

    // Valor tabelado da alma condutora
    var tAlma:Number = Number(correnteIZ.getItemAt(i).alma);
    // Valor tabelado do tipo de isolamento
    var tIsol:Number = Number(correnteIZ.getItemAt(i).isol);
    // Valor tabelado do numero de condutores
    var tCond:Number = Number(correnteIZ.getItemAt(i).ncond);
    // Valor tabelado da corrente IZ
    var tIZ:Number = Number(correnteIZ.getItemAt(i).IZ);

    // Quando os valores introduzidos pelo utilizador
corresponderem aos tabelados
    // e sendo o valor tabelado de IZ superior a IZreal estão
encontrados os valores de IZ e IZreal
    if (alma == tAlma && isola == tIsol && cond == tCond && tIZ
> IZreal){
        IZ = tIZ;
        SN = correnteIZ.getItemAt(i).SN;
        break;
    }
}

// Verificar condições de sobrecarga
var verificCond:String = '';

if (IZ >= IN && IN >= Ib){
    verificCond += '<br>Condição  $I_b \leq I_n \leq I_z$  <font
color="#009900">verificada com sucesso</font><br>';
} else {
    verificCond += '<br>Condição  $I_b \leq I_n \leq I_z$  <font
color="#FF0000">não verificada!</font><br>';
}

if (I2 <= 1.45*IZ){

```



```

        verifCond += '<br>Condição I2 ≤ 1,45 Iz      <font
color="#009900">verificada com sucesso</font><br><br>';
    } else {
        verifCond += '<br>Condição I2 ≤ 1,45 Iz      <font
color="#FF0000">não verificada!</font><br><br>';
    }

    // Calculo da queda de tensão

    var RO:Number; //resistividade dos condutores
    var L:Number = Number(heightPipes.text); // comprimento da
canalização
    var U:Number;
    var Uo:Number = 230;

    if (alma == 1){ //cobre
        RO = 0.0225;
    } else{ //aluminio
        RO = 0.036;
    }

    if (refCondutoresCombo.selectedItem.data != 1){
        //TRIFASICO
        // procura queda de tensão
        findDU(2, Ib, RO, L, SN, Uo);
    } else {
        //MONO
        // procura queda de tensão
        findDU(1, Ib, RO, L, SN, Uo);
    }

    // Poder de corte

    var uSEC:Number = Number(uCCSecTranf.text);

    // Rede a montante

    var Xr:Number;
    Xr = ((uSEC*uSEC)/Number(potCCMont.text))*1000;

    // Calculo do transformador

    var Xt:Number;

    Xt=((uSEC*uSEC)/Number(potTransf.text))*((Number(uCCTranf.text))
/100))*1000;

    var R:Number;
    var RO2:Number;

    // Alma condutora escolhida pelo utilizador
    var alma2:Number =
Number(almaCondutoraCombo2.selectedItem.data);

    if (alma2 == 1){ //cobre
        RO2 = 0.0225;

```

```

} else{ //aluminio
    RO2 = 0.036;
}

R = RO2*(Number(caboLength.text)*1000)/Number(caboSection.text);

var X:Number;

X = 0.08 * Number(caboLength.text);

var Z:Number;

Z = Math.sqrt(R*R + ((Xr+Xt+X)*(Xr+Xt+X)));

var iccMont:Number;

iccMont = uSEC / (Math.sqrt(3) * Z);

iccMont = Math.round(iccMont*100)/100;

// Poder de corte
var cutValue:String;

// Cálculo do poder de corte
if (iccMont >= 0 && iccMont < 2.6){
    cutValue = 3;
} else if (iccMont >= 2.6 && iccMont < 5.6){
    cutValue = 6;
} else if (iccMont >= 5.6 && iccMont < 9.6){
    cutValue = 10;
} else if (iccMont >= 9.6 && iccMont < 14.6){
    cutValue = 15;
} else if (iccMont >= 14.6 && iccMont < 19.6){
    cutValue = 20;
} else if (iccMont >= 19.6 && iccMont < 24.6){
    cutValue = 25;
} else if (iccMont >= 24.6 && iccMont <= 50){
    cutValue = 50;
}

// Arredondamento às centésimas
Ib = Math.round(Ib*100)/100;
dUfinal = Math.round(dUfinal*100)/100;

// Valores corrigidos de SN e Queda de tensão
var snCorr:String;

if (SNfinal != SN){
    snCorr = "<font size=\"14\"><b><i>Secção da
Canalização:</i></b></font><br><br>Secção da Canalização (corrigida):
<font color=\"#0000CC\">"+SNfinal+" <b>(mm²)</b></font><br><br>"+
"<font size=\"14\"><b><i>Queda de Tensão da
Canalização:</i></b></font><br><br>Queda de Tensão Au (corrigida):
<font color=\"#0000CC\">"+dUfinal+" <b>(%)</b></font><br><br>";
} else {
    snCorr = "<font size=\"14\"><b><i>Secção da
Canalização:</i></b></font><br><br>Secção da Canalização: <font
color=\"#0000CC\">"+SN+" <b>(mm²)</b></font><br><br>"+

```

```

        "<font size=\"14\"><b><i>Queda de Tensão da
Canalização:</i></b></font><br><br>Queda de Tensão Δu: <font
color=\"#0000CC\">"+dUfinal+" <b>(%)</b></font><br><br>";
    }

    // Texto da área de resultados
    results.htmlText = ""+
    "<b><font size=\"14\">Dados da Instalação</font></b><br><br>" +
    "Requerente: <font color=\"#0000CC\">"+required.text+"</font><br><br>" +
    "Obra: <font color=\"#0000CC\">"+obra.text+"</font><br><br>" +
    "Morada: <font color=\"#0000CC\">"+address.text+"</font><br><br>" +
    "Nº <font color=\"#0000CC\">"+process.text+"</font><br><br>" +
    "Data: <font color=\"#0000CC\">"+date.text+"</font><br><br>" +
    "-----<br><br>" +
    "-----<br><br>" +
    "<b><font size=\"14\">Cálculos</font></b><br><br>" +
    "<font size=\"14\"><b><i>Dados da
Instalação:</i></b></font><br><br>" +
    "Designação: <font color=\"#0000CC\">"+designation.text+"</font><br><br>" +
    "Potência: <font color=\"#0000CC\">"+poTkva.text+"<b>
(VA)</b></font><br><br>" +
    "Comprimento da canalização <font color=\"#0000CC\">"+heightPipes.text+"<b>
(m)</b></font><br><br>" +
    "<font size=\"14\"><b><i>Protecção da
Canalização:</i></b></font><br><br>" +
    "<b>Ib</b> (corrente de serviço): <font color=\"#0000CC\">"+ Ib
+ "<b>(A)</b></font><br><br>" +
    "<b>In</b> (corrente estipulada do dispositivo de protecção):
<font color=\"#0000CC\">"+ IN + "<b>(A)</b></font>"+<br><br>" +
    "<b>Iz</b> (corrente admissível na canalização):<font
color=\"#0000CC\">"+ IZ+ "<b>(A)</b></font><br><br>" +
    "<b>I2</b> (corrente convencional de funcionamento): <font
color=\"#0000CC\">"+ I2 + "<b>(A)</b></font><br><br>" +
    verificCond+
    "<font size=\"14\"><b><i>Tipo de
Instalação:</i></b></font><br><br>" +
    "Método de Referência: <font color=\"#0000CC\">"+refMethodCombo.selectedItem.label+"</font><br><br>
"+
    "Número e Disposição dos condutores: <font color=\"#0000CC\">"+refCondutoresCombo.selectedItem.label
+"</font><br><br>" +
    "<font size=\"14\"><b><i>Tipo de Cabo:</i></b></font><br><br>" +
    "Alma Condutora: <font color=\"#0000CC\">"+almaCondutoraCombo.selectedItem.label+"</font><br>
<br>" +
    "Isolação: <font color=\"#0000CC\">"+isolationCombo.selectedItem.label+"</font><br><br>
"+
    snCorr +
    "<font size=\"14\"><b><i>Poder de Corte da Aparelhagem de
Protecção:</i></b></font><br><br>" +
    "Poder de corte: <font color=\"#0000CC\">"+iccMont+"<b>
(kA)</b></font>"+<br><br>";
}

```

```

    /**
     * Função recursiva que permite calcular a queda de
tensão máxima
     */
    private function
findDU(fm:Number,Ib:Number,RO:Number,L:Number,SN:Number,Uo:Number):voi
d{

        var U:Number;
        // Tabela de SN
        var tSN:Array = new
Array(1.5,2.5,4,6,10,16,25,35,50,70,95,120,150,185,240,300,400,500,630
);

        var len:uint = tSN.length;

        // Calculo da tensão e SN
        U = (fm*Ib*RO*L) / SN;
        dUfinal = Number((100*U)/Uo);
        SNfinal = SN;

        // Se o valor calculado da queda de tensão for
superior ao introduzido pelo utilizador
        // é necessário ajustar a secção (valor acima)
e consequentemente a queda de tensão
        if (Number(dUfinal) > Number(voltageMax.text)){
            // Percoree tabela de SN
            for (var i:Number = 0; i < len; i++){
                // Quando o valor tabelado for
imediatamente superior a SN actual
                // a queda de tensão e SN são
ajustados
                if (tSN[i] > SN){
                    findDU(fm,Ib,RO,L,tSN[i],Uo);
                    break;
                }
            }
        }
    }
}

```

## Referências

- [1] Dicionário Online Priberam. Disponível em <http://www.priberam.pt/> Acesso em 27/Junho/2010.
- [2] L.M.Vilela Pinto, MGCalc 1, Edição Merlin Gerin, Janeiro 1993.
- [3] L.M.Vilela Pinto, InstalExpress, Instalações Eléctricas em Locais de Habitação, Junho 2004.
- [4] Hilário Dias Nogueira e Josué Lima Morais, Tabelas Técnicas das Instalações Eléctricas - Segundo as Regras Técnicas, RTIEBT.
- [5] Luís Grave Rodrigues, “Regras de escrita e gramática”. Disponível em <http://rprecision.blogspot.com/2008/02/regras-de-escrita-e-de-gramtica.html>. Acesso em 20/Maio/2008.
- [6] “Regras para a Apresentação de Dissertações de Cursos de Mestrado da FEUP”, Faculdade de Engenharia da universidade do Porto, Junho de 1995.