

# Protecção Diferencial



MATERIAL ELÉCTRICO & AUTOMATISMOS INDUSTRIAIS, LDA.

# Introdução



A electricidade faz parte do nosso dia-a-dia. Todos nós, todos os dias, manuseamos aparelhos que estão ligados à corrente eléctrica.

Nas instalações eléctricas e para garantir a nossa segurança, devem ser adoptadas medidas para garantir a nossa protecção.

A protecção diferencial, é a forma mais eficaz de proteger as pessoas e bens, contra os riscos provenientes da utilização da corrente eléctrica.

## Riscos associados à corrente eléctrica

A utilização da corrente eléctrica, implica alguns riscos na sua utilização, quer para as pessoas, quer para os seus bens. Essencialmente, são três os tipos de riscos existentes:

- Electrização/electrocução de pessoas: quando um indivíduo é submetido a uma corrente eléctrica, podendo estar consoante a intensidade, provocar determinados efeitos.
- Incêndio: o aquecimento abrupto de uma instalação, devido a uma sobretensão, ou devido a um defeito de isolamento, são as principais fontes de origem dos incêndios em instalações eléctricas. Os riscos de incêndio numa instalação devem-se a factores como, a antiguidade da instalação, a degradação dos condutores da instalação eléctrica, ou a presença de pó ou humidade nas mesmas.
- Destruição de equipamentos: as sobretensões e as sobretensões, podem provocar danos em equipamentos, pelo facto destes serem submetidos a cargas de tensão ou corrente muito elevadas.

Em qualquer dos casos mencionados, a protecção diferencial assume uma importância vital, para assegurarmos convenientemente a protecção de pessoas e bens.

# A electricidade e o corpo humano

O contacto entre um indivíduo e a energia eléctrica, pode originar consequências muito graves, havendo dois tipos de acidentes:

- Electrocussão: acidente eléctrico que leva à morte do indivíduo
- Electrização: acidente eléctrico que não tem como consequência a morte do indivíduo.

A corrente eléctrica age ao atravessar o corpo humano, de três formas:

- contracção muscular
- queimaduras
- acção sobre o coração

## > Efeitos da corrente eléctrica

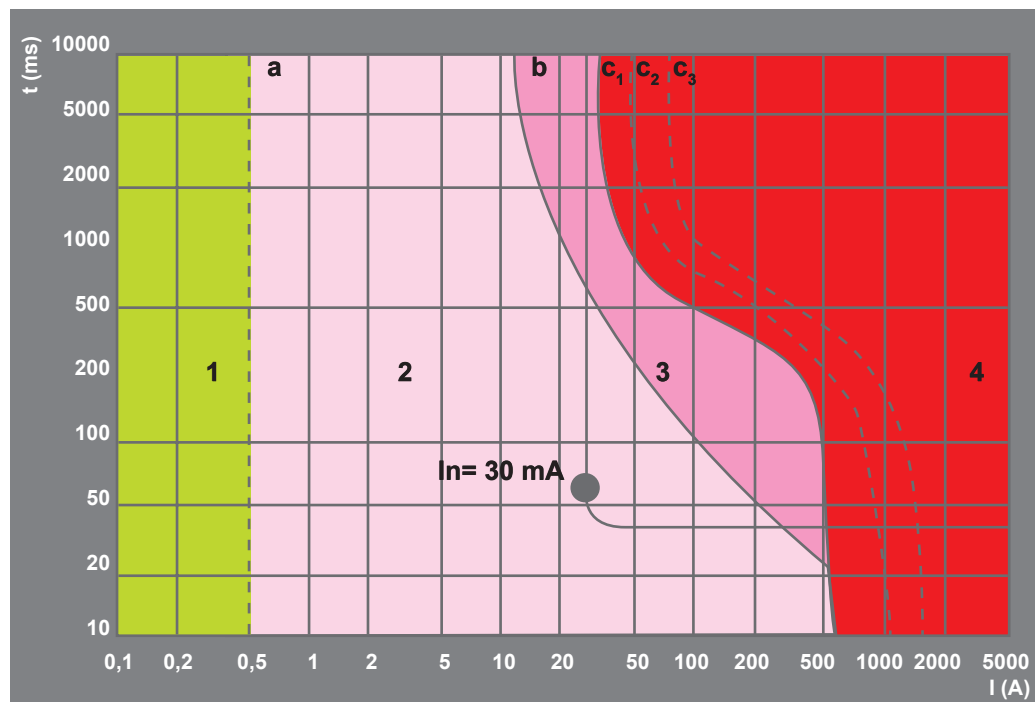
Corrente eléctrica	Reacção fisiológica num indivíduo
500 mA	Paragem cardíaca
30 mA	Risco de fibrilação cardíaca irreversível
10 mA	Sem efeitos perigosos, desde que o contacto seja inferior a 5 segundos
0,5 mA	Contracção muscular ligeira
0,1 mA	Sensação de desconforto



A Comissão Electrotécnica Internacional (IEC), efectuou um estudo que estabeleceu zonas e faixas de corrente, em miliampêres (mA), que podem ser prejudiciais ao ser humano, tendo levado em conta, a intensidade de corrente (mA) e o período de exposição (em segundos).

A norma IEC 60479 que resulta deste estudo, aponta também como factores determinantes para a acção da corrente eléctrica no corpo humano, a frequência do sinal (Hz), a densidade da corrente (mA/mm<sup>2</sup>) e o caminho percorrido pela corrente.

No quadro ao lado, podemos verificar as várias zonas definidas pela IEC.



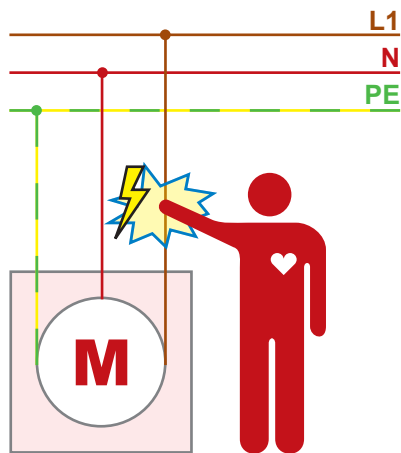
**Zona 1:** nenhum efeito perceptível.

**Zona 2:** efeitos fisiológicos que geralmente não causam danos. Ligeira percepção superficial, ligeira paralisia nos músculos do braço e início de tetanização.

**Zona 3:** efeitos fisiológicos consideráveis (paragem cardíaca, paragem respiratória, contracções musculares) geralmente reversíveis. Paralisia estendida aos músculos do tórax, sensação de falta de ar e tontura; possibilidade de fibrilação ventricular se a descarga eléctrica ocorrer na fase crítica do ciclo cardíaco e por tempo superior a 200 ms.

**Zona 4:** elevada probabilidade de efeitos fisiológicos muito graves e irreversíveis (fibrilação cardíaca, paragem respiratória). Traumas cardíacos persistentes; neste caso o efeito é letal, salvo intervenção imediata de assistência médica com equipamento adequado.

# Contactos directos e contactos indirectos



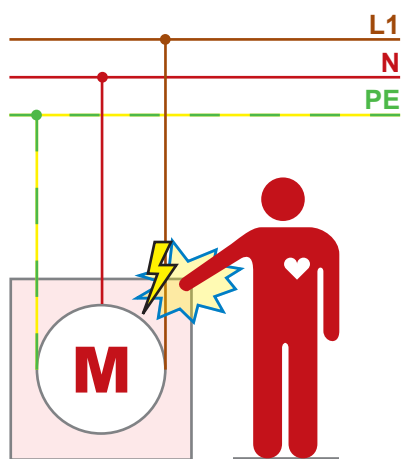
Contacto directo

O ser humano pode ter contacto com a energia eléctrica através de contactos directos ou contactos indirectos.

## > Contactos directos

O contacto directo é aquele em que um indivíduo entra em contacto com um elemento que está sob tensão, como por exemplo, um cabo condutor de energia eléctrica. Nestes casos, a protecção contra este tipo de contactos envolve medidas essencialmente preventivas e de segurança, para evitar este risco, como por exemplo a utilização de barreiras físicas (como por exemplo, os quadros eléctricos só terem acesso por chave) de forma a tornar inacessível o contacto com as partes que se encontram sob tensão.

Para além destas medidas e para complementar a protecção de pessoas e bens, devem ser utilizados equipamentos de protecção diferencial, como os relés de corrente residual, de forma a que mesmo que haja um contacto directo, a protecção das pessoas esteja assegurada.



Contacto indirecto

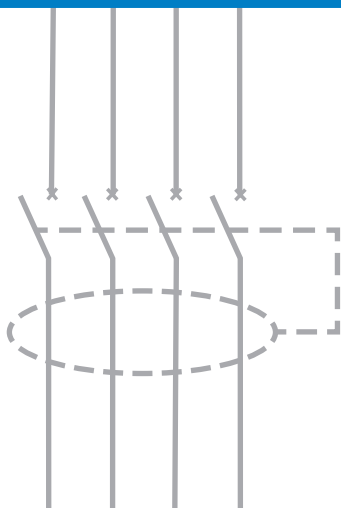
## > Contactos indirectos

O contacto indirecto é aquele em que um indivíduo entra em contacto com uma massa condutora que normalmente não está sob tensão, mas que acidentalmente e por defeito de isolamento, fica sob tensão.

Os exemplos mais comuns de contactos indirectos, é por exemplo, o contacto com máquinas de lavar ou frigoríficos, que acidentalmente, conduzem a energia eléctrica através da sua massa.

Nestes casos, a protecção é feita utilizando dispositivos diferenciais, que desligam automaticamente a fonte ao primeiro ou ao segundo defeito verificado.

# DDR - Dispositivos diferenciais residuais



## > O que são?

Um dispositivo diferencial residual (DDR), é um equipamento de protecção que verifica de forma constante, as correntes residuais existentes. Por definição, a soma das correntes dos condutores activos, nomeadamente, fase, neutro e terra é nula.

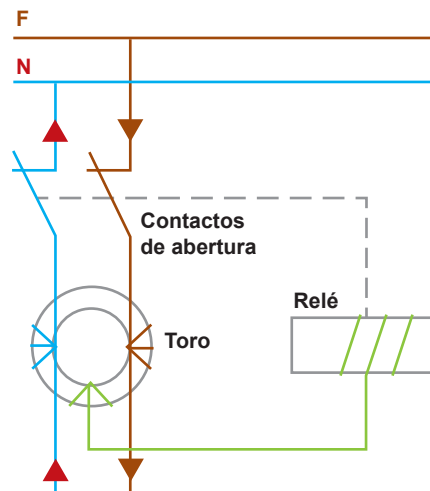
Os dispositivos diferenciais residuais medem a soma das correntes dos condutores activos, fase e neutro e, determinam indirectamente qual o valor de corrente de fuga à terra.

# DDR - Dispositivos diferenciais residuais

## > Como funcionam?

Um dispositivo diferencial residual (DDR), é constituído por três partes:

- um toro, de material ferromagnético, usado para verificar a corrente eléctrica em estado de funcionamento normal. Assim e na ausência de defeitos, a soma das correntes nos cabos activos no toro é nula.
- um sistema de desarme composto por um relé (electromecânico ou electrónico). Nos sistemas electromecânicos, a corrente é enviada para um relé de imã permanente de ferro e níquel. Se um houver um desequilíbrio na corrente que passa relé, este inverte o campo magnético do imã permanente e faz com que um êmbolo seja accionado, fazendo actuar o mecanismo de disparo. Nos sistemas electrónicos, esta corrente é amplificada e actua sobre uma bobina de disparo.
- os contactos eléctricos, que por acção do relé ou da bobina de disparo, abrem o circuito, cortando a alimentação do mesmo.



> Esquema de funcionamento de um dispositivo diferencial residual (DDR)

## > Categorias de dispositivos diferenciais?

Os dispositivos diferenciais residuais, são classificados de acordo com as seguintes categorias:

**Tipo AC:** dispositivos sensíveis apenas a correntes alternadas sinusoidais

**Tipo A:** dispositivos sensíveis a correntes alternadas sinusoidais e a corrente contínua por impulsos.

**Tipo B:** dispositivos sensíveis a correntes alternadas sinusoidais, correntes contínuas por impulso e correntes contínuas puras (lisas). São indicados para protecção de circuitos com componentes de electrónica (ex.: equipamento informático).

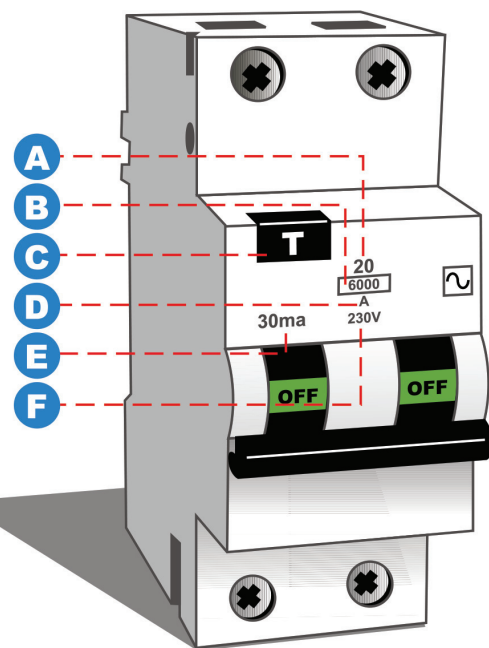
## > Sensibilidade de um DDR

A sensibilidade de um aparelho de protecção diferencial (DDR) é expressa pela Corrente Diferencial Residual Estipulada -  $I_{\Delta n}$ , ou seja, o valor de corrente proveniente de um defeito, que obrigatoriamente, provoca a abertura do circuito defeituoso.

As normas IEC definem três categorias, no que respeita à sensibilidade de um DDR e de acordo com o valor de  $I_{\Delta n}$

- alta sensibilidade: 6 - 10 - 30 mA
- média sensibilidade: 0,1 - 0,3 - 0,5 - 1 A
- baixa sensibilidade: 3 - 10 - 30 A

Numa habitação utilizam-se os dispositivos de alta sensibilidade, sendo estes os mais indicados para efectuar a protecção contra contactos directos. Os DDR de média sensibilidade que apresentam valores superiores entre 300 e 500 mA, têm como principal função a protecção contra os riscos de incêndio. Os dispositivos de alta e média sensibilidade, asseguram ainda a protecção contra contactos indirectos, bem como a protecção de máquinas.



### Legenda

- |                  |                 |
|------------------|-----------------|
| A Calibre        | D Categoria     |
| B Poder de corte | E Sensibilidade |
| C Botão de teste | F Tensão        |

> Elementos identificativos de um disjuntor diferencial



# Os DDR e os regimes de neutro

Para assegurar a correcta protecção de pessoas contra os defeitos de isolamento, é fundamental e de acordo como o regime de neutro existente, aplicar as protecções adequadas.

## > Regime de neutro TT

O regime de neutro TT é o mais utilizado, sendo aplicado com muita frequência em redes de distribuição de energia eléctrica. Neste sistema, o neutro é ligado à terra de serviço, sendo que as massas são ligadas à terra de protecção. Para os defeitos de isolamento que possam surgir neste tipo de sistema, é obrigatório a utilização de dispositivos de protecção diferencial, nomeadamente, interruptores diferenciais, disjuntores diferenciais ou relés diferenciais. É obrigatório o corte da instalação ao primeiro defeito de isolamento.

## > Regime de neutro TN

O regime de neutro TN, é utilizado essencialmente em instalações industriais ou redes em que é difícil efectuar boas ligações à terra ou não é possível utilizar dispositivos diferenciais. Existem três tipos de regimes de neutro TN:

### TN-C

Neste sistema o condutor de neutro tem também a função de condutor de protecção, sendo que é proibido cortar o neutro (não protegido). A protecção contra contactos indirectos ou directos, é assegurada pelos dispositivos de protecção contra sobreintensidades como disjuntores ou fusíveis. Se a corrente de defeito não tiver um valor suficiente para actuar os dispositivos de protecção contra sobreintensidades, a instalação deve ser redimensionada, para assegurar a protecção de pessoas.

### TN-S

Neste sistema, a distribuição do condutor de neutro é separada do condutor de protecção. Neste caso, é obrigatório efectuar o corte do neutro. A protecção contra contactos indirectos, é assegurada pelos dispositivos de protecção contra sobreintensidades como disjuntores ou fusíveis, ou por dispositivos de protecção diferencial, caso a corrente de defeito não tenha um valor suficiente para actuar os dispositivos de protecção contra sobreintensidades.

### TN-C-S

Este sistema é misto, sendo que uma parte da instalação o regime de neutro é TN-C e noutra parte da instalação o regime de neutro é TN-S, aplicando-se em cada um dos sistemas, as protecções descritas anteriormente. No caso de TN-C-S, a ligação do condutor entre condutor de protecção e o neutro tem de ser feita antes do dispositivo de protecção diferencial, dado que o condutor de protecção PE não deve ser ligado a dispositivos diferenciais. Em qualquer um dos casos, é obrigatório o corte da instalação ao primeiro defeito de isolamento.

## Protecção contra defeitos de isolamento (Quadro resumo)

Regimes de neutro			
TT	TN-S	TN-C	IT
Por dispositivos diferenciais (DDR). Corte obrigatório ao primeiro defeito de isolamento.	Por disjuntor. Corte obrigatório ao primeiro defeito de isolamento.	Por disjuntor ou dispositivos diferenciais (DDR). Corte obrigatório ao primeiro defeito de isolamento.	Por disjuntor ou dispositivos diferenciais (DDR). Sinalização ao primeiro defeito de isolamento. Corte obrigatório ao segundo defeito de isolamento. Quando o neutro é distribuído, utilização obrigatória de CPI.

# Os DDR e os regimes de neutro

## > Regime de neutro IT

O regime de neutro IT é o mais indicado quando se pretende evitar o corte da instalação ao primeiro defeito de isolamento. É um sistema que garante uma maior continuidade de serviço, sendo utilizado em hospitais (blocos operatórios), redes eléctricas em aeroportos, minas, instalações com risco de incêndio ou explosão, .... O neutro não é ligado à terra, ou é ligado através de uma impedância de valor elevado (neutro impedante). As ligações entre as massas, normalmente, são efectuadas através de um condutor de protecção.

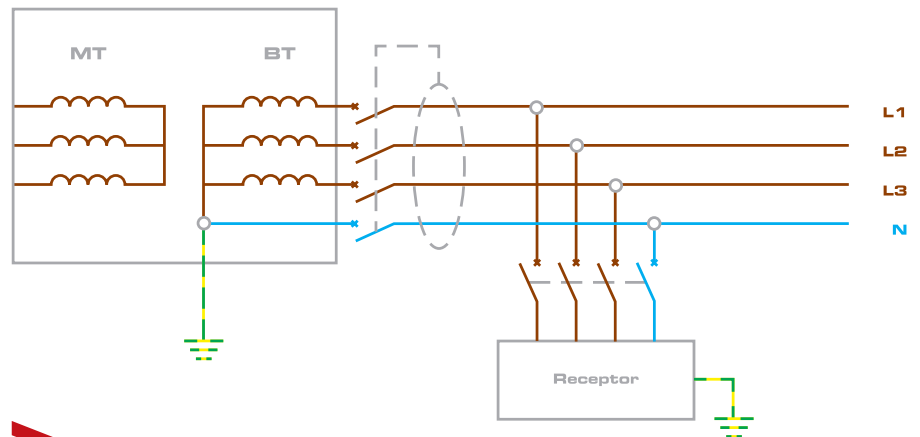
Em caso de defeito de isolamento no condutor activo, a corrente de defeito terá um valor reduzido, originando a que não seja obrigatório a abertura automática do circuito ao primeiro defeito de isolamento.

### IT com neutro não distribuído

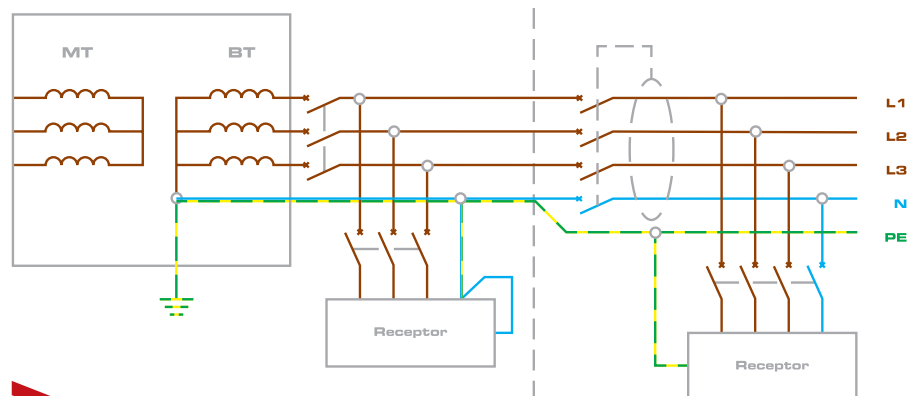
Se existir um primeiro defeito, a tensão  $U_c$  deve ser inferior a 50 V. Nos sistemas em que o neutro do transformador está ligado à terra através de uma impedância, esta passa a fazer parte do circuito de defeito. Quanto maior for a impedância menor será a tensão  $U_c$ . Um segundo defeito de isolamento, corta a instalação.

### IT com neutro distribuído

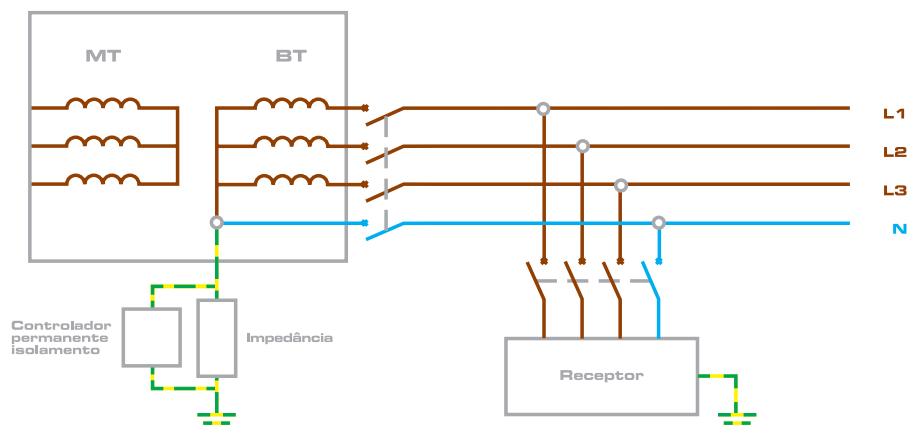
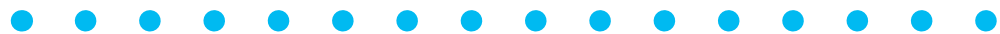
No caso do neutro ser distribuído, é necessário proteger o neutro com um disjuntor que corte todos os pólos e um controlador permanente de isolamento (CPI). O CPI deve ser ligado ao neutro da instalação e o mais próximo possível da origem da instalação. Para a protecção contra correntes de defeito, podem ser usados disjuntores. Se forem usados dispositivos com protecção diferencial a sua sensibilidade deve evitar a abertura ao primeiro defeito.



> Regime de neutro TT



> Regime de neutro TN (TN-S)



> Regime de neutro IT

# Indusmelec

Material Eléctrico & Automatismos Industriais, Lda.

Rua António Sousa Bastos, N° 2/2A

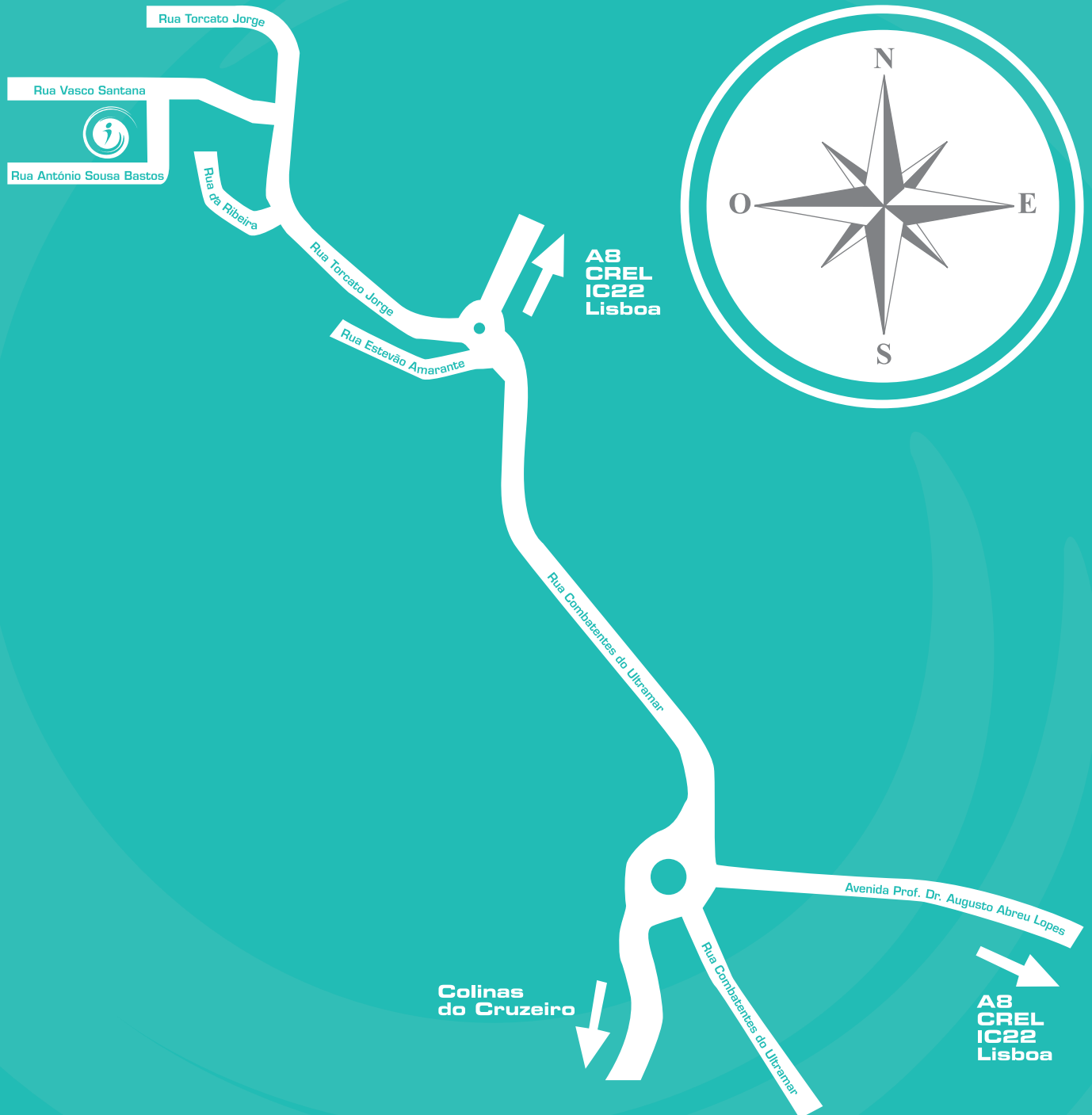
2620-419 Ramada

Tel.: 219 318 046/7/8 - 219 340 400 - 211 571 461 (6 acessos)

Fax: 219 318 049

Coordenadas GPS: N 38° 48' 7" W 9° 11' 34"

e-mail: geral@indusmelec.pt



||| | [www.indusmelec.pt](http://www.indusmelec.pt) ||| |