

2.ª EDIÇÃO



TRABALHOS EM TENSÃO

EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Fernando Jorge Pita

ÍNDICE

Prefácio	IX
Prêmbulo	XI
Nota de Abertura	XIII
Introdução	15
1. Um Pouco de História	17
2. Conceitos Fundamentais	19
3. Efeitos Fisiológicos da Corrente Elétrica Sobre o Corpo Humano	20
3.1. Tetanização	21
3.2. Paragem Respiratória	21
3.3. Fibrilhação Ventricular	21
3.4. Queimaduras	23
4. Resistência do Corpo Humano	23
5. O Tempo de Contacto	26
6. Variação da Impedância do Corpo Humano com a Frequência	29
7. Tensão de Contacto	30
8. Tensão de Passo	31
9. Causas de Acidentes Elétricos	31
10. Medidas de Proteção para Garantir a Segurança	34
10.1. Medidas Informativas	34
10.1.1. Sinalização de Proibição, Precaução e Informação	34
10.1.2. Formação do Pessoal	35
10.1.3. Divulgação das Normas e Regras de Segurança.	35
10.2. Medidas de Proteção	35
11. Competência das Pessoas	35
12. Execução de Trabalhos Fora de Tensão	37
13. Trabalhos em Tensão	38
13.1. Considerações Gerais Sobre Legislação	38
13.2. Classificação das Instalações em Função da Tensão	41

13.3.	Métodos de Trabalho	42
13.3.1.	Ao Contacto	42
13.3.2.	A Distância	42
13.3.3.	Ao Potencial	43
13.3.4.	Global	43
14.	Proteção para Garantir a Segurança	44
14.1.	Designações	44
14.2.	Equipamento de Proteção Individual - EPI	44
14.3.	Vestuário	48
14.4.	Ferramentas para Trabalhos em Tensão	49
15.	Acessórios	51
16.	Aparelhagem de Medida	55
17.	Condições de Transporte do Equipamento	55
18.	Condições Atmosféricas	56
19.	Trabalhando na Proximidade de Partes Ativas da Instalação Elétrica em Tensão	56
20.	Distâncias de Segurança	57
21.	Desligação e Ligação em Tensão	58
22.	Manutenção de Quadros Elétricos em Tensão	59
22.1.	Aspetos Gerais	60
22.2.	Vestuário	60
22.3.	O Que Não Deve Usar Quando Trabalha em Tensão	60
22.4.	As Ferramentas	61
22.5.	Postura Correta Quando se Trabalha em Tensão	61
22.6.	Substituição de Dispositivos em Tensão	63
23.	Primeiros Socorros	63
23.1.	Como Atuar em Caso de Emergência	64
23.2.	Afastamento da Vítima de Uma Peça Sob Tensão	64
23.3.	Cuidados Com a Vítima Após o Afastamento das Peças em Tensão	64
	Conclusão	69

Uma corrente elétrica de origem externa, muito superior à que é gerada pelo nódulo sinusal, poderá ocasionar um desequilíbrio elétrico a nível cardíaco, podendo causar uma paragem cardíaca.

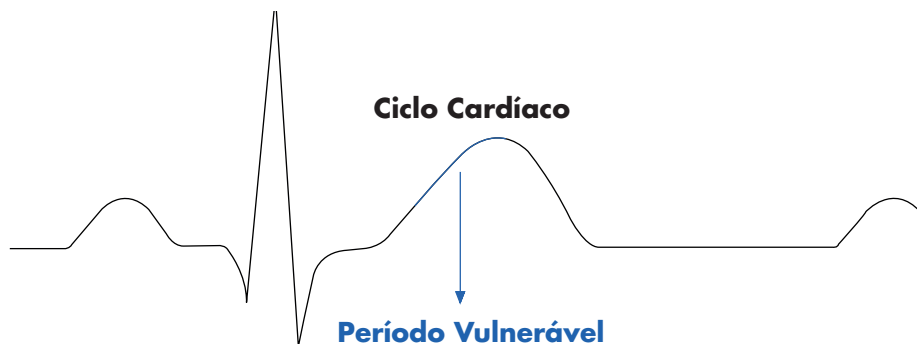


Figura 1. Fonte: Norma CEI 60497-1

O **Período Vulnerável** é o ponto mais crítico do ciclo cardíaco como se pode ver pela figura 1. Caso ocorram estímulos cardíacos nesta fase, a possibilidade de fibrilhação aumenta de uma forma considerável. Esta fase crítica ocorre num intervalo de tempo inferior a 160 milissegundos.

Não será muito fácil encontrar um valor típico da corrente que atravessa o coração, sempre que ocorre um contacto accidental, de forma a podermos avaliar a possibilidade de fibrilhação ventricular. Porém, a corrente elétrica que atravessa o corpo humano será apenas só uma parte que realmente atinge o coração, capaz de causar fibrilhação ventricular.

Assim, a Norma 60479-1 IEC define o fator de corrente *que atravessa o coração* (F) como sendo uma proporção entre a corrente que atravessa o corpo humano e os pontos de contacto e a que atinge o coração, como se pode verificar na Tabela 4.

Verificação da percentagem de corrente que atravessa o coração

TRAJETO DA CORRENTE	FATOR DA CORRENTE NO CORAÇÃO
Costas - mão direita	0,3
Mão esquerda - mão direita	0,4
Costas - mão esquerda	0,7
Nádega - mão esquerda, mão direita ou duas mãos	0,7
Mão direita - pé esquerdo, pé direito ou dois pés	0,8
Mão esquerda - pé esquerdo, pé direito ou dois pés	1,0
Duas mãos - dois pés	1,0
Peito - mão direita	1,3
Peito - mão esquerda	1,5

Tabela 4. Fonte: Norma 60479-1 IEC

A expressão de cálculo da corrente que atravessa o coração será: $I = \frac{I_{ref}}{F}$

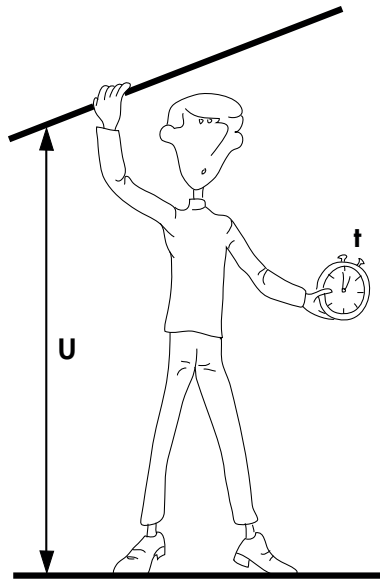


Figura 5.

Poderemos obter uma expressão gráfica dos efeitos fisiológicos do corpo humano de um adulto tendo em conta a intensidade de corrente uma corrente alternada que o atravessa e o tempo de passagem dessa corrente, de frequência entre 15 a 100 Hz, para um trajeto de corrente correspondente ao da mão esquerda para os pés.

Zonas de efeito de corrente alternada (de 15 e 100 Hz) sobre adultos 60479-1 IEC

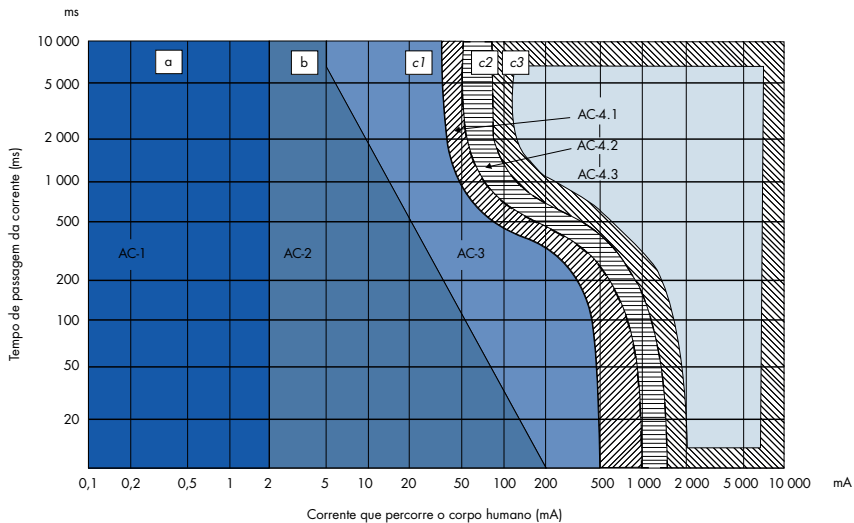


Gráfico 1. Fonte: Norma 60479-1 IEC

7. TENSÃO DE CONTACTO

A tensão de contacto (Figura 6) é a tensão que aparece entre duas partes, simultaneamente acessíveis, em caso de defeito de isolamento de potenciais diferentes (234.2 RTIEBT).

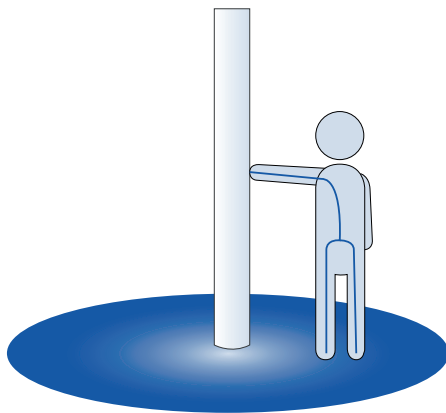


Figura 6.

A impedância do corpo humano varia com a tensão que lhe é aplicada. Se experimentarmos medir o nosso próprio valor ohmico, com um aparelho de medida comum, verificamos que possuímos um valor muito elevado. Esta medida não se pode considerar como absoluta pois o nosso valor ohmico varia com a tensão aplicada. No caso dos aparelhos de medida mais comuns será equiparável a uma bateria de 9 V. Assim, se a tensão de referência usada para medir se elevasse para 50 V, 100 V ou mais, a nossa impedância baixava consideravelmente como poderemos comprovar no gráfico abaixo.

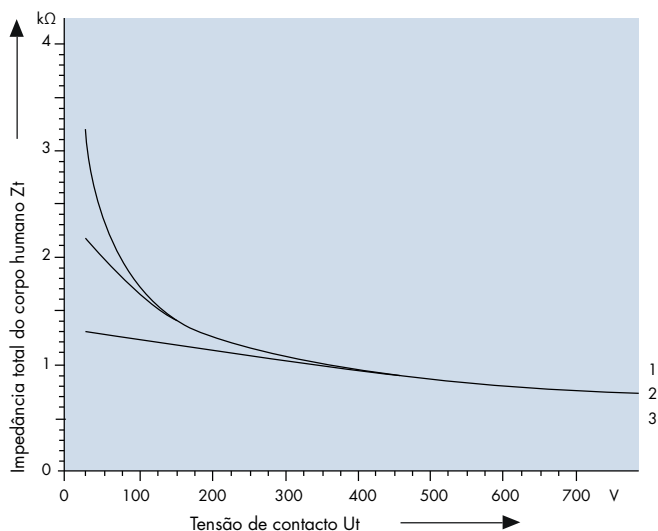


Gráfico 4. Fonte: Norma 60497-1 IEC

10. MEDIDAS DE PROTEÇÃO PARA GARANTIR A SEGURANÇA

Deverão ser aplicadas medidas para garantir a segurança dos utilizadores de dispositivos elétricos (4; 41 a 46 RTIEBT). Entre elas podemos considerar:

- 10.1. Medidas informativas;
- 10.2. Medidas de proteção.

10.1. MEDIDAS INFORMATIVAS

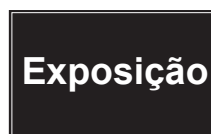
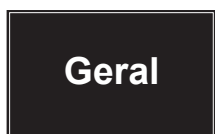
- 10.1.1. Sinalização de proibição, precaução e informação;
- 10.1.2. Formação do pessoal;
- 10.1.3. Divulgação das normas e regras de segurança.

10.1.1. SINALIZAÇÃO DE PROIBIÇÃO, PRECAUÇÃO E INFORMAÇÃO

Todos os locais que apresentam risco elétrico deverão estar devidamente sinalizados. Nos escritórios, ou estabelecimentos comerciais em geral, os quadros elétricos deverão estar com a indicação de "QUADRO ELÉTRICO" para que se não confunda com qualquer armário de arrumos.



Todos os circuitos deverão estar identificados como por exemplo:



Os quadros elétricos, para uso industrial, devem:

- . Ser manobrados apenas por pessoas qualificadas (BA5) ou instruídas (BA4);
- . O local deverá encontrar-se desobstruído;
- . Estar fechados com chave técnica;
- . Todos os circuitos devem estar identificados;
- . Possuir esquema no seu interior;
- . Dispor de sinalização adequada de risco elétrico.

SINAL DE RISCO ELÉTRICO. EN 608 e 609 - símbolo de tensão elétrica perigosa



CÓDIGO	CLASSIFICAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
BA1	Comuns	Pessoas não instruídas
BA2	Crianças	Crianças em locais que lhes são destinados
BA3	Incapacitadas	Pessoas que não disponham de todas as suas capacidades físicas ou intelectuais
BA4	Instruídas	Pessoas suficientemente informadas ou supervisionadas por pessoas qualificadas para lhes permitir evitar os perigos que possam advir da eletricidade
BA5	Qualificadas	Pessoas possuindo conhecimentos técnicos ou experiência suficiente que lhes permita evitar os perigos que possam advir da eletricidade

Tabela 10. Fonte: 322.1 RTIEBT

As características dos equipamentos em função das competências das pessoas podem ser como referidas na Tabela 11.

CÓDIGO	CLASSIFICAÇÃO	CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS E SUA INSTALAÇÃO
BA1	Comuns	Normais
BA2	Crianças	Equipamentos com código IP não inferior IP3X; inacessibilidade dos equipamentos cujas temperaturas das superfícies acessíveis sejam superiores a 80°C
BA3	Incapacitadas	Inacessibilidade dos equipamentos cujas temperaturas das superfícies acessíveis sejam superiores a 80°C
BA4	Instruídas	Admissível equipamento não protegido contra contactos diretos
BA5	Qualificadas	

Tabela 11. Fonte: QUADRO 51A (BA) RTIEBT

Aos trabalhadores com os requisitos referidos anteriormente pode-lhes ser conferido um título de trabalhador habilitado onde deve constar:

- . Certificação da sua habilitação;
- . As tensões das instalações em que ele pode intervir;
- . A natureza dos trabalhos que pode executar.

Os títulos têm vulgarmente a durabilidade de um ano, caducando deverão ser atualizados. Na prática, todo o trabalhador habilitado deverá conhecer todo o sistema hierárquico, os objetivos da execução dos trabalhos e todos os aspetos técnicos necessários a uma intervenção segura.

Uma grande parte das intervenções de trabalhos em tensão, ao nível da manutenção de instalações elétricas, é executada por profissionais que nem sempre têm formação específica. Neste caso, recomendaria a estes profissionais a realização de uma formação, ainda que mais ligeira do que a referida para trabalhos da rede de distribuição, tendo sempre em vista uma intervenção segura.

A norma EN 50110-1, sobre a qualificação do pessoal, diz o seguinte:

“7.2.3 O pessoal de manutenção deve ser adequadamente instruído e treinado profissionalmente, ou seja profissionalmente em ser capaz de realizar a tarefa. Ele precisa de ferramentas adequadas, equipamentos de medição e ensaio e usar equipamento de proteção individual, que deve estar em boas condições.”

Porém chama-se para o facto de que a legislação nacional contempla segundo a Lei n.º 102/2009 de 10 de setembro, alterada pelo artigo 26.º n.º2 da Lei n.º42/2012, de 28 de agosto, no Artigo 20º n.º1 refere a formação dos trabalhadores e diz o seguinte: “O trabalhador deve receber uma formação adequada no domínio da segurança e saúde no trabalho, tendo em atenção o posto de trabalho e o exercício de atividades de risco elevado.”

Este trabalho não pretende sobrepor-se a qualquer curso específico. Podendo servir de suporte didático, a sua maior pretensão é evidenciar os diversos aspetos a ter em conta na proteção quanto ao risco de acidente elétrico.



Figura 9.

13.3. MÉTODOS DE TRABALHO

Os **Métodos de Trabalho** podem consistir no seguinte:

- . Ao contacto;
- . A distância;
- . Ao potencial;
- . Global.

13.3.1. AO CONTACTO

Neste caso, o profissional deverá estar protegido com equipamento individual de segurança (EPI) que permite, assim, penetrar na zona interdita. Poderá, em instalações de 1º classe, tomar contacto com os condutores ativos, controlando sempre todos os movimentos e prevenindo qualquer possível arco elétrico (Figura 10).



Figura 10. Fonte: iStock Photos

13.3.2. A DISTÂNCIA

O profissional deverá estar sempre fora da zona interdita relativa ao condutor ou dispositivo elétrico que vai intervir.

Este método é utilizado vulgarmente em instalações de 2º e 3º classe, recorrendo a acessórios especiais como, por exemplo, varas isolantes (Figura 11).

14. PROTEÇÃO PARA GARANTIR A SEGURANÇA

14.1. DESIGNAÇÕES

No desenvolvimento dos TET – BT na rede de distribuição existe a figura de **Responsável da Exploração**. Este será o funcionário associado ao distribuidor de energia (por exemplo, a EDP).

Por outro lado, existirá o **Responsável de Trabalhos** que será nomeado pela empresa responsável pelos trabalhos em curso. Este trabalhador deverá estar devidamente habilitado para o efeito.

Existe ainda o conceito de **Executante**, cujo significado está associado a uma pessoa qualificada, ou não, e designada pelo seu empregador para efetuar trabalhos no cumprimento de uma ordem escrita ou verbal. (*EDP, Manual de Prevenção de Risco Elétrico, 2011*).

14.2. EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPI

Qualquer profissional no âmbito dos trabalhos em tensão em instalações de 1ª classe deverá ter disponível o seguinte equipamento individual de segurança (EPI):

- . 1 Capacete isolante;
- . 1 Par de óculos de proteção ou viseira;
- . 2 Pares de luvas isolantes;
- . 1 Par de luvas para proteção mecânica
- . Ferramenta isolada apropriada;
- . Botas de borracha
- . Arnês e outros acessórios para trabalhos em altura.



Figura 13.

Na Tabela 13 apenas a linha destacada se refere a baixa tensão. No entanto, serão referidas as restantes tensões a título de curiosidade.

Diagrama ilustrativo das zonas de intervenção em BT

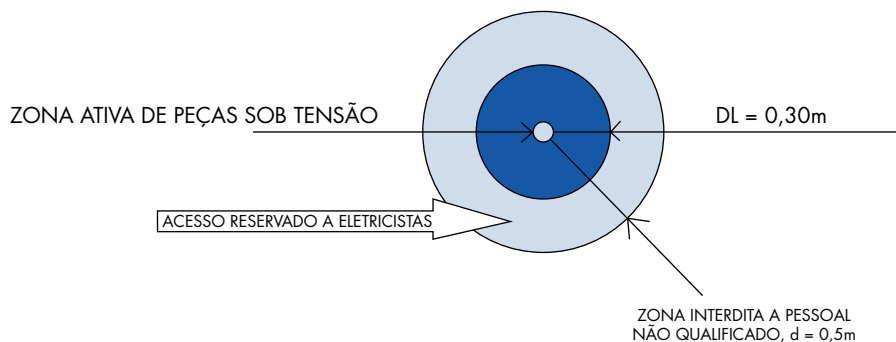


Figura 24.

21. DESLIGAÇÃO E LIGAÇÃO EM TENSÃO

A ligação em tensão é uma operação que consiste em colocar ao mesmo potencial uma parte da instalação que se encontrava anteriormente a um potencial flutuante.

A desligação em tensão é uma operação contrária à ligação, pretendendo-se assim colocar uma parte da instalação que se encontra ao mesmo potencial a um potencial flutuante.

As operações de desligação e ligação podem ser seguidas de arco elétrico, cujo efeito poderá causar risco para o profissional. Assim, deverão ser tomadas medidas cautelares, como o recurso a ferramentas específicas para o efeito (*shunts*, referidos na página 41), contrariando a existência de arco elétrico.

Para garantir a sua segurança deve ter em conta os seguintes aspetos:

- . Deve ter em consideração que o seu corpo pode ser um meio condutor ao nível do solo;
- . Durante o seu trabalho, ou no decurso das suas movimentações, deve manter uma distância de segurança de 30 cm;
- . Como exceção à condição anterior, a distância de segurança poderá ser reduzida desde que:
 - . As peças sob tensão estejam protegidas por dispositivos isolantes certificados;
 - . Sempre que segure a peça sob tensão e controle todos os seus movimentos garantindo o afastamento de potenciais diferentes.

No sentido de evitar os curtos circuitos, sempre que a intervenção esteja ao nível de um cabo que, no caso de se libertar, nos fará perder todo o controlo sobre o seu trajeto, devemos sempre atender ao seguinte:

Também deverá manter-se afastado de varandins, ou qualquer dispositivo cujo apoio confortável o possa colocar em contacto com a terra.

22.6. SUBSTITUIÇÃO DE DISPOSITIVOS EM TENSÃO

Sempre que proceder à substituição de dispositivos em tensão deverá tomar os cuidados já referidos no Capítulo 21. Nunca deixar no ar, sem controlo, condutores ativos. Deverá remover um terminal, realizando os movimentos sem que ocorra algum contacto. Assim:



- . Deverá certificar-se de que não existe risco de contacto de peças de potenciais diferentes;
- . Caso verifique risco de contacto de peças de potencial diferente deverá isolar, por revestimento, a possibilidade de qualquer contacto;
- . Após retirar a fixação mecânica de um condutor deverá segurá-lo. Quando libertado mecanicamente deve:
 - . Isolá-lo ou
 - . Controlar o seu movimento.

Aja sempre com o máximo cuidado e sem pressas. Tenha sempre presente a sua segurança. Caso verifique falta de condições para trabalhar em tensão com segurança, alerte para a necessidade de se proceder ao corte, pois a sua segurança e a de todos está sempre em primeiro lugar.

23. PRIMEIROS SOCORROS

A Portaria n.º 37/70 de 17 de janeiro aprova as instruções para os primeiros socorros em acidentes pessoais, produzidos por correntes elétricas e aprova, igualmente, o modelo oficial das referidas instruções para afixação obrigatória nas instalações elétricas, sempre que o exijam os regulamentos de segurança respetivos - Revoga a Portaria n.º 17653 e as instruções por ela aprovadas.

Logo que a vítima seja afastada do local de risco deve ser imediatamente examinada, mesmo antes de se chamar os socorros qualificados. Assim, devemos proceder à seguinte verificação:

- . O tórax e o abdómen realizam movimentos respiratórios?
- . O ar sai pela boca e também pelo nariz?
- . Se reage a quem lhe fala?
- . Tem alguma lesão visível?

Após um rápido exame à vítima deverá chamar alguém a fim de serem prestados os **primeiros socorros**, sem nunca abandonar a vítima. Deverá, entretanto, garantir os cuidados primários necessários enquanto estes não chegam.

Certifique-se da respiração da vítima:

- . Caso a respiração esteja parada (tórax e abdómen imóveis), será necessário desobstruir de imediato as vias respiratórias;
- . Desapertando qualquer peça do vestuário que possa dificultar a respiração, incline a cabeça do acidentado para trás, evitando que a língua obstrua a entrada de ar.



Figura 26.

Passa um dedo pela boca para a limpar no caso de ter havido vômito.



Figura 27.

TRABALHOS EM TENSÃO EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

2.ª EDIÇÃO

Fernando Jorge Pita

SOBRE A OBRA

O livro *Trabalhos em Tensão em Instalações Elétricas* foi inspirado no facto de imensos profissionais no âmbito das suas intervenções em instalações elétricas desconhecerem a legislação e as boas práticas de um trabalho seguro.

Esta obra não tem como objetivo substituir qualquer formação presencial, que será sempre recomendável, mas significa desde já um primeiro estado de alerta para os riscos inerentes sempre que se intervém em circuitos ativos, procurando desenvolver uma consciência crítica no âmbito da segurança.

Serão aqui apontadas linhas orientadoras na utilização correta de equipamentos de segurança e respetivos cuidados de verificação e inspeção, bem como a periodicidade dos testes que garantem a sua eficácia, para além da postura correta e segura sempre que operamos em circuitos energizados.

SOBRE O AUTOR

- Formado pelo ISEP em Engenharia Electrotécnica;
- 8 Anos na Engenharia de Manutenção da Industria Eletrónica – Texas Instruments Portugal;
- 18 Anos na Supervisão de Serviços Técnicos de Manutenção:
 - Supervisor de assistência técnica da M. Simões Jr;
 - Supervisor de assistência técnica da Superex – Maquinas e Sistemas, Lda.;
 - Diretor Técnico da MCI – Maquinas de Costura Industriais S.A.;
- 30 Anos na Formação, desenvolvendo, coordenando e apoiando tecnicamente diversos projetos de formação, em Centros de Formação e Empresas de Formação Profissional;
- 2003-2011: Consultor e colaborador no domínio da Engenharia Eletrotécnica, na Empresa Bifase Material Elétrico e Eletrónico Lda.;
- 2008-2010: Responsável pelo Alvará e Departamento de Energias Renováveis da empresa Circuitos de Inovação, Lda.;
- 2013-2014: Perito de Riscos Elétricos e Sistemas Solares colaborando com a empresa de peritagens Peritel – Peritagens Técnicas, Lda.;
- Autor da publicação: RISCOS ELECTRICOS da editora Verlag Dashofer;
- Desenvolve hardware para testes psicotécnicos em parceria com a Edípico desde 2013;
- Profissional liberal, consultor de várias empresas no âmbito da Engenharia Eletrotécnica e Técnico Responsável;
- 2015: Responsável pelo Alvará da empresa Hidma – Hidráulica e Automação SA;
- Coordenação Técnica e formador da Pós Graduação em Manutenção de Instalações Elétricas promovida pelo Cenertec.

ENGEBOOK **ELETRONICIA**

Apoio à Edição



Também disponível em formato e-book



www.engebook.pt

engebeck

PERIGO • PE

PERIGO • PE