



Mestrado em Engenharia de
Segurança e Higiene Ocupacionais

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre
Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

IMPORTÂNCIA DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA NOS TRABALHOS EM TENSÃO

Diogo Xavier Pastor Oliveira

Professor Doutor Alberto Sérgio de Sá Rodrigues Miguel (Professor Catedrático Convidado)
- UFP- Arguente;
Professor Doutor António Carlos Sepúlveda Machado e Moura (Professor Catedrático).-,
FEUP – Orientador;
Professor Doutor João Manuel Abreu dos Santos Baptista (Professor Associado) - FEUP –
Presidente. _____

2013



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto PORTUGAL

VoIP/SIP: feup@fe.up.pt ISN: 3599*654
 Telephone: +351 22 508 14 00  Fax: +351 22 508 14 40
 URL: <http://www.fe.up.pt>  Correio Electrónico: feup@fe.up.pt

AGRADECIMENTOS

Todo este percurso não teria sido possível sem a ajuda imprescindível de algumas pessoas, as quais eu presto os meus maiores agradecimentos:

Ao Professor Catedrático António Machado e Moura, por ter aceite ser meu orientador de dissertação e pelo apoio e dedicação ao longo dos últimos meses.

A Eng.^a Marisa Costa por toda a compreensão e ajuda ao longo da formação.

Todos os colegas do departamento de Segurança da Eurico Ferreira por me terem ajudado na aquisição de conhecimentos no dia-a-dia e em frente de obra.

Ao meu colega Nuno Soares do LAT da FEUP, pelo apoio e disponibilidade demonstrado ao longo da minha dissertação.

A todas estas pessoas, o meu muito obrigado.

RESUMO

Os Trabalhos em Tensão constituem, desde a época em que começaram a ensaiar os seus primeiros passos, uma ferramenta cada vez mais indispensável e que permite, a quem tem a seu cargo a exploração das redes de transporte e de distribuição pública de energia elétrica, manter a qualidade de serviço que os clientes dessas redes necessitam, evitando as interrupções do fornecimento para a realização de trabalhos de manutenção e construção.

Esta dissertação tem como principal objetivo a descrição de um trabalho em que se estabelece uma sistematização de processos teóricos e práticos associados aos Trabalhos em Tensão, nomeadamente em baixa, média e alta tensão. Neste, explora-se ainda os fatores principais de segurança que devem ser acautelados no decurso de todos os trabalhos em tensão.

O trabalho desenvolveu-se em contexto operacional, durante três meses e meio, na Eurico Ferreira, S.A., onde se recolheram todas as informações e experiências necessárias para o cumprimento dos objetivos e ações de campo para melhor entendimento das questões de segurança em Trabalho em Tensão.

Demonstrou-se que a verificação homologada dos equipamentos e das ferramentas (em laboratório) é uma prioridade no que se refere à segurança de Trabalhos em Tensão, pois previne eventuais anomalias dos equipamentos e das ferramentas e salvaguarda a segurança e saúde dos trabalhadores.

As Condições Climatéricas e a Comunicação com a Exploração são essenciais para a segurança de Trabalhos em Tensão, por isso é também um assunto abordado nesta dissertação.

Palavras-chave: Trabalhos em Tensão, Equipamentos e Ferramentas, Comunicação, Condições Climatéricas, Ensaio dielétrico.

ABSTRACT

Live working, from the time they began rehearsing their first steps, a tool increasingly essential and enables those who have the charge of the holding of transport networks and public distribution of electricity, keeping the quality of service that customers require these networks, avoiding the interruption of supply to perform maintenance and construction.

This work has as main objective the description of a work by the author, which establishes a systematic process associated with the theoretical and practical works on voltage, namely low, medium and high voltage. The author also explores the main factors of safety that must be respected during all live working, in order to reach conclusions for the remaining objectives.

The work developed in operational context, for three and a half months in Eurico Ferreira, SA, where he gathered all the information and experience necessary to meet the objectives and actions in the field to better understand the security issues in live working.

The author found that the verification of approved equipment and tools (in the laboratory) is a priority with regard to security Jobs in voltage, it prevents any malfunction of equipment and tools and safeguard the safety and health of workers.

The Weather Conditions and communication with the exploration are essential for security live working, so it is also an issue addressed in this dissertation.

Keywords: Live working, Equipment and Tools, Communication, Weather Conditions, Tests dielectrics.

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Objetivos.....	1
1.2	Metodologia	1
1.3	Breve descrição do documento	2
2	DEFINIÇÕES.....	3
2.1	Generalidades.....	3
2.2	Definições relativas às pessoas ou grupos de atividade.....	4
2.3	Definições relativas a instalações Elétricas	6
2.4	Definições relativas aos diferentes tipos de trabalho	6
3	ESTADO DA ARTE	9
3.1	Aspetos históricos	9
3.2	Casos em que o trabalho pode ser executado em tensão	10
3.2.1	Métodos de trabalho	11
3.2.2	Condições de execução do trabalho, fichas técnicas e modos operatórios....	12
4	HABILITAÇÃO PARA TRABALHOS EM TENSÃO	13
4.1	Condições para atribuição dum título de habilitação	14
4.2	Passaporte de Segurança	19
5	EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO E FERRAMENTAS ELÉTRICAS.....	21
5.1	Equipamentos de Proteção Individual (EPI).....	21
5.1.1	Luvas de proteção mecânica.....	22
5.1.2	Luvas isolantes	22
5.1.3	Capacete de proteção	24
5.1.4	Óculos e viseira	25
5.1.5	Calçado de proteção.....	25
5.1.6	Arnês e acessórios anti-queda	26
5.2	Equipamentos de proteção coletiva (EPC)	27
5.2.1	Escadas	27
5.2.2	Varas isolantes.....	28
5.2.3	Tirantes	29
5.2.4	Protetores.....	29
5.2.5	Mantas	30
5.2.6	Curto-circuitador em cabo seco	31

5.3	Periodicidade de verificação.....	31
6	PREPARAÇÃO E CONDUÇÃO DOS TRABALHOS.....	33
6.1	Autorização para intervenção em Tensão (AIT)	33
6.2	Colocação do Regime Especial de Exploração (REE)	34
6.3	Informação aos executantes.....	35
6.4	Direção e vigilância da zona de trabalhos	36
6.5	Condições atmosféricas	37
6.6	Visibilidade da zona de trabalhos	42
6.7	Fim de trabalhos	42
7	CASO PRÁTICO.....	43
7.1	Ensaio dielétrico de varas isolantes	44
7.2	Ensaio dielétricos em protetores isolados	46
7.3	Ensaio dielétrico de mantas isolantes	47
7.4	Ensaio dielétrico luvas isolantes.....	48
7.5	Ensaio dielétricos a escadas isoladas.....	50
7.6	Análise de Resultados.....	52
8	CONCLUSÃO.....	57
9	BIBLIOGRAFIA	1

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Título de Habilitação visto de frente.	18
Figura 2 – Título de Habilitação visto do verso.	18
Figura 3 – Exemplo de um Passaporte de Segurança.	19
Figura 4 – Luvas de Proteção Mecânica.	22
Figura 5 – Luvas isolantes.	23
Figura 6 – Capacete de proteção mecânica.	24
Figura 7 – Botas para trabalhos elétricos.	25
Figura 8 – Arnês de Segurança com amortecedor de quedas.	26
Figura 9 – Escada Isolante.	27
Figura 10 – Vara Isolante.	28
Figura 11 – Protetores de Condutores.	30
Figura 12 – Manta Isolante.	30
Figura 13 – Transformador utilizado para os ensaios dielétricos.	44
Figura 14 – Esquema de Ensaio das varas isolantes.	45
Figura 15 – Esquema de ensaio dos protetores.	46
Figura 16 – Esquema de Ensaio da Manta Isolante.	48
Figura 17 – Esquema de ensaio das luvas isolantes.	50
Figura 18 – Esquema de ensaio das escadas isolantes.	51
Figura 19 – Aspeto final do protetor após o ensaio de verificação.	53

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Níveis de Tensão	6
Tabela 2 – Resumo de Habilitações	17
Tabela 3 – Classes de luvas isolantes.	23
Tabela 4- Periodicidade de Verificação Homologada.....	31
Tabela 5 – Verificação das Limitações de trabalhos devido às condições atmosféricas – Baixa Tensão	38
Tabela 6 – Verificação das limitações dos trabalhos devido às condições atmosféricas – Alta Tensão.....	40
Tabela 7 – Compilação de resultados.	55

1 INTRODUÇÃO

De acordo com estatísticas publicadas sobre Higiene e Segurança no Trabalho, o sector da Construção Civil é o sector que apresenta maiores índices de sinistralidade laboral, no entanto, a atividade associada a trabalhos em tensão, regista uma taxa de ocorrência de 1846 acidentes de trabalho por cada 100000 trabalhadores. Este índice representa 21,8% do valor publicado em 2010 pelo Gabinete de Estratégia e Planeamento do Ministério do Trabalho e Segurança Social para o sector da construção, que é de 8471,8 acidentes de trabalho por cada 100000 trabalhadores.

Com vista a evitar o número de acidentes, associados aos trabalhos em tensão, procurou-se em fazer uma abordagem dos métodos de trabalho existentes e salientou a importância dos equipamentos trabalhos, na prevenção de acidentes de trabalho.

1.1 Objetivos

Os objetivos propostos para a presente dissertação foram:

- Demonstrar a importância da Comunicação do Responsável de Trabalho com o Responsável de Exploração e com os seus colegas de trabalho do ponto de vista da segurança e saúde dos trabalhadores afetos aos Trabalhos em Tensão;
- Demonstrar a importância das condições Climatéricas e dos Procedimentos a ser tomados como fatores determinantes na Segurança e Saúde dos trabalhadores;
- Sistematizar e comparar procedimentos normativos de avaliação de equipamentos e ferramentas utilizados em Trabalhos em Tensão;
- Adquirir conhecimentos científicos de métodos de ensaio de verificação de equipamentos e das ferramentas em contexto prático no Laboratório de Alta Tensão da FEUP;
- Adquirir competências técnicas e teóricas de Trabalhos em Tensão, em contexto operacional, aplicando e desenvolvendo a aprendizagem decorrente da formação curricular do autor no âmbito do seu curso de Mestrado em Engenharia de Higiene e Segurança Ocupacional;

1.2 Metodologia

O presente trabalho decorreu, na empresa Eurico Ferreira, S.A., onde durante três meses e meio, este trabalho foi orientado pelo Dr. Vítor Magalhães, a Eng.^a Marisa Costa e pelo Eng.^o António Machado e Moura (Professor Catedrático da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – FEUP).

Paralelamente, realizou-se um trabalho de pesquisa bibliográfica sobre os referenciais normativos que estabelecem os critérios de avaliação dos equipamentos e das ferramentas utilizadas em Trabalhos em Tensão, com vista à aplicação em contexto laboratorial de uma experiência que comprova a importância que estes ensaios possuem na Segurança e Saúde dos trabalhadores expostos.

1.3 Breve descrição do documento

A dissertação que aqui se apresenta está dividida em 8 capítulos, tendo-se entendido que é a organização que, para o caso, permite melhor equilíbrio entre conteúdos, garantindo assim melhor compreensão do trabalho descrito.

No capítulo 2, Definições, é efetuada uma definição dos termos mais utilizados nos trabalhos em tensão, para uma melhor compreensão dos termos abordados nos capítulos seguintes.

No capítulo 3, Estado da Arte, realiza-se uma abordagem dos trabalhos em tensão, sendo explicado as principais razões do seu surgimento, assim como o tipo de trabalhos em tensão existentes e quais as condições de trabalho.

No capítulo 4, Habilitação para Trabalhos em Tensão, é abordada a sua contextualização baseada na 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, bem como as várias categorias de habilitação existentes no âmbito das empreitadas da EDP. Referenciou-se ainda a importância do passaporte de segurança.

No capítulo 5, Equipamentos de Proteção, é abordada a sua contextualização no âmbito da 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, bem como uma breve descrição de quais os equipamentos de proteção utilizados nos trabalhos de tensão, assim como a sua periodicidade de verificação segundo os referenciais normativos existentes.

No capítulo 6, Preparação e Condução dos Trabalhos, referiu-se a importância dos procedimentos de comunicação existentes, entre os Responsável de Trabalhos com o Responsável de Exploração e do Responsável de Trabalhos com os seus colegas de equipa, como fator determinante, na segurança e saúde dos trabalhadores, bem como a importância das condições atmosféricas nos trabalhos em tensão.

No capítulo 7, Caso Prático, efetuou-se a implementação dos ensaios dielétricos no LAT, na qual, submeteu-se cinco equipamentos usados nos trabalhos em tensão, a ensaios dielétricos, cumprindo os referenciais normativos, de forma a verificar a importância da verificação/ inspeção periódica dos equipamentos em laboratório homologado.

Por fim, no capítulo 8, Conclusão, encerrou-se a presente dissertação onde foram apresentadas as conclusões obtidas no desenrolar deste trabalho.

2 DEFINIÇÕES

Neste capítulo, procurou-se em fazer um apanhado de todos os termos técnicos e operacionais utilizados nos Trabalhos em Tensão (TET).

2.1 Generalidades

Condução - Conjunto das atividades (da exploração) de vigilância, de controlo e de comando asseguradas por um centro de comando relativamente a uma ou mais instalações. (EDP, Manual de Prevenção de Risco Elétrico, 2011)

Disponibilidade- Situação em que um grupo gerador, linha, transformador, painel, barramento, equipamentos e aparelhos se encontram aptos a responder em exploração às solicitações de acordo com as suas características técnicas e parâmetros considerados válidos. (EDP, Manual de Prevenção de Risco Elétrico, 2011)

Exploração - Conjunto de atividades necessárias ao funcionamento de uma instalação elétrica, incluindo as manobras, o comando, o controlo, a manutenção, bem como os trabalhos elétricos e não elétricos. As atividades da exploração competem:

- À entidade responsável pela condução no que concerne nomeadamente à decisão, operação e autorização prévia para a execução de trabalhos ou manobras nas redes em exploração;
- Aos centros locais de exploração no que respeita às ações técnicas e administrativas da exploração, compreendendo nomeadamente as operações de controlo, manutenção, reparação destinadas a manter uma instalação num estado que lhe permita cumprir a sua função (EDP, Manual de Prevenção de Risco Elétrico, 2011).

Indisponibilidade - Situação em que um grupo gerador, linha, transformador, painel, barramento, equipamentos e aparelhos não se encontram aptos a responder em exploração às solicitações de acordo com as suas características técnicas e parâmetros considerados válidos. (EDP, Manual de Prevenção de Risco Elétrico, 2011)

Manutenção- Combinação de ações técnicas e administrativas (da exploração) que compreendem as operações de vigilância destinadas a manter uma instalação elétrica num estado que lhe permita cumprir a sua função. A manutenção pode ser preventiva (conservação), com o objetivo de reduzir a probabilidade de avaria ou degradamento do funcionamento da instalação, ou corretiva (reparação), realizada depois da deteção de uma avaria e destinada a repor o funcionamento da instalação. (EDP, Manual de Prevenção de Risco Elétrico, 2011)

Perigo – A propriedade intrínseca de uma instalação, atividade, equipamento, um agente ou outro componente material do trabalho com potencial para provocar dano; (Lei102/2009)

Perigo elétrico - Fonte de possíveis danos corporais ou prejuízos para a saúde devidos à presença de energia elétrica numa instalação elétrica. (EDP, Manual de Prevenção de Risco Elétrico, 2011)

Risco – A probabilidade de concretização do dano em função das condições de utilização, exposição ou interação do componente material do trabalho que apresenta perigo. (Lei102/2009)

Risco elétrico - Associação da probabilidade com o grau de possíveis danos corporais ou prejuízos para a saúde para uma pessoa exposta a um perigo elétrico. (EDP, Manual de Prevenção de Risco Elétrico, 2011)

2.2 Definições relativas às pessoas ou grupos de atividade

Agente de condução - Profissional qualificado para operar na condução de instalações elétricas. (EDP, Manual de Prevenção de Risco Elétrico, 2011)

Centro de condução (CC) - Órgão de condução da rede encarregue da vigilância e condução das instalações e equipamentos das redes de distribuição. (EDP, Manual de Prevenção de Risco Elétrico, 2011)

Delegado de consignação - Profissional qualificado, que estando numa instalação diferente daquela em que se encontra o responsável de consignação, se responsabiliza perante este pelo estabelecimento e permanência de todas as medidas de segurança necessárias para colocar e manter as suas instalações na situação definida pelo responsável de consignação. (EDP, Manual de Prevenção de Risco Elétrico, 2011)

Executante - 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)

Esses trabalhos podem ser:

- Elétricos, e neste caso o executante deve possuir a qualificação adequada;
- Não elétricos, podendo neste caso o executante ser ou não eletricista.

Pessoa qualificada - Pessoa que possui conhecimentos técnicos ou com experiência que lhe permitam evitar os perigos que possam advir da eletricidade. (EDP, Manual de Prevenção de Risco Elétrico, 2011)

Responsável de condução - Pessoa a quem está atribuída a responsabilidade pela coordenação de todos os atos de condução numa instalação cujos limites estão perfeitamente definidos. (EDP, Manual de Prevenção de Risco Elétrico, 2011)

Responsável de consignação - É o profissional qualificado sob cuja exclusiva responsabilidade é colocado, durante todo o período da consignação, um elemento de rede (ou uma instalação) onde se vão realizar os trabalhos ao abrigo da consignação.

O responsável de consignação assume a responsabilidade das instalações consignadas onde se vão realizar trabalhos, até à finalização da desconsignação. (EDP, Manual de Prevenção de Risco Elétrico, 2011)

Responsável de exploração - Pessoa designada por escrito, pelo empregador, para assumir a responsabilidade efetiva pela exploração numa instalação ou num conjunto de instalações elétricas, cujos limites estão perfeitamente definidos.

O responsável de exploração pode ser autorizado a delegar toda ou parte das suas competências num outro agente de exploração. Esta delegação deve ser objeto de um documento escrito ou de uma troca de mensagens registadas.

São, nomeadamente, atribuições do responsável de exploração tomar decisões respeitantes ao acesso às instalações e coordenar esses acessos a fim de evitar qualquer interferência de riscos elétricos entre estaleiros onde se desenvolvam trabalhos em simultâneo. (EDP, Manual de Prevenção de Risco Elétrico, 2011)

Responsável de manutenção - Pessoa a quem está atribuída a responsabilidade pela coordenação de todas as operações de manutenção numa instalação cujos limites estão perfeitamente definidos. (EDP, Manual de Prevenção de Risco Elétrico, 2011)

Responsável de trabalhos - É o profissional qualificado designado ou indicado para assumir a direção efetiva dos trabalhos, competindo-lhe estabelecer as medidas de segurança necessárias e zelar pela sua aplicação de acordo com as normas e regulamentos aplicáveis. (EDP, Manual de Prevenção de Risco Elétrico, 2011)

2.3 Definições relativas a instalações Elétricas

Equipamento de segurança - Equipamento utilizado para proteger o pessoal, individual ou coletivamente. O referido equipamento deve responder a características precisas de norma ou de especificação técnica. (EDP, Manual de Prevenção de Risco Elétrico, 2011)

Instalação elétrica - Conjunto dos equipamentos utilizados na produção, no transporte, na conversão, na distribuição e na utilização da energia elétrica, incluindo as fontes de energia, como as baterias, os condensadores e todas as outras fontes de armazenamento de energia elétrica. (EDP, Manual de Prevenção de Risco Elétrico, 2011)

Tensão - Todas as instalações e equipamentos, qualquer que seja o fim a que se destinem, são classificados em função da mais elevada das tensões nominais existentes:

- Entre quaisquer dois dos seus condutores (ou peças condutoras);
- Entre qualquer um dos condutores (ou peças condutoras) e a terra (ou as massas). (EDP, Manual de Prevenção de Risco Elétrico, 2011)

Através do quadro seguinte podemos verificar os diferentes níveis de tensão.

Tabela 1 - Níveis de Tensão

Domínios de tensão	Níveis de tensão	Valor da tensão nominal	
		Em corrente alternada	Em corrente contínua
BT I	Tensão Reduzida	$U_n \leq 50 \text{ V}$	$U_n \leq 120 \text{ V}$
BT II	Baixa Tensão	$U_n \leq 1000 \text{ V}$	$120 < U_n \leq 1500 \text{ V}$
AT	Média Tensão	$1 \text{ kV} < U_n \leq 45 \text{ kV}$	$U_n > 1500 \text{ V}$
	Alta Tensão	$45 < U_n \leq 110 \text{ kV}$	
	Muito Alta Tensão	$U_n > 110 \text{ kV}$	

2.4 Definições relativas aos diferentes tipos de trabalho

Consignação elétrica de uma instalação - Conjunto de operações que consiste em isolar (por corte ou por seccionamento), bloquear, verificar a ausência de tensão, estabelecer ligações à terra e em curto-circuito e proteger contra peças em tensão adjacentes e delimitar um elemento de rede (ou uma instalação) previamente identificado e retirado da exploração normal, destinado a garantir as condições de segurança necessárias à realização de trabalhos

fora de tensão nesse elemento de rede (ou nessa instalação). (EDP, Manual de Prevenção de Risco Elétrico, 2011)

Desconsignação elétrica de uma instalação - Conjunto de operações que permitem restabelecer as condições necessárias para a devolução à exploração normal de um elemento de rede (ou uma instalação) que se encontrava consignada.

As manobras para a desconsignação só podem ser iniciadas depois de autorizadas pelo centro de condução, a pedido do responsável de consignação. (EDP, Manual de Prevenção de Risco Elétrico, 2011)

3 ESTADO DA ARTE

Neste capítulo, procurou-se fazer uma abordagem dos trabalhos em tensão, sendo explicado as principais razões do seu surgimento, assim como o tipo de trabalhos em tensão existentes e quais as suas condições de trabalho.

3.1 Aspetos históricos

A continuidade do serviço no fornecimento de energia elétrica é nos dias de hoje um dos fatores de maior importância para consumidores e distribuidores de energia elétrica. Pelo que se procura cada vez mais aplicar e desenvolver técnicas e materiais para trabalhos em tensão (TET), minimizando o impacto das intervenções nas redes elétricas.

O início dos trabalhos em tensão remota para o início do século 20, sendo que os primeiros trabalhos em tensão eram realizados por ferramentas fixadas em extremidades de varas de madeira na década de 1910. (Ascensão Gaspar, 2012)

Em 1978, apareceram em Portugal os primeiros trabalhos TET, através da EDP (Eletricidade de Portugal), sendo este conhecimento transmitido pela EDF (Elétrica Francesa). Os trabalhos TET foram inicialmente aplicados a redes de BT e MT e apenas em 1996, esta tecnologia passou a ser utilizada em trabalhos de AT. (Ascensão Gaspar, 2012)

Atualmente os TET são cada vez mais uma ferramenta indispensável e que permite a quem tem a seu cargo a exploração das redes de transporte e distribuição pública de energia, manter a qualidade de serviço que os clientes dessas redes necessitam, evitando interrupções do fornecimento para a realização de trabalhos de manutenção e construção.

As técnicas utilizadas permitem na maioria das situações, evitar interrupções no fornecimento de energia, existindo um crescente aumento do número de trabalhos TET e diversidade dos mesmos. Contudo, a natureza dos trabalhos, impõe o recurso a meios humanos habilitados, meios tecnológicos e equipamentos homologados e certificados.

Deste modo cada trabalho é realizado tendo como base toda a documentação sobre condições de execução de trabalhos, fichas técnicas, modos operatórios e manuais de segurança. (EDP, Manual de Prevenção de Risco Elétrico, 2011)

No entanto, e como aliás em todas as atividades humanas, também os trabalhos em tensão (por serem realizados na presença de peças em tensão e a potenciais diferentes do potencial dos executantes) representam um risco para quem os realiza e para terceiros.

Desta forma, para garantir a segurança das pessoas (e dos bens) é necessário que o risco que lhes está associado esteja devidamente quantificado, que se tomem medidas para minimizar e que os intervenientes tenham perfeita consciência desse risco. Assim, devem ser:

- Estabelecidas metodologias específicas para este tipo de trabalhos, estudados por forma a minimizar os riscos (as quais devem ser previamente homologadas antes de serem aplicadas, por forma a torná-las de cumprimento obrigatório);
- Selecionados e ensaiados os equipamentos e as ferramentas específicas para esse fim (e que devem ser previamente homologados, por forma a garantir que apenas esses equipamentos e ferramentas são utilizados nos Trabalhos em Tensão);
- Estruturados sistemas organizacionais que apoiem, acompanhem e controlem a atividade dos executantes em todos os momentos, por forma a garantir:
 - que apenas intervêm neste tipo de trabalhos pessoas devidamente treinadas e fisicamente aptas (o que é conseguido através de formação adequada e de exames médicos previstos);
 - que essas pessoas usem sempre e corretamente as metodologias em vigor e os equipamentos e as ferramentas homologadas (o que é verificado através de auditorias à realização desses trabalhos);
 - que essas ferramentas e equipamentos são objeto de verificação periódicas, definidas regulamentarmente através de referências normativos (o que é controlado por registos dessas verificações). (EDP, Manual de Prevenção de Risco Elétrico, 2011)

3.2 Casos em que o trabalho pode ser executado em tensão

Os trabalhos em tensão podem ser executados, de acordo com a regulamentação vigente nas redes de distribuição e de transporte, nas instalações de produção e seus anexos, bem como nas instalações de edifícios e de utilização:

- Por razões de exploração ou de utilização;
- Se a natureza das operações ou as condições de exploração tornam perigosa ou impossível a colocação fora de tensão;
- Se a natureza do trabalho requer a presença de tensão.

No caso de trabalhos em tensão, os trabalhadores devem aplicar as prescrições estabelecidas, nas Condições de Execução de Trabalho (CET), Fichas Técnicas e Modos Operatórios (FT e MO) e Processos Operatórios, quando existam.

O trabalho na presença de peças em tensão e a potenciais diferentes apresenta, para quem trabalha e para a própria instalação, riscos, que se podem resumir basicamente em dois tipos:

- **Risco de eletrocussão** – quando o corpo humano, que é condutor, fica inadvertidamente inserido entre duas peças a potenciais diferentes, provocando a morte do acidentado.
- **Risco de curto-circuito** – quando duas peças a potenciais diferentes ficam ligadas entre si, por deslocação de uma delas ou por interposição de uma Terceira. (Ascensão Gaspar, 2012)

3.2.1 Métodos de trabalho

De forma a evitar os riscos relativos aos trabalhos em tensão, é associada a noção de Zonas Interditas em relação as peças em tensão, nomeadamente, volumes em volta dessas peças e dentro dos quais os executantes nunca podem entrar, quer com o seu corpo quer com peças condutoras, sem usar meios especiais, tais como equipamentos e ferramentas adequadas, garantindo desta forma o seu isolamento.

Esse isolamento pode ser garantido através de três métodos de trabalho em tensão, tais como:

- **Método à distância**, em que esse isolamento é obtido através do uso de ferramentas isolantes, posicionando-se os executantes para além das Zonas Interditas (ou quando tal não for possível, isolando as peças em tensão por meios de dispositivos apropriados); (Ascensão Gaspar, 2012)
- **Método ao contacto**, em que esse isolamento é obtido através do revestimento das zonas do corpo mais próximas das peças em tensão (braços e mãos) com elementos isolantes (mangas e luvas isolantes), posicionando-se os executantes por forma a manterem as partes do corpo não isoladas fora das Zonas Interditas (ou quando não for possível, isolando as peças em tensão por meio de dispositivos apropriados); (Ascensão Gaspar, 2012)
- **Método ao potencial**, em que esse isolamento é obtido através da distância no ar para as zonas interditas relativas às peças a potenciais diferente do potencial da peça

em que vão intervir, posicionando-se os executantes junto da peça referida, ficando intencionalmente ao potencial desta e com todo o seu corpo no interior do equivalente a uma gaiola de Faraday (fatos condutores, ligados à peça em tensão através de uma trança e de uma pinça). (Ascensão Gaspar, 2012)

- **Método Global**, em que os executantes podem usar, no decurso de um determinado trabalho, a combinação dos três métodos usuais, descritos anteriormente. Este método também é conhecido por Combinação dos 3 Métodos ou C3M. (EDP, CET 020 - MT - MG)

3.2.2 Condições de execução do trabalho, fichas técnicas e modos operatórios

As condições de execução de trabalhos (CET) são um documento dinâmico, na qual definem as regras gerais a respeitar para a realização de trabalhos em tensão, nomeadamente:

- Regras de relacionamento entre o responsável de trabalhos com o responsável de exploração;
- Metodologias segundo as quais o trabalho deve ser preparado;
- Ferramentas e equipamentos a utilizar;
- Verificação da boa execução do trabalho;
- Regras relativas às condições atmosféricas;
- Regras relativas aos regimes especiais de exploração (REE).

Os trabalhadores a quem são confiados os trabalhos em tensão devem dispor de equipamentos e ferramentas adequadas e os necessários equipamentos de proteção de segurança, de forma a salvaguardarem a sua própria segurança e a de terceiros.

4 HABILITAÇÃO PARA TRABALHOS EM TENSÃO

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, estabelece que o empregador deve aplicar como princípio de prevenção fornecer *“formação adequada no domínio da segurança e saúde no trabalho, tendo em atenção o posto de trabalho e o exercício de atividade de risco elevado”* - Artigo 20º n.º1.

Por outro lado, os Artigo 130.º e 131.º do Código do Trabalho, artigos 13.º e 14.º da Lei n.º105/2009, de 14 de Setembro – Regulamentação do Código do Trabalho (RCT) e o artigo 12.º da Diretiva 89/391/CEE de 12 de Junho, descrevem que a *“ entidade patronal deve garantir que cada trabalhador receba formação simultaneamente suficiente e adequada em matéria de segurança e de saúde, nomeadamente sob a forma de informações e instruções por ocasião:*

- *Da sua contratação;*
- *De qualquer transferência ou mudança de funções;*
- *Da introdução ou de uma mudança de um equipamento de trabalho;*
- *Da introdução de uma nova tecnologia;*
- *E especialmente relacionada com o seu posto de trabalho ou com a sua função.*

Esta formação deve ser adaptada:

- *À evolução dos riscos e à aparição de novos riscos;*
- *Ser repetida periodicamente, se necessário.*

O custo da formação não pode ser suportado pelos trabalhadores nem pelos representantes destes.

A formação prevista deve decorrer dentro do horário de trabalho ou, de acordo com as práticas nacionais, quer no interior quer no exterior da empresa e/ou do estabelecimento”.

O Regulamento de Segurança de Linhas Elétricas de Alta Tensão, publicado pelo Decreto Regulamentar n.º1/92, de 18 de Fevereiro, *fixa as condições técnicas a que devem obedecer o estabelecimento e a exploração das instalações elétricas de Alta Tensão.*

O Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Baixa Tensão, publicado pelo Decreto Regulamentar n.º90/84, de 26 de Dezembro, *fixa as condições técnicas a que devem obedecer o estabelecimento das instalações elétricas de Baixa Tensão.*

Estes princípios têm sido uma prática desde sempre implementada pela Eurico Ferreira, S.A. Esta pretende contribuir para um controlo mais eficaz da segurança e qualidade dos trabalhos realizados.

Para um colaborador estar habilitado, deve ter aproveitamento em formação relativa à prevenção de riscos elétricos e ter recebido as instruções que o tornem apto a zelar pela sua própria segurança e pela dos outros colaboradores que possam estar sob as suas ordens.

Ao ser entregue um “Título de Habilitação” ao colaborador, a entidade empregadora atesta, o reconhecimento de que o colaborador em causa tem aptidão e recebeu formação adequada para executar em segurança determinado tipo de trabalhos, constituindo para o colaborador uma responsabilidade acrescida pelo cumprimento das regras e procedimentos de segurança inerentes a esses trabalhos. (EDP, Habilitação para Trabalhos em Instalações Elétricas, 2011)

No que diz respeito aos colaboradores dos prestadores de serviços, para além do Título de Habilitação, passado pelo seu empregador, é também obrigatório o “Passaporte de Segurança”, emitido por uma entidade certificada, que evidencie à empresa utilizadora que o colaborador adquiriu informação sobre um conjunto de competências básicas em matéria de segurança.

Deste modo, ao longo deste capítulo fez-se uma descrição do que é um título de habilitação, de quem a responsabilidade de emissão do título de habilitação e quais as códigos existentes.

4.1 Condições para atribuição dum título de habilitação

A atribuição dum título de habilitação pressupõe o prévio reconhecimento de que o trabalhador possui a competência técnica e humana relativamente às precauções a tomar para prevenir os acidentes de origem elétrica ou outros associados à execução dos trabalhos ou tarefas que lhe são confiadas. (EDP, Habilitação para Trabalhos em Instalações Elétricas, 2011)

Competências técnicas

A competência técnica, adquirida na formação, comporta conhecimentos relativos a:

- Métodos de trabalho que permitem efetuar em tensão os trabalhos que lhe são confiados.
- Instalações e equipamentos elétricos em que atuará;
- Riscos da eletricidade;
- Regras de segurança para prevenir esses riscos;
- Métodos de trabalho em tensão;
- Procedimento a adotar em caso de acidente elétrico;

- Medidas de segurança para prevenir outros riscos ligados à sua atividade normal e ao seu habitual ambiente de trabalho.

Os responsáveis pela formação teórica e prática devem no final da mesma formular uma apreciação sobre a aptidão da pessoa para pôr em prática as regras e procedimentos para prevenção do risco elétrico.

Os programas devem comportar exercícios realmente executados em tensão.

Aptidão médica

O reconhecimento sobre a não existência de impedimentos de natureza médica que impeçam o trabalhador de realizar as tarefas que lhe vão ser confiadas é obtido através da Ficha de Aptidão médica emitida pela Medicina do Trabalho.

Adequação humana

A adequação humana deverá reconhecer o equilíbrio comportamental compatível com a boa execução dos trabalhos que lhe podem ser confiados.

Face aos antecedentes de cada trabalhador e aos requisitos enumerados nos parágrafos anteriores, o empregador, ou por delegação o responsável pela unidade organizativa a que o trabalhador pertence, está em condições de decidir sobre a atribuição do título de habilitação.

A atribuição dum título de habilitação implica que o trabalhador seja informado sobre as responsabilidades inerentes a essa habilitação.

A habilitação é codificada por letras maiúsculas e índices numéricos. (EDP, Habilitação para Trabalhos em Instalações Elétricas, 2011)

- A primeira letra indica o nível de tensão em que o titular da habilitação pode intervir:
 - **B** para as instalações de BT;
 - **M** para instalações de MT
 - **A** para as instalações de AT (U = 60 kV)
 - **H** para instalações de MAT
- O índice numérico a seguir à primeira letra indica o grau de intervenção para o qual o titular está habilitado:
 - **0** para pessoal que realiza exclusivamente trabalhos de natureza não elétrica;

- **1** para os eletricitistas executantes;
- **2** para os eletricitistas que poderão ser designados para chefiar trabalhos.

A segunda e terceira letra, quando existam, precisa a natureza das operações que o titular pode realizar:

- **C** indica que o titular pode efetuar a consignação de instalações elétricas para a realização de trabalhos, ensaios ou reparações de avarias;
- **T** indica que o titular pode “trabalhar em tensão”.

A seguir à letra **T** deve ser indicada a(s) letra(s) correspondente ao método de trabalho para o qual o trabalhador está habilitado.

- **D** método à distância
 - **C** método ao contacto
 - **P** método ao potencial
 - **G** método global (combinação dos três métodos).
-
- **L** indica que o titular pode efetuar trabalhos de limpeza em tensão;
 - **V** indica que o titular pode trabalhar na vizinhança de tensão;
 - **E** indica que o titular pode conduzir viaturas com equipamentos especiais grua/perfuradora, elevador com barquinha,...), operar e proceder à manutenção corrente das referidas viaturas e equipamentos.

Através da tabela seguinte, podemos compilar todas as habilitações codificadas por letras e índices.

Tabela 2 – Resumo de Habilitações

Habilitações do pessoal	Trabalhos		
	fora de tensão	navizinhança	em tensão
Não eletricista	B0, M0 e/ou A0	B0V, M0V e/ou A0V	–
Eletricista Executante	B1, M1 e/ou A1	B1V, M1V e/ou A1V	B1T_, M1T_ e/ou A1T_
Responsável de Trabalhos	B2, M2 e/ou A2	B2V, M2V e/ou A2V	B2T_, M2T_ e/ou A2T_
Responsável de Consignação	BC, MC e/ou AC		–
Limpeza em Tensão BT e/ou MT e/ou AT	–	B1L ou B2L e/ou M1L ou M2L e/ou A1L ou A2L	

O título de habilitação deve precisar, nomeadamente:

- As indicações relativas ao empregador e ao titular;
- A codificação do domínio de tensão, grau e natureza das operações que o trabalhador está habilitado a realizar, quando solicitado;
- A definição do domínio de aplicação da habilitação;
- A sua validade.

O título de habilitação tem a validade máxima de três anos e deve ser revisto em função da evolução das aptidões do trabalhador ou sempre que ocorra alguma das seguintes situações:

- Interrupção de prática de trabalhos em tensão durante um período superior a seis meses;
- Violação grosseira das prescrições para TET.
- Devem ser assegurados os procedimentos administrativos para a devolução imediata do título de habilitação dos trabalhadores que por algum destes motivos lhe seja retirada a habilitação.
- A renovação do título de habilitação depende do cumprimento dos requisitos referidos anteriormente.

Através da seguinte figura podemos verificar um exemplo de um título de habilitação.

FRENTE

The image shows the front of a qualification certificate form. It has a white background with a large, faint watermark of a person in a hard hat. At the top left is a red box with the text 'LOGO DA EMPRESA'. At the top right is a blue box with the text 'TÍTULO DE HABILITAÇÃO' and 'Trabalhos em instalações elétricas'. Below the blue box is a white box with the text 'Habilitação:'. To the left of this box are the labels 'Titular:', 'Nome:', 'N.º Trabalhador:', and 'Função:'. To the right of the 'Habilitação:' box are the labels 'Data:' and 'Validade:'. Below these are the labels 'Emitido por:', 'Emissor:', and 'Titular:'. At the bottom right, there is a small text 'Ver instruções no verso'.

LOGO DA EMPRESA

TÍTULO DE HABILITAÇÃO
Trabalhos em instalações elétricas

Habilitação:

Titular:
Nome:
N.º Trabalhador:
Função:

Emitido por:
Emissor: _____

Data: _____
Validade: _____

Titular: _____

Ver instruções no verso

Figura 1 – Título de Habilitação visto de frente.

VERSO

-
- The image shows the back of a qualification certificate form. It has a white background with a large, faint watermark of a person in a hard hat. The text is organized into a list of bullet points.
- O Título de Habilitação é estritamente pessoal. O titular deve conservá-lo durante as horas de trabalho ou tê-lo ao seu alcance.
 - A perda deste Título deve ser imediatamente comunicada à hierarquia.
 - Significado dos códigos de habilitação:
 - As letras B, M, A e H indicam o nível de tensão;
 - Os algarismos 0,1 e 2 fixam as atribuições que podem ser confiadas;
 - A letra C significa aptidão para estabelecer consignações elétricas;
 - A letra T significa aptidão para realizar Trabalhos em Tensão: D – método à distância; C – ao contacto; P – ao potencial; G – global
 - A letra L significa aptidão para efetuar trabalhos de Limpeza em Tensão;
 - A letra V significa aptidão para trabalhar na vizinhança;
 - A letra E significa aptidão para operar viaturas com equipamentos especiais.
 - A ausência de uma indicação é considerada uma interdição, a menos que habilitação indicada no Título pressuponha a atribuição automática de determinada aptidão.
 - As habilitações de índices 0,1 e 2 permitem ao titular ser designado para vigilante de segurança elétrica no campo fixado no Título de Habilitação.
 - O Título de Habilitação não autoriza, por si, o seu titular a efetuar quaisquer operações, nem mesmo para aquelas para que está habilitado, sem para o efeito ter sido designado pela hierarquia.
 - O titular reconhece ter recebido todas as informações e esclarecimentos decorrentes da atribuição do presente título.

Figura 2 – Título de Habilitação visto do verso.

4.2 Passaporte de Segurança

Como referido anteriormente, a EDP para além de exigir o Título de Habilitação exige que todos os colaboradores dos prestadores de serviços, sejam detentores de um Passaporte de Segurança.

Os colaboradores para adquirirem o Passaporte de Segurança, têm que frequentar uma formação sobre um conjunto de competências básicas em matéria de segurança, através de uma entidade certificada.

A empresa certificada pela EDP para emitir o Passaporte de Segurança é o Instituto de Soldadura e Qualidade - ISQ. (EDP, Manual de Prevenção de Risco Elétrico, 2011)



Figura 3 – Exemplo de um Passaporte de Segurança.

5 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO E FERRAMENTAS ELÉTRICAS

A utilização do equipamento de proteção tem como principal objetivo, proteger individual ou coletivamente os trabalhadores, e deve respeitar as características descritas na respectiva ficha técnica.

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, estabelece que o trabalhador tem como obrigação: “ *utilizar corretamente e de acordo com as instruções transmitidas pelo empregador, máquinas, aparelhos, instrumentos, substâncias perigosas e outros equipamentos e meios postos à sua disposição, designadamente os equipamentos de proteção coletiva e individual, bem como o cumprir os procedimentos de trabalho estabelecidos*” – alínea c) do n.º1 do artigo 17.º.

Independentemente da verificação feita visualmente pelo trabalhador, existem equipamentos de proteção que devem ser verificados periodicamente por laboratórios e técnicos qualificados.

Ao longo deste capítulo, descreveu-se o tipo de equipamentos de proteção utilizados nos Trabalho em Tensão, nomeadamente os equipamentos de proteção individual (EPI's) e os equipamentos de proteção coletiva (EPC) e quais os que necessitam de ser controlados periodicamente.

Demonstrou-se ainda a importância que a tarefa de preparação dos equipamentos e ferramentas antes do início dos trabalhos, constitui um fator preponderante na segurança e saúde dos trabalhadores envolvidos, como também terceiros susceptíveis de serem abrangidos pelos riscos da realização dos trabalhos.

5.1 Equipamentos de Proteção Individual (EPI)

Os EPI's analisados são os seguintes:

- Luvas de proteção mecânica;
- Luvas isolantes;
- Capacete de proteção;
- Óculos e viseiras;
- Calçado de proteção;
- Arnês e acessórios de proteção contra queda em altura.

5.1.1 Luvas de proteção mecânica

As luvas de proteção mecânica devem ser utilizadas para proteção das mãos em trabalhos, tais como:

- Subida a postes;
- Montagem de ferragens;
- Aplicação de materiais Termo retrácteis;
- Manobras e trabalhos em instalações mecânicas e térmicas;
- Movimentação manual de materiais e equipamentos que possam ferir as mãos, nomeadamente, movimentação de madeiras, ferragens, escadas e cargas.



Figura 4 – Luvas de Proteção Mecânica.

É importante referir que estas luvas não devem ser utilizadas para a execução de manobras ou Trabalhos em Tensão ao contacto. (EDP, Fichas Técnicas e Modos Operatórios, 2002)

5.1.2 Luvas isolantes

As luvas isolantes, são um equipamento feito de material elastómero ou plástico, que permite uma proteção ao executante contra riscos elétricos. Estas devem ser adaptadas à tensão da instalação onde se vão realizar os trabalhos.



Figura 5 – Luvas isolantes.

Existem dois tipos de luvas isolantes, umas permitem uma proteção ao nível das mãos e outra ao nível dos braços do executante.

É importante salientar que nas operações que haja o risco de serem rasgadas ou perfuradas, as luvas isolantes devem ser usadas sob luvas de proteção mecânica. Neste caso em concreto de trabalhos em tensão, devem ser usadas luvas de proteção mecânica siliconizada).

Tabela 3 – Classes de luvas isolantes.

Classe	Tensão suportada A.C. (r.m.s)	Tamanho (mm)	Espessura (mm)	Cor
00	500	280-360	0.5	Bege
0	1000	280-360	1.0	Vermelho
1	7500	360-800	1.50	Branco
2	17000	360-800	2.30	Amarelo
3	26500	360-800	2.90	Verde
4	36000	360-460	3.60	Laranja

Existem procedimentos a cumprir antes e depois da utilização das luvas. Deste modo antes do início dos trabalhos as luvas devem ser verificadas, nomeadamente, submete-las a um verificador pneumático de luvas, ou encher a luva de ar enrolando de seguida o canhão

várias vezes sobre si mesmo. Se houver perfuração ou apresentarem qualquer tipo de vincos, arranhões ou fissuras, os trabalhadores não devem utilizar as luvas e o par de luvas deve ser eliminado como resíduo. (EDP, Fichas Técnicas e Modos Operatórios, 2002)

Segundo o referencial normativo IEC 60903, as luvas isolantes devem ser verificadas de 6 em 6 meses em laboratório acreditado. (ISO/IEC, Live working - Gloves of insulating material. IEC 60903, second edição, 2002)

5.1.3 Capacete de proteção

A utilização do capacete de proteção é obrigatória para todas as pessoas que se encontrem numa zona de trabalhos em que haja o risco de queda de objetos, choque com objetos, ou riscos às diferentes necessidades de trabalho, existem vários tipos de capacetes de proteção, tais como:

- Capacetes para eletricitistas (que não devem possuir abas nem peças metálicas);
- Capacetes para permitir a colocação de acessórios (protetores auriculares).



Figura 6 – Capacete de proteção mecânica.

A utilização de capacete de proteção é obrigatória nos trabalhos em altura, juntamente com o francalete.

O trabalhador tem a obrigação de garantir o bom estado de conservação do capacete de proteção e de o inspecionar visualmente antes do início dos trabalhos.

5.1.4 Óculos e viseira

A utilização de óculos ou de viseira é obrigatória para todos os trabalhos que constituem risco para os olhos, tais como possibilidade de ocorrência de arcos elétricos.

Os óculos contra radiações luminosas não são adequados para proteger o risco de arco elétrico, pelo que nestas situações os trabalhadores devem utilizar viseira de proteção facial, protegendo desta forma, os olhos e a face.

Os trabalhadores devem inspecionar os óculos antes do início dos trabalhos e verificar se eles se encontram em bom estado de conservação.

5.1.5 Calçado de proteção

O calçado de proteção destina-se a proteger os pés dos trabalhadores de eventuais quedas de objetos ou perfurações.

Em função do risco a que o trabalhador está exposto pode-se escolher o tipo de calçado, tais como:

- Risco de perfuração: Símbolo P (com palmilha de aço);
- Risco elétrico: Símbolo A (sola antiestática);



Figura 7 – Botas para trabalhos elétricos.

- Atmosferas explosivas: Símbolo C (sola eletricamente condutora).

No nosso caso de estudo, o calçado de proteção utilizado deve cumprir as exigências ao nível do isolamento especificado nas fichas técnicas do equipamento.

5.1.6 Arnês e acessórios anti-queda

O arnês é utilizado em todo o tipo de trabalhos que existe o risco de queda em altura, tais como, trabalhos realizados a mais de 3 metros de altura.

Este equipamento é utilizado em conjunto com um dispositivo de interrupção de queda, que poderá ser um sistema para-quedas, tais como:

- Para-quedas retrátil;
- Para-quedas deslizante;
- Amortecedor de quedas.



Figura 8 – Arnês de Segurança com amortecedor de quedas.

Os trabalhadores devem ainda estar munidos de uma corda de posicionamento e de uma linha de vida.

5.2 Equipamentos de proteção coletiva (EPC)

5.2.1 Escadas

As escadas são utilizadas para, para passar de um plano de trabalho para outro e efetuar trabalhos em altura de curta duração. Para trabalhos mais prolongados devem ser utilizados andaimes ou barquinhas.

Existem dois tipos de escadas de proteção que podem ser utilizadas nos trabalhos em tensão, tais como, as escadas de encaixar e as escadas de gancho.

As escadas de encaixe são constituídas por diversas secções, podendo ser constituídas por elementos de fibra de vidro ou por elementos de liga leve. Estas são utilizadas na subida de postes de madeira, betão ou metálicos.



Figura 9 – Escada Isolante.

Por outro lado, as escadas de gancho são utilizadas, de forma a obter um correto posicionamento do executante quando for necessário retirar ou colocar uma cadeia de suspensão, fora de tensão. (EDP, Fichas Técnicas e Modos Operatórios, 2002)

As escadas isolantes para além de serem inspecionadas visualmente pelos colaboradores antes do início dos trabalhos, devem ser verificadas de 12 em 12 meses por laboratório certificado, segundo a norma IEC 61478. (ISO/IEC, Live working - Ladders of insulating material. IEC 61478, first edição, 2001)

5.2.2 Varas isolantes

As varas isolantes constituem uns dos equipamentos mais usados nos trabalhos em tensão, e permitem ao executante executar à distância determinadas manobras, medições ou intervenções sobre um determinado elemento da rede, sem causar risco para este.

Estas são constituídas por um material isolante (fibra de vidro reforçada) e rígido, e devem garantir o isolamento e comprimento adequado à tensão de serviço da instalação onde vão ser utilizadas.

É importante salientar, que antes da execução dos trabalhos os colaboradores, devem verificar a existência de qualquer defeito pelo seu aspeto exterior, verificar a ausência de humidade ou depósitos de sal e proceder à sua limpeza. Os trabalhadores devem ainda, a cada seis meses efetuar as seguintes tarefas:

- Lavar com água e sabão ou detergente;
- Tirar as nódoas difíceis com “Flugène 113”;
- Reparar os riscos com “Gloss-Restorer”;
- Lubrificar com pó de grafite as partes móveis. (EDP, Fichas Técnicas e Modos Operatórios, 2002)

Existem vários tipos de varas isolantes tais como:

- Vara para fixação de condutores;
- Vara de gancho;
- Vara com terminais universais;
- Vara para filaças;
- Vara com grampo;
- Vara corta-cabos;
- Vara corta-filaças;
- Vara porta-chaves.



Figura 10 – Vara Isolante.

Todas as varas isolantes utilizadas nos trabalhos em tensão para além de serem inspecionadas visualmente pelos colaboradores, devem ser verificadas de 24 em 24 meses por laboratório certificado, segundo a norma IEC 60832-1. (ISO/IEC, Live working - Insulating sticks and attachable devices - Insulating sticks. IEC 60832-1, first edição, 2010)

5.2.3 Tirantes

O tirante é um equipamento auxiliar usado nos trabalhos em tensão. O seu isolamento é garantido através de uma fibra de vidro de plástico reforçado presente em três tipos de equipamentos, tais como:

- **Tirante de grampo** – são usados como peças isolantes intermediárias para transmitir esforços de tração aos condutores quer prendendo estes diretamente no grampo, quer prendendo a manilha dum colar com manilha fixado numa vara para fixação de condutores;
- **Tirante de rolete** – são usados como peça isoladora intermédia para medir a distância vertical de um condutor em relação ao solo, a um outro condutor ou a qualquer outro obstáculo;
- **Tirante de amarração** – são usados para manter a tensão mecânica de um condutor;
- **Tirante de amarração simétrico** - são usados para manter a tensão mecânica de um condutor. (EDP, Fichas Técnicas e Modos Operatórios, 2002)

Estes equipamentos devem ser verificados de 24 em 24 meses por laboratório certificado segundo a norma IEC 60832-1. (ISO/IEC, Live working - Insulating sticks and attachable devices - Insulating sticks. IEC 60832-1, first edição, 2010)

5.2.4 Protetores

Os protetores são um equipamento constituído por um invólucro isolante com determinadas características dielétricas que permitem efetuar o isolamento dos condutores ou isoladores.

Os protetores utilizados nos trabalhos em tensão são os seguintes:

- Protetores de condutores;
- Protetores de isoladores rígidos;
- Protetores de cadeia de suspensão;
- Protetores de cadeia de amarração;
- Protetores de pinça de amarração.



Figura 11 – Protetores de Condutores.

Os colaboradores devem garantir o bom estado de conservação dos equipamentos, para isso, antes de utiliza-los devem limpar as superfícies externas e internas com um pano limpo e siliconizar. (EDP, Fichas Técnicas e Modos Operatórios, 2002)

Estes equipamentos devem ser verificados de 12 em 12 meses por laboratório certificado segundo o referencial normativo IEC 61229. (ISO/IEC, Rigid protective cover for live working on a.c. installations. IEC 61229, 1.2 edição, 2002)

Por outro lado, a cada seis meses estes equipamentos devem ser limpos com água e sabão ou detergente e proceder à remoção nódoas difíceis.

5.2.5 Mantas

As mantas isolantes são constituídas por plástico ou elastómero e são um equipamento utilizado nos trabalhos em tensão. Existem seis tipologias de mantas, diferenciadas pela sua espessura e pela sua cor, características que indicam aos utilizadores, a tensão máxima a que estas podem estar sujeitas.



Figura 12 – Manta Isolante.

Estas devem ser sempre verificadas antes de serem utilizadas. Competindo ao utilizador verificar visualmente o bom estado de conservação do equipamento e caso este apresente algum estado de degradação deve comunicar de imediato ou seu responsável de trabalhos. Se o equipamento apresentar algum estado d degradação não deve ser utilizado por nenhum colaborador. (EDP, Fichas Técnicas e Modos Operatórios, 2002)

As mantas isolantes, segundo o referencial normativo IEC 61112, devem ser verificadas de 12 em 12 meses por laboratório homologado. (ISO/IEC, Live working - Electrical insulating blankets. IEC 61112, 2 edição, 2009)

5.2.6 Curto-circuitador em cabo seco

O curto-circuitador em cabo seco, é usado para permitir a abertura de um circuito sem modificar o esquema da rede e sem perturbar a distribuição.

O executante antes de utilizar o equipamento, deve limpá-lo com um pano limpo e de seguida siliconizá-lo.

Este equipamento deve ser mantido em bom estado de conservação, para isso, os executantes devem armazená-lo num suporte fixo por borrachas (cabo equipado com proteção) ou enrolado nos contentores apropriados (cabo sem tubo de proteção). (EDP, Fichas Técnicas e Modos Operatórios, 2002)

Os curto-circuitadores em cabo seco, são verificados de 12 em 12 meses em laboratório certificado, segundo indicação da concessionária da rede!! (EDP)

5.3 Periodicidade de verificação

Através do quadro seguintes é possível verificar quais os equipamentos utilizados em trabalhos em tensão que devem ser verificados em laboratórios certificados.

Tabela 4- Periodicidade de Verificação Homologada

Equipamento	Responsabilidade	Periodicidade	Entidade	Referencial Normativo
Varas	Responsável de Trabalhos	24 em 24 meses	LABELEC	IEC 60832-1
Protetores		12 em 12 meses		IEC 61229
Mantas				IEC 61112
Curto-circuitador em cabo seco				<i>Segundo informação da LABELEC, a verificação não respeita</i>

				<i>nenhuma norma</i>
Escadas				IEC 61478
Luvas isolantes		6 em 6 meses		IEC 60903

Caso os equipamentos e ferramentas não passem nas verificações, devem ser retirados do lote de ferramentas e equipamentos a utilizar e receber imediatamente uma etiqueta “NÃO UTILIZAR”.

É aconselhável que a etiqueta não seja fixada à ferramenta por meios que facilite a queda, mas sim do tipo autocolante, com uma cor de fundo que sobressaia em relação à cor da ferramenta.

O responsável de trabalhos deve sensibilizar os seus colaboradores, que os equipamentos e ferramentas homologados devem ser arrumados e transportados corretamente imobilizados, evitando desta forma a sua deterioração.

6 PREPARAÇÃO E CONDUÇÃO DOS TRABALHOS

Neste capítulo destacou-se a importância da preparação e condução dos trabalhos, na segurança dos trabalhadores, de forma a serem evitados acidentes de trabalho. Para isso, é importante que todos os trabalhos sejam preparados e conduzidos em parceria com o responsável de exploração, consoante o nível de tensão e o método de trabalho.

Desta forma a única pessoa que pode tomar a decisão de realizar qualquer tipo de trabalhos em tensão é o Responsável de Exploração, que é aliás, a pessoa que tem a instalação sob a sua responsabilidade.

Como referido anteriormente, para efetuar trabalhos em tensão, os trabalhadores devem ser pessoas capazes e treinadas para esse fim e devem possuir o Título de Habilitação referente aos trabalhos em tensão.

A equipa de trabalho deve ser comandada por um Responsável de Trabalhos, para quem a responsabilidade pela instalação é transferida pelo Responsável de Exploração, por um documento escrito, denominado Autorização de Trabalho em Tensão.

Os trabalhos em instalações de domínio AT situadas no exterior ou interior de edifícios podem ser executados em tensão dentro dos limites das possibilidades técnicas, na condição de se respeitarem as prescrições seguintes:

- Aplicação de um dos três métodos de trabalho ou da sua combinação;
- Condições de Execução de Trabalho (CET) para o nível de tensão;
- Respeito das limitações relativas às condições atmosféricas;
- Regras definidas para a preparação, colocação em regime especial de exploração, condução dos trabalhos, interrupção eventual e fim dos trabalhos;
- Utilização, de acordo com as fichas técnicas (FT) e modos operatórios (MO), das ferramentas e equipamentos adaptados ao nível de tensão e homologados.

6.1 Autorização para intervenção em Tensão (AIT)

A AIT é um documento importante nos trabalhos TET, pois sem ela, o Responsável de Trabalhos não pode executar nenhum tipo de trabalhos em tensão. Esta autorização é passada pelo Responsável de Exploração, em que este nomeia o nome do Responsável de Trabalhos da equipa que vai executar a intervenção em tensão.

A AIT deve referir quais os condicionalismos envolventes ao trabalho em questão, para que de seguida, o Responsável de Trabalhos possa examinar previamente o local e determinar quais os equipamentos e ferramentas necessárias para a execução dos trabalhos e proceder à elaboração do plano de trabalhos.

O plano de trabalhos deve abordar os seguintes assuntos:

- A identificação da instalação;
- A natureza do trabalho a efetuar e os meios particulares que possam ser necessários;
- As possibilidades de acesso e de estacionamento;
- A necessidade de colocação da instalação em REE.

6.2 Colocação do Regime Especial de Exploração (REE)

Para instalações de tensão nominal superior a 1000 V, é exigido que, antes do início de qualquer operação, as proteções da instalação intervencionada sejam alterados, por forma a que a sua atuação, no caso de ocorrências de um defeito, seja instantânea e definitiva, eliminando desta forma as temporizações e os reengates automáticos. (EDP, Manual de Prevenção de Risco Elétrico, 2011)

A esta modificação intencional das proteções denomina-se por Regime Especial de Exploração (REE) e é materializada nos painéis de comando da instalação por meio de sinalização avisadora dessa circunstância, a fim que ninguém possa, inadvertidamente, alterar essa modificação.

A colocação da instalação em REE pode ser efetuada localmente ou por meio de telecomando, a partir do centro de Comando/Despacho.

De acordo com a operação a efetuar e com as instalações em causa, o Responsável de Exploração pode escolher entre os dois Regimes Especiais de Exploração A e B. (EDP, CET111 - MT -MG)

O **regime B** é concebido para o caso em que a operação consiste em ligar ou separar eletricamente duas saídas alimentadas pelo mesmo transformador Alta Tensão/ Média Tensão ou Média Tensão/ Média Tensão.

O **regime A** é concebido para as outras operações, com exceção das que conduzam ao estabelecimento ou à supressão da ligação entre transformadores Alta Tensão/ Média Tensão ou Média Tensão/ Média Tensão.

Após a atuação de uma proteção em que se encontra em REE, o Responsável de Exploração apenas pode ordenar a reposição da tensão à instalação após ter recebido, do Responsável de Trabalhos uma indicação, clara e direta, de que o pode fazer e que essas manobras não constituem perigo para ele e para a restante equipa de trabalhos.

6.3 Informação aos executantes

O responsável de trabalho, após ter elaborado o plano de trabalho, deve efetuar uma reunião com a sua equipa antes do início dos trabalhos, na qual deve informar os executantes sobre:

- A ordem de sucessão das fases das operações;
- Os detalhes de execução;
- Os equipamentos e ferramentas a utilizar;
- A localização do encerado e das estantes destinadas a receber equipamentos e as ferramentas;
- A posição das escadas ou posição do veículo elevador com barquinha;
- A localização das cordas de serviço e das cordas de manobra, em função da posição das escadas ou do elevador;
- A localização da viatura que transporta os equipamentos e as ferramentas;
- A posição das vedações de delimitação da zona de trabalhos que entenda necessária para impedir o acesso de pessoas estranhas;
- As precauções a tomar face aos riscos elétricos;
- Interditar a permanência de qualquer pessoa estranha à equipa de baixo dos condutores;
- Limitar ao estritamente necessário o estacionamento de qualquer elemento da equipa por baixo dos condutores;
- Assegurar-se que cada elemento da equipa compreendeu bem a sua tarefa e a forma como esta se integra na operação de conjunto.

O Responsável de Trabalhos não deve permitir que os elementos da sua equipa tenham durante o trabalho, as suas capacidades físicas reduzidas por qualquer motivo nem que sejam utilizados equipamentos e ferramentas cujo estado de conservação ofereça dúvidas ou que não sejam apropriados para a operação que vai realizar. (EDP, CET124 - MT- MG, 2002)

A zona de trabalhos deve ser preparada antes do início da execução dos trabalhos, competindo desta forma, ao Responsável de Trabalhos providenciar os seguintes procedimentos:

- Que a corda de serviço seja triangulada, quando estiver fixada a um apoio;
- Que a roldana superior da corda de serviço seja pendurada na proximidade imediata da posição de trabalhos do executante encarregado da receção dos equipamentos e das ferramentas;
- Que quando forem usadas escadas de elementos de encaixar, um ou mais desses elementos seja em fibra de vidro;
- Que, quando for usado um veículo elevador com barquinha, este esteja corretamente posicionado e estabilizado.

6.4 Direção e vigilância da zona de trabalhos

O Responsável de Trabalhos deve assegurar a direção efetiva e a vigilância global da zona de trabalhos e tomar as medidas de segurança necessárias ao trabalho em curso.

Essa vigilância deve ser permanente, de forma a que o Responsável de Trabalho consiga vigiar os movimentos e a forma como cada um dos intervenientes executa a tarefas que lhe foram destinadas, por forma a que sejam respeitadas as condicionantes próprias de cada método de trabalho, nomeadamente as distâncias em relação as peças ou outro elementos condutores com potenciais diferentes do seu.

O Responsável de Trabalhos não deve realizar, ele próprio, qualquer tipo de trabalhos para além da de coordenação da equipa, pelo qual está responsável. (EDP, CET200 - MT - MG, 2002)

O Responsável de Trabalhos deve ainda avaliar os aspetos construtivos da rede, pois o estado físico dos componentes que integram a linha por si só, podem constituir perigo para os trabalhadores presentes no local de trabalho.

6.5 Condições atmosféricas

O Responsável de Trabalhos, deve efetuar uma avaliação das condições atmosféricas antes de proceder ao início da execução dos trabalhos.

As condições atmosféricas, que o responsável de trabalhos deve ter em consideração, são as seguintes:

- Precipitação atmosféricas pouco importantes;
- Precipitação atmosférica importantes;
- Nevoeiro espesso;
- Vento violento;
- Trovoada.

Quando as condições atmosféricas obriguem à interrupção do trabalho, os executantes devem abandonar a sua posição de trabalhos. Contudo, se um condutor estiver colocado no mastro-de-carga de uma barquinha, os executantes só devem abandonar a sua posição de trabalho após terem colocado esse condutor sobre o isolador ou sobre um dispositivo isolante provisório, não ligado à barquinha. (EDP, CET123 - MT - MG, 2002)

O responsável de Trabalhos deve informar de imediato o Responsável de Exploração que os trabalhos foram interrompidos devido a condições atmosféricas.

Logo que as condições atmosféricas se tornem favoráveis e antes de retomar o trabalho, o Responsável de Trabalhos deve:

- Informar o Responsável de Exploração do recomeço dos trabalhos;
- Se os equipamentos ou as ferramentas isolantes tiverem sido poluídos, limpar, os com auxílio de um pano colocado na extremidade das varas, os equipamentos ou as ferramentas que ficaram em contato com as peças em tensão;
- Verificar a situação, examinando todos os circuitos elétricos e as proteções que lhes estejam associadas, tendo em conta que estas proteções podem estar molhadas.

Na tabela seguinte é possível verificar as limitações aos trabalhos em tensão para redes elétricas de baixa tensão, devido às condições atmosféricas mencionadas. (EDP, Manual de Prevenção de Risco Elétrico, 2011)

Tabela 5 – Verificação das Limitações de trabalhos devido às condições atmosféricas – Baixa Tensão

Em caso de	Linhas aéreas em condutores nus no exterior	Linhas aéreas em condutores isolados no exterior	Canalizações elétricas subterrâneas ou instalações no interior de edifícios
Precipitação atmosféricas pouco importantes	O trabalho pode ser começado e acabado.	O trabalho pode ser começado e acabado.	O trabalho pode ser começado e acabado se o estaleiro: - Está abrigado da precipitação; - Não há perigo de inundação; - Tem condições de visibilidade.
Precipitação atmosférica importantes	O trabalho não deve ser começado mas a operação em curso pode ser acabada.	O trabalho não deve ser começado mas a operação em curso pode ser acabada.	O trabalho pode ser começado e acabado se o estaleiro: - Está abrigado da precipitação; - Não há perigo de inundação; - Tem condições de visibilidade.
Nevoeiro espesso	O trabalho não deve ser começado mas a operação em curso pode ser acabada.	O trabalho não deve ser começado mas a operação em curso pode ser acabada.	O trabalho pode ser começado e acabado se o estaleiro tem condições de visibilidade.
Vento violento	Segundo as prescrições eventuais das CET.	Segundo as prescrições eventuais das CET.	Segundo as prescrições eventuais das CET.
Trovoada	O trabalho não deve ser	O trabalho não deve ser começado nem acabado, a menos que as linhas aéreas ou canalizações em que se vão realizar os	

	começado nem acabado.	trabalhos não estejam ligados senão a rede BT inteiramente em cabos isolados ou situadas no interior de edifícios, e se forem alimentadas exclusivamente por redes AT interiormente realizadas em cabos isolados ou situadas no interior de edifícios.
--	-----------------------	--

Na tabela seguinte é possível verificar as limitações aos trabalhos em tensão para redes elétricas de Alta Tensão, devido às condições atmosféricas mencionadas. (EDP, Manual de Prevenção de Risco Elétrico, 2011)

Tabela 6 – Verificação das limitações dos trabalhos devido às condições atmosféricas – Alta Tensão

Em caso de	Tensão nominal (em kV)	Trabalho ao contato	Trabalho à distância	Trabalho ao potencial
Precipitação atmosféricas pouco importantes	$U_n \leq 30$	O trabalho não deve ser começado mas a operação em curso pode ser acabada.	O trabalho pode ser começado e acabado.	O trabalho pode ser começado e acabado.
	$U_n > 30$	Método interdito.		
Precipitação atmosférica importantes	$U_n \leq 30$	O trabalho não deve ser começado, nem acabado.	O trabalho não deve ser começado mas a operação em curso pode ser acabada.	O trabalho não deve ser começado mas a operação em curso pode ser acabada.
	$U_n > 30$	Método interdito.	O trabalho não deve ser começado, nem acabado.	O trabalho não deve ser começado, nem acabado.
Nevoeiro espesso	$U_n \leq 30$	O trabalho não deve ser começado mas a operação em curso pode ser acabada.	O trabalho não deve ser começado mas a operação em curso pode ser acabada.	O trabalho não deve ser começado mas a operação em curso pode ser acabada.
	$U_n > 30$	Método interdito.	O trabalho não deve ser começado, nem acabado.	O trabalho não deve ser começado, nem acabado.
Vento violento	$U_n \leq 30$	O trabalho não deve ser começado, nem acabado.	O trabalho não deve ser começado, nem acabado.	O trabalho não deve ser começado, nem acabado.

	$U_n > 30$	Método interdito.		
Trovoada	$U_n \leq 30$	O trabalho não deve ser começado, nem acabado.	O trabalho não deve ser começado, nem acabado.	O trabalho não deve ser começado, nem acabado.
	$U_n > 30$	Método interdito.		

6.6 Visibilidade da zona de trabalhos

Para que os trabalhos possam ser executados em condições de segurança, e sejam quais forem as condições atmosféricas o Responsável de Trabalhos deve garantir que a visibilidade é suficiente na zona de trabalhos para que:

- Os executantes possam usar as ferramentas com a precisão desejável;
- O Responsável de Trabalhos possa vigiar o desenrolar das operações;
- O Responsável de Trabalhos possa controlar as consequências do trabalho dos executantes na instalação em causa.

Caso contrário, o responsável de Trabalhos deve interromper os trabalhos e informar de imediato o Responsável de Exploração que os trabalhos foram interrompidos devido à falta de visibilidade. (EDP, CET123 - MT - MG, 2002)

Logo que as condições visibilidade se tornem favoráveis e antes de retomar o trabalho, o Responsável de Trabalhos deve:

- Informar o Responsável de Exploração do recomeço dos trabalhos;
- Se os equipamentos ou as ferramentas isolantes tiverem sido poluídos, limpar, os com auxílio de um pano colocado na extremidade das varas, os equipamentos ou as ferramentas que ficaram em contato com as peças em tensão;
- Verificar a situação, examinando todos os circuitos elétricos e as proteções que lhes estejam associadas, tendo em conta que estas proteções podem estar molhadas.

6.7 Fim de trabalhos

Depois de terminados os trabalhos os executantes devem proceder a desmontagem de equipamentos e ferramentas utilizados, para que o local intervencionado fique limpo e arrumado. Seguidamente o Responsável de Trabalhos deve reunir toda a sua equipa e verificar se o trabalho foi bem executado. Se o trabalho foi bem executado, o Responsável de Trabalhos, deve dar os trabalhos como concluídos, restituindo, então a exploração ao Responsável de Exploração. (EDP, CET123 - MT - MG, 2002)

7 CASO PRÁTICO

Neste capítulo realizou-se um ensaio laboratorial de alguns dos equipamentos de proteção abordados no capítulo 5, para verificar a importância do cumprimento da periodicidade de verificação dos equipamentos na segurança e saúde dos trabalhadores.

Os ensaios efetuados cumprem os referenciais normativos descritos na tabela 3, na qual efetuou-se ensaios dielétricos aos equipamentos, simulando desta forma, situações reais tendo em conta os seguintes parâmetros:

- Temperatura de referência;
- Pressão atmosférica absoluta;
- Humidade absoluta.

Estes parâmetros são parâmetros estipulados pela norma IEC 60060-1, que define os critérios relativos aos procedimentos a ter em conta em ensaios de alta tensão. Estes parâmetros são importantes uma vez que caso os parâmetros padrão não se encontrem dentro do LAT, é necessário aplicar fatores de correção às tensões a aplicar nos diferentes ensaios. Esta correção permite que os ensaios possam ser validados num outro laboratório em qualquer parte do mundo. (ISO/IEC, High voltage test techniques Part 1: General Definitions and Test Requirements. IEC 60060-1, third edição, 2010)

O estudo realizou-se no Laboratório de Alta Tensão (LAT) da FEUP, do qual aproveitou-se os dados fornecidos por este, relativamente aos ensaios de verificação dos seguintes equipamento de proteção:

- Ensaio dielétrico de varas isolantes;
- Ensaio de mantas isolantes;
- Ensaio dielétrico de protetores rígidos;
- Ensaio dielétrico de luvas isolantes;
- Ensaio dielétrico de escadas isolantes.



Figura 13 – Transformador utilizado para os ensaios dielétricos.

7.1 Ensaio dielétrico de varas isolantes

Antes de efetuar a montagem do esquema, seguiram-se todos os procedimentos normativos descritos na IEC 60832-1. (ISO/IEC, Live working - Insulating sticks and attachable devices - Insulating sticks. IEC 60832-1, first edição, 2010)

Desta forma os ensaios dielétricos a varas e tirantes no LAT-FEUP, recorreram a uma vara com grampo.

A disposição dos isoladores na estrutura criada é um fator importantíssimo, pelo que a sua disposição foi efetuada alternadamente por forma a obter-se um espaçamento de 30 cm entre um eletrodo de tensão e um eletrodo de terra. É importante referir que neste esquema de ensaio existem 3 eletrodos de tensão e três eletrodos de terra.

A segunda etapa passou pela aplicação dos eletrodos á vara que se pretende ensaiar. Os eletrodos foram compostos por folhas de cobre com 1cm de largura e uma espessura de 1.5mm e abraçam a vara. Os eletrodos de terra que envolvem a vara encontram-se conectados á malha de terra.

Depois de ter compostos os elétrodos com folhas de cobre de 1 cm de largura e de conectar à terra os elétrodos que envolvem a vara, realizaram-se as ligações finais do equipamento, nomeadamente a alimentação do circuito, como se pode verificar através da seguinte figura.

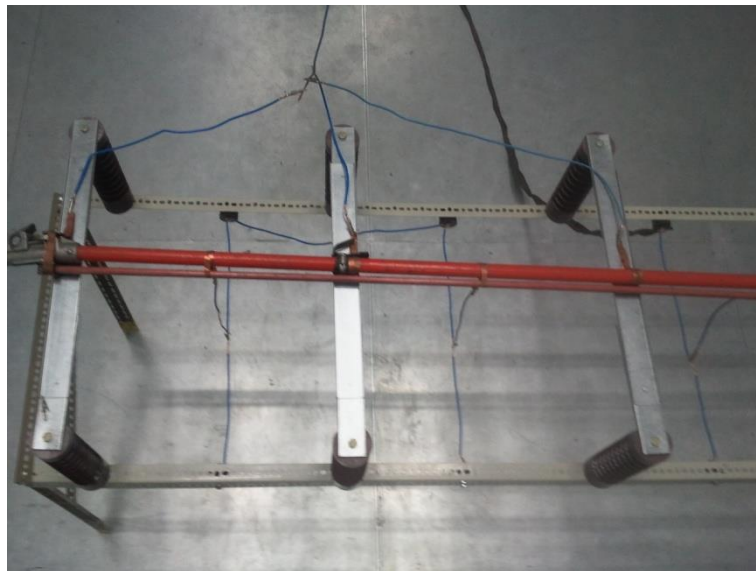


Figura 14 – Esquema de Ensaio das varas isolantes.

Antes de injectar tensão no circuito de alimentação, foi verificada a temperatura da vara, para no final da injeção de tensão verificar se a mesma foi alterada.

Através da visualização da imagem termográfica, verifica-se que a vara se encontra a uma temperatura de aproximadamente 22.2 °C.

Posteriormente seria necessária aplicar ao circuito uma tensão de 100kV, no entanto devido às condições atmosféricas do momento da realização do ensaio apresentava os seguintes parâmetros:

- Temperatura de referência: $t_0 = 18^\circ\text{C}$
- Pressão atmosférica absoluta: $p_0 = 1007 \text{ mbar}$
- Humidade absoluta: $h_0 = 8.65 \text{ g/m}^3$

Pelo que foi necessário aplicar os fatores de correção, aplicando, desta forma, uma tensão de 103 kV durante 60s.

No final verificou-se novamente a temperatura da vara, e constatou-se que a mesma se manteve inalterada.

7.2 Ensaios dielétricos em protetores isolados

Antes de efetuar a montagem do esquema, seguiram-se todos os procedimentos normativos descritos na IEC 61229. (ISO/IEC, Rigid protective cover for live working on a.c. installations. IEC 61229, 1.2 edição, 2002)

Deste modo, de forma a recriar um ambiente real de utilização deste equipamento, criou-se uma linha no LAT.

Para recriar a linha utilizou-se um cabo nu de alumínio com secção de 22mm com duas cadeias de amarração, constituída cada uma delas por dois isoladores, em cada uma das extremidades. Foi tomada esta opção uma vez que recria o ambiente mais comum nas linhas elétricas existentes em Portugal.

A colocação dos protetores de forma trancada nos cabos condutores foi a etapa seguinte a ser seguida. De forma a cumprir as indicações normativas, deixou-se 15 cm de condutor após o término do protetor.

Como se pode verificar através da seguinte figura, a próxima etapa, passou por ligar os anéis de pressão existente em cada um dos protetores à terra. Esta ligação é possível, uma vez que este anel de pressão é constituído por uma liga metálica, ou seja, por um material condutor que se encontra na superfície que é isolada.



Figura 15 – Esquema de ensaio dos protetores.

Depois de definir a forma de alimentação do esquema do ensaio, que é realizada através de uma ligação entre a saída do transformador e o condutor, foi possível fazer os preparativos para aplicar 40 kV no esquema. Contudo, de forma a fazer acertos devido aos seguintes parâmetros:

- Temperatura de referência: $t_0 = 18^\circ\text{C}$
- Pressão atmosférica absoluta: $p_0 = 1007 \text{ mbar}$
- Humidade absoluta: $h_0 = 8.65 \text{ g/m}^3$

Foi necessário, aplicar durante 60s, 41,5 kV, sendo este valor de tensão corrigido, no esquema descrito anteriormente.

7.3 Ensaio dielétrico de mantas isolantes

Como verificado anteriormente, antes de efetuar a montagem do esquema, seguiram-se todos os procedimentos normativos descritos na IEC 61112. (ISO/IEC, Live working - Electrical insulating blankets. IEC 61112, 2 edição, 2009)

Desta forma, optou-se por criar dois elétrodos com 800 milímetros de lado, sendo que numa das extremidades existe uma secção extra onde é possível realizar as conexões, isto é, a alimentação vinda do transformador e a manga de terra. Para a elaboração destes elétrodos foram utilizadas duas chapas de alumínio com uma espessura de dois milímetros.

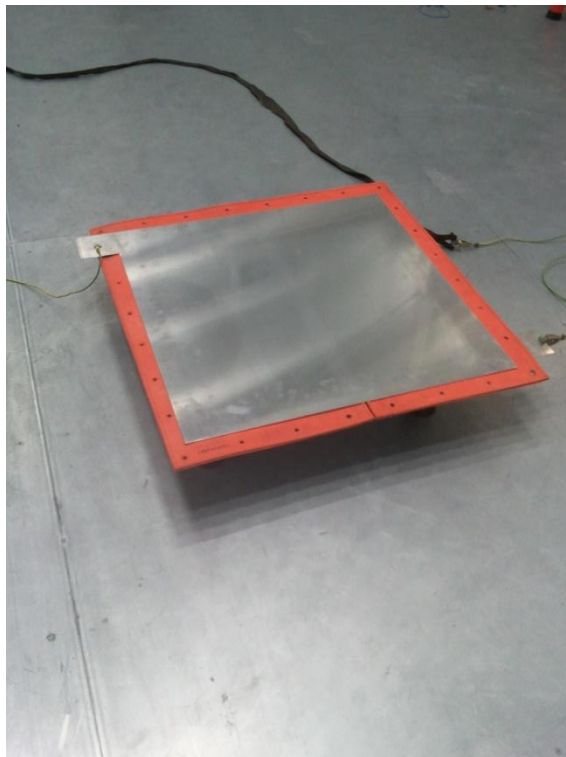


Figura 16 – Esquema de Ensaio da Manta Isolante.

Por razões de segurança, optou-se por colocar a estrutura de ensaio em cima de 5 isoladores de forma a realizar um isolamento em relação às restantes estruturas existentes no LAT.

Seguidamente, ia-se aplicar uma tensão de 40 kV, mas devido às condições atmosféricas do LAT que apresentava os seguintes parâmetros:

- Temperatura de referência: $t_0 = 18^\circ\text{C}$
- Pressão atmosférica absoluta: $p_0 = 1007 \text{ mbar}$
- Humidade absoluta: $h_0 = 8.65 \text{ g/m}^3$

Aplicou-se então durante 60s uma tensão de 41,5 kV, corrigida.

7.4 Ensaio dielétrico luvas isolantes

Na realização deste ensaio, foram seguidos todos os parâmetros normativos descritos na IEC 60903. (ISO/IEC, Live working - Gloves of insulating material. IEC 60903, second edição, 2002)

As luvas isolantes utilizadas no ensaio foram as luvas do tipo classe 2 com 360 mm de comprimento.

A primeira etapa consistiu na criação da estrutura isolante que irá realizar o suporte das luvas, bem como a ligação entre o eletrodo de ensaio e a alimentação do transformador.

Foram assim utilizados 5 isoladores, todos compostos por araldite. O isolador com características mais específicas trata-se do isolador onde é efetuada a ligação entre o eletrodo que será inserido no interior da luva e a alimentação da tensão de saída do transformador. Este isolador foi selecionado por forma a permitir o isolamento de tensões que poderão variar entre os 2,5kV e os 40kV, consoante a classe de luva que se pretenda ensaiar.

De forma a garantir uma estrutura isolada, foi utilizada uma cuba de acrílico, existindo apenas um ponto no centro da sua base onde é inserida a terra do esquema de ensaio. Este ponto é também utilizado para realizar a medição da corrente de fuga, uma vez que o transformador permite efetuar essa medição.

De seguida procedeu-se ao enchimento da cuba com água, bem como o interior da luva para que o nível externo e interno sejam iguais. Posteriormente inseriu-se o eletrodo no interior da luva, como se pode verificar através da seguinte figura.



Figura 17 – Esquema de ensaio das luvas isolantes.

Em condições normais, para esta classe de luvas isolantes deve ser inserida uma tensão de 20 kV, no entanto devido às condições atmosféricas do LAT que apresentava os seguintes parâmetros:

- Temperatura de referência: $t_0 = 19^\circ\text{C}$
- Pressão atmosférica absoluta: $p_0 = 1007 \text{ mbar}$
- Humidade absoluta: $h_0 = 11.52 \text{ g}^3$

Foi aplicada durante 60s, uma tensão de 19 kV, corrigida.

7.5 Ensaio dielétricos a escadas isoladas

Para a realização deste ensaio, foram seguidos todos os parâmetros normativos descritos na IEC 61478. (ISO/IEC, Live working - Ladders of insulating material. IEC 61478, first edição, 2001)

Deste modo, foi utilizada uma escada isolante com gancho, como objeto de ensaio.

É importante salientar que, para realizar o ensaio de uma escada isolante, é necessário o ensaio individual de cada patamar.

Após criar dois elétrodos, constituídos por tiras de cobre, com uma largura de 5 cm, sendo esta medida indicada pela norma descrita anteriormente, para este tipo de equipamento, aplicam-se os elétrodos ao equipamento em teste, em patamares consecutivos.

Posteriormente procedeu-se à ligação do cabo de alimentação de tensão ao respetivo eléctrodo e a manga de terra (aplicada ao barramento do transformador) ao seu respetivo eléctrodo, como se pode verificar através da seguinte figura.



Figura 18 – Esquema de ensaio das escadas isolantes.

A etapa seguinte, consistiu em medir a temperatura das escadas, onde foi utilizada uma câmara termográfica. Desta análise podemos verificar o patamar em estudo apresenta uma temperatura de 23,7 °C.

Em situações normais, para este tipo de ensaios devia-se aplicar uma tensão no equipamento de 35kV, mas de forma a acertar o valor de tensão devido às condições atmosféricas, que no momento da realização deste ensaio apresentava os seguintes parâmetros:

- Temperatura de referência: $t_0 = 19^\circ\text{C}$
- Pressão atmosférica absoluta: $p_0 = 1007 \text{ mbar}$
- Humidade absoluta: $h_0 = 11.52 \text{ g/m}^3$

Tendo sido aplicada durante 60s, uma tensão de 34 kV, corrigida.

Posteriormente, realizou-se uma nova medição da temperatura do patamar em ensaio, bem como a inspeção visual, por forma a analisar perfurações que tenham ocorrido durante o teste.

7.6 Análise de Resultados

Experiência 1

Da análise dos resultados obtidos, verificou-se que a vara isolante submetida ao ensaio dielétrico se encontrou conforme, uma vez que, não se verificou aumento da temperatura nem contornamento durante o ensaio, nem sinais de perfuração após o ensaio.

Experiência 2

A inspeção visual realizada após o ensaio detetou sinais de perfurações causadas pelo ensaio. Desta forma, considerou-se que o equipamento se encontrava não conforme, uma vez que não ultrapassou o ensaio dielétrico, como se pode verificar através da figura seguinte.



Figura 19 – Aspecto final do protetor após o ensaio de verificação.

Nestas situações, como o equipamento encontra-se danificado, deve receber de imediato uma etiqueta “NÃO UTILIZAR” e devem ser retirados do lote de ferramentas e equipamentos a utilizar. O mesmo deve ser eliminado como resíduo por operador licenciado.

Experiência 3

No final do ensaio as mantas isolantes, foi realizada uma inspeção visual e não foram verificados sinais de perfurações no material isolante, o que valida o equipamento no que diz respeito ao seu ensaio dielétrico.

Experiência 4

O valor da corrente de fuga observada foi de 0mA, pelo que se pôde concluir que as luvas isolantes se encontram em bom estado e podiam ser usadas novamente em trabalho em tensão. O valor máximo permitido para uma luva da classe de isolamento 2 e com este cumprimento seria 16mA.

Experiência 5

Da análise da imagem, pudemos verificar que, para o mesmo ponto, ocorreu um ligeiro aumento da temperatura, mais concretamente 0,8°C. Apesar da ocorrência desta variação de temperatura, esta encontrava-se longe do limite máximo de 2°C, imposto como critério de aprovação do equipamento.

Relativamente à inspeção visual, não foi verificado o aparecimento de perfurações no material isolante decorrente do ensaio.

Deste modo, dos diferentes ensaios aos diferentes patamares da escada, pudemos afirmar que este equipamento TET encontrava-se conforme.

Após a síntese dos referenciais normativos e análise dos resultados obtidos, compilou-se, de forma resumida, os resultados obtidos na seguinte tabela. A mesma foi afixada no local de armazenamento de equipamentos e ferramentas da Eurico Ferreira S.A.

Tabela 7 – Compilação de resultados.

Tipo de equipamento isolante	Referencial Normativo	Número de série	Conforme	Não Conforme
Varas isolantes	IEC 60832-1	1487500		
Protetores isolantes	IEC 61229	1487501		
Mantas isolantes	IEC 61112	1487502		
Luvras isolantes	IEC 60903	1487503		
Escadas isolantes	IEC 61478	1487504		

O controlo destes equipamentos é realizado no Departamento de Qualidade da empresa, na qual é atribuído a todos os equipamentos um número de série, número este que é atualizado periodicamente num documento Excel que mostra os resultados dos sucessivos ensaios periódicos, selecionando os equipamentos conformes dos não conformes.

8 CONCLUSÃO

Os objectivos definidos para a dissertação foram atingidos. Nestes, estava previsto, numa fase inicial, a aquisição de conhecimentos teóricos sobre trabalhos em tensão, realçando posteriormente a importância das condições de segurança no decurso dos trabalhos em tensão.

O processo de realização de trabalhos em tensão, é, aparentemente, um processo simples. Contudo, este, é um processo complexo e de elevada exigência organizacional, exigindo a interação de todos os intervenientes no processo, desde o seu início, à sua conclusão. São nos dias de hoje trabalhos indispensáveis à manutenção, conservação e modificação das redes de energia eléctrica, dado garantirem a continuidade de serviço e consequente aumento da qualidade de serviço. O facto de em geral os trabalhos TET serem de curta duração, e em locais geográficos distintos, leva à necessidade de uma coordenação exigente e eficaz do Responsável de Trabalhos com o Responsável de Exploração.

Sendo desta forma, a comunicação nos trabalhos em tensão uns dos fatores de segurança mais importantes que devem ser acautelados antes e no decurso dos trabalhos. Sendo o Responsável de Trabalhos, o interlocutor máximo da equipa de trabalhos com o responsável de exploração, bem como, o responsável pela definição do método de trabalho a utilizar e quais os equipamentos que melhor se adequam ao trabalho em questão.

A habilitação dos trabalhadores para trabalhos TET, deve ser sempre acautelada pela entidade empregadora, pois segundo a Lei n.º102/2009, todos os trabalhadores devem receber uma formação adequada no domínio de segurança e saúde no trabalho. Neste caso, os trabalhadores para ficarem habilitados com o título TET, devem possuir um aproveitamento positivo, num conjunto de qualidade, físicas, psíquicas, teóricas e técnicas, caso contrário devem ser dados como inválidos para trabalhos TET. Inicialmente esta conclusão, pode parecer um pouco discriminatória, mas um pequeno desequilíbrio de um trabalhador pode provocar um grave acidente, causando danos irreversíveis para si próprio e aos demais colegas de equipa.

A verificação periódica dos equipamentos e ferramentas é uma tarefa determinante na segurança e saúde dos trabalhadores, desta forma, devem ser seguidas as periodicidades definidas nos referenciais normativos, bem como uma inspeção visual diariamente antes e após qualquer intervenção TET.

No nosso caso prático, foi possível demonstrar a importância da realização dos ensaios dielétricos na prevenção de acidentes de trabalho. Pois caso os equipamentos e ferramentas

estudados, não fossem verificados laboratorialmente, não era possível constatar visualmente, que o protetor encontrava-se NÃO CONFORME.

O contacto com os colegas do laboratório, engenheiros, chefes de equipa, executantes, como a visualização da execução de trabalhos no terreno, o manuseamento dos equipamentos, ferramentas e documentação TET entre outros, possibilitou-me uma aprendizagem mais aprofundada dos trabalhos TET.

9 BIBLIOGRAFIA

Ascensão Gaspar, J. A. (2012). *Os trabalhos em tensão nas empresas Portuguesas de Transporte e Distribuição de Eletricidade*. EDP.

EDP. *CET 020 - MT - MG*.

EDP. *CET111 - MT -MG*.

EDP. (2002). *CET123 - MT - MG*.

EDP. (2002). *CET124 - MT- MG*.

EDP. (2002). *CET200 - MT -MG*.

EDP. (2002). Fichas Técnicas e Modos Operatórios. *Equipamentos e Ferramentas* .

EDP. (2011). *Habilitação para Trabalhos em Instalações Elétricas*.

EDP. (2011). *Manual de Prevenção de Risco Elétrico*.

ISO/IEC. (2010). High voltage test techniques Part 1: General Definitions and Test Requirements. IEC 60060-1, third edição.

ISO/IEC. (2009). Live working - Electrical insulating blankets. IEC 61112, 2 edição.

ISO/IEC. (2002). Live working - Gloves of insulating material. IEC 60903, second edição.

ISO/IEC. (2010). Live working - Insulating sticks and attachable devices - Insulating sticks. IEC 60832-1, first edição.

ISO/IEC. (2001). Live working - Ladders of insulating material. IEC 61478, first edição.

ISO/IEC. (2002). Rigid protective cover for live working on a.c. installations. IEC 61229, 1.2 edição.

Lei102/2009. (s.d.).