



ANÁLISE AO DESEMPENHO DOS SECCIONADORES INSTALADOS NA REDE AÉREA MT. TAXA DE AVARIAS/ CAUSA RAIZ. FERRAMENTA A UTILIZAR PARA A INSTALAÇÃO/ SUBSTITUI

GUILHERME DA COSTA PARENTE VISEU CARVALHO

julho de 2018

ANÁLISE AO DESEMPENHO DOS SECCIONADORES INSTALADOS NA REDE AÉREA MT. FERRAMENTA DE ESCOLHA ENTRE SECCIONADORES TRIPOLARES VERSOS UNIPOLARES

Guilherme da Costa Parente Viseu Carvalho



Departamento de Engenharia Eletrotécnica
Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

2018

Relatório elaborado para satisfação parcial dos requisitos da unidade curricular de DSEE -
Dissertação do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

Candidato: Guilherme da Costa Parente Viseu Carvalho, Nº 120396, 1120396@isep.ipp.pt

Orientação científica: Teresa Alexandra Ferreira Mourão Pinto Nogueira, tan@isep.ipp.pt

A presente dissertação foi desenvolvida no âmbito de um estágio curricular na EDP
Distribuição, com a supervisão do Engenheiro Manuel José Pais Silva,
manueljose.paissilva@edp.pt



Departamento de Engenharia Eletrotécnica
Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

2018

Agradecimentos

Em primeiro lugar, e, como não podia deixar de ser, quero agradecer à minha família, pelo apoio, força e confiança que sempre me deram. Em especial aos meus pais e à minha irmã, que ao longo da minha vida me educaram, guiaram e acompanharam, me inspiraram a ser quem sou e a lutar por quem quero ser. Sempre foram o meu porto seguro e sem qualquer dúvida que o serão no futuro, obrigado.

Gostaria também de agradecer à EDP na pessoa do Eng. Pedro Vidal subdiretor da manutenção planeamento e controlo, por ter possibilitado esta oportunidade de estágio na EDP Distribuição, e um especial agradecimento Eng. Manuel Pais da Silva gestor de área, por toda a disponibilidade sempre apresentada e orientação ao longo deste estágio.

Queria igualmente agradecer à Eng. Teresa Nogueira, pela disponibilidade também demonstrada, orientação fornecida e apoio prestado não só no decorrer da elaboração da dissertação, mas também no decorrer deste ciclo que foi o mestrado.

Pela facilidade com que me integraram e se disponibilizaram para ajudar, ensinar e demonstrar, deixo também um agradecimento às unidades DSR -AMN- TAO e DSR -AMN - UPR da EDP Distribuição. Ainda na EDP Distribuição não posso deixar de referir o Eng. Ricardo Coelho, a Lurdes Santos e o Sérgio Barbosa, que tiveram a gentileza de me integrar e acompanhar durante o estágio.

Last but not least, quero também agradecer aos meus amigos, aos de longa data que contribuíram para que chegasse aqui e aos que fiz no decorrer destes anos, que me acompanharam nas noites de estudo e não estudo, pelo companheirismo e pela amizade.

Resumo

Devido à natureza da rede de distribuição existente em Portugal, os seccionadores são um elemento vital para a gestão da mesma. Estes continuam a ser a alternativa mais rápida para efetuar o corte visível nas linhas, permitindo às equipas no terreno trabalhar em segurança. Em muitos casos, onde não existem outros elementos de corte são essenciais para a deteção de avarias nas linhas. Posto isto, é do total interesse da EDP Distribuição conhecer as taxas de avarias nestes órgãos/principais causas raiz e agilizar o processo de escolha do tipo de seccionador a instalar em locais específicos da rede MT, tripolares versus unipolares. Para responder a estes dois interesses a presente dissertação foi dividida em duas componentes core; a primeira reporta a um estudo referente às taxas de avarias anuais e às causas raiz da falha dos seccionadores instalados nas linhas aéreas de MT (Média Tensão) na AMN (Área de Manutenção Norte) durante os anos de 2013 e 2017 e a segunda reporta à criação de uma aplicação para computador para agilizar o processo de escolha do tipo de seccionador a instalar ou substituir, tendo em atenção a especificidade do local da rede. Esta aplicação vai selecionar o seccionador, tendo em atenção as diretivas internas definidas pela EDP Distribuição.

Palavras-Chave

Seccionadores unipolares e tripolares, rede de distribuição aérea MT, taxas de avarias em seccionadores, Área de Manutenção Norte, aplicação em C# para escolha do tipo seccionador.

Abstract

Due to the nature of the existing distribution network in Portugal, the air switches are an essential element for the grid management. These remain the fastest way to achieve overhead lines visible isolation, allowing the teams on the ground to work safely. In many cases, where there are no other equipment's that can achieve overhead lines isolation, these remain essential for the detection of malfunctions. So, it is in the interest of EDP Distribuição to know the fault rates in these organs/the root causes of the faults, and also, to speed up the process of finding the most suitable type of air switch that we be installed at specific locations of the MT (medium voltage) grid, tripolar versus unipolar. To achieve these two purposes this dissertation was divided into two core components; The first is a study concerning the annual fault rates and the root causes of the fault, during the years 2013 and 2017 that have occurred in air switch s installed in the overhead lines of MT in the AMN (North Maintenance Area). The second is the creation of a computer application that will fasten the choosing process of the air switch type to be installed or replaced according with the location and function in the grid. Considering the internal legislation defined by EDP Distribuição, the application will select the most suitable air switch to be used.

Keywords

Unipolar and tripolar air switch, overhead MT distribution grid, air switch fault rate, North Maintenance area, C# application to choose the type of air switch.

Índice

AGRADECIMENTOS.....	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABELAS	XIII
TABELA 1: RESULTADOS ANUAIS DE 2013 A 2017 18.....	XIII
ACRÓNIMOS.....	XV
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1.CONTEXTUALIZAÇÃO.....	1
1.2.OBJETIVOS	2
1.3.ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO	2
1.4.SUMÁRIO	3
2. SECCIONADORES DA REDE AÉREA MT NA AMN	5
2.1.CARATERIZAÇÃO DOS SECCIONADORES	5
2.2.SECCIONADORES TRIPOLARES EXTERIORES.....	8
2.3.SECCIONADOR UNIPOLAR EXTERIOR.....	10
2.4.VANTAGENS/DESVANTAGENS – SECCIONADORES UNIPOLARES VERSUS TRIPOLARES.....	12
2.5.SUMÁRIO	13
3. ANÁLISE AO DESEMPENHO DOS SECCIONADORES INSTALADOS NA REDE AÉREA MT DA AMN. TAXA DE AVARIAS / CAUSA RAIZ.....	15
3.1.TAXA DE AVARIA EM SECCIONADORES POR NÚMERO DE SECCIONADORES INSTALADOS NA REDE	15
3.2.TAXA DE AVARIAS EM SECCIONADORES POR NÚMERO TOTAL DE INCIDENTES NA REDE.....	16
3.3.TAXA DE SUBSTITUIÇÃO	16
3.4.INCIDENTES NA ÁREA DE MANUTENÇÃO NORTE	17
3.5.RESULTADOS ANUAIS DE 2013 A 2017.....	17
3.5.1. Aplicação das taxas de avarias.....	17
3.5.2. Análise à taxa de Substituição de seccionadores.....	22
3.5.3. Análise das causa raiz aos incidentes com seccionadores avariados na amn - ano 2013	23
3.5.4. Análise das causa raiz aos incidentes com seccionadores avariados na amn - ano 2014	25

3.5.5. <i>Análise das causa raiz aos incidentes com seccionadores avariados na amn - ano 2015</i>	29
3.5.6. <i>Análise das causa raiz aos incidentes com seccionadores avariados na amn - ano 2016</i>	31
3.5.7. <i>Análise das causa raiz aos incidentes com seccionadores avariados na amn - ano 2017</i>	33
3.6. ANÁLISE GLOBAL (2013 – 2017)	35
3.7. ANÁLISE CONCLUSIVA	38
4. METODOLOGIA DE CÁLCULO E APLICAÇÃO DESENVOLVIDA	41
4.1. FLUXOGRAMA	42
4.2. DESCRIÇÃO DAS ETAPAS	44
4.3. DADOS ANALISADOS	49
4.4. CASOS DE ESTUDO	50
4.4.1. <i>Caso de estudo 1</i>	50
4.4.2. <i>Caso de estudo 2</i>	52
4.4.3. <i>Caso de estudo 3</i>	54
4.4.4. <i>Caso de estudo 4</i>	55
4.4.5. <i>Caso de estudo 5</i>	57
4.5. ANÁLISE CONCLUSIVA	59
5. CONCLUSÕES	62
5.1. SÍNTESE CONCLUSIVA	62
5.2. LIMITAÇÕES DA FERRAMENTA DESENVOLVIDA	65
5.3. PERSPETIVA FUTURA	65
REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS	66
ANEXO A. MANUAL DE UTILIZAÇÃO DA APLICAÇÃO	68

Índice de Figuras

Figura 1: Seccionador Tripolar instalado na linha principal	7
Figura 2: Transição entre Linha aérea / Linha subterrânea (EDP Distribuição, 2015)	7
Figura 3: Isolamento de equipamentos a jusante (EDP Distribuição, 2015)	7
Figura 4: Constituição de um seccionador tripolar horizontal exterior (EDP Distribuição, 2015)	8
Figura 5: Constituição de um seccionador tripolar vertical exterior (EDP Distribuição, 2015)	9
Figura 6: Comando manual do seccionador tripolar exterior (EDP Distribuição, 2015)	9
Figura 7: Constituição do seccionador unipolar (EDP Distribuição, 2017)	10
Figura 8: Plataforma de manobra do seccionador unipolar	11
Figura 9: Representação gráfica dos dados da Tabela 1 referentes à AMN.	19
Figura 10: Representação gráfica dos dados da Tabela 1 referentes à DCRP.	19
Figura 11: Representação gráfica dos dados da Tabela 1 referentes à DCRN.	21
Figura 12: Número de seccionadores substituídos na AMN por seccionadores abatidos.	23
Figura 13: Número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN por causa raiz (2013)	24
Figura 14: Número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN por DRC por causa raiz (2013)	24
Figura 15: Número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN, versus causa raiz e dividido por ARC (2013)	25

Figura 16: Número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN por DRC por causa (2014)	27
Figura 17: Número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN por causa (2014)	27
Figura 18: Número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN, versus causa raiz e dividido por ARC (2014)	28
Figura 19: Número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN vs Causa (2015)	29
Figura 20: Número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN por DRC por causa (2015)	30
Figura 21: Número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN, versus causa raiz e dividido por ARC. (2015)	30
Figura 22: Número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN vs Causa (2016)	31
Figura 23: Número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN por DRC por causa (2016)	32
Figura 24: Número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN, versus causa raiz e dividido por ARC. (2016)	33
Figura 25: N° de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN vs Causa (2017)	33
Figura 26: Número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN por DRC por causa (2017)	34
Figura 27: Número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN, versus causa raiz e dividido por ARC. (2017)	35
Figura 28: Número total de incidentes com elemento avariado seccionador anualmente	36

Figura 29: Número de seccionadores na rede aérea da AMN	36
Figura 30: Principais causas raiz de incidentes com elemento avariado o seccionador na AMN	37
Figura 31 : Fluxograma	43
Figura 32: Menu principal da aplicação, caso de estudo 1	50
Figura 33: Janela dos critérios para instalação de novos seccionadores na rede, caso de estudo 1	51
Figura 34: Mensagem de aviso que o seccionador não satisfaz os critérios da IS-CE-20-2003	51
Figura 35: Janela de configuração do seccionador	52
Figura 36: Janela de apresentação do seccionador ideal (tripolar)	53
Figura 37: Janela de configuração do seccionador (unipolar ou tripolar)	54
Figura 38: Janela de apresentação do seccionador ideal (unipolar)	55
Figura 39: Avaliação da necessidade do seccionador para a normal exploração da rede, linha principal	56
Figura 40: Avaliação da necessidade do seccionador para a normal exploração da rede, linha secundária	57
Figura 41: Janela de apresentação do seccionador ideal (unipolar 2)	58
Figura 42: Mensagem de informação do ficheiro Excel guardado.	59

Índice de Tabelas

Tabela 1: Resultados anuais de 2013 a 2017

18

Acrónimos

AMN	–	Área de Manutenção Norte
ARC	–	Área de Redes e Concessões
ARCBGC	–	Área de Redes e Concessões de Bragança
ARCBRVC	–	Área de Redes e Concessões de Braga e Viana do Castelo
ARCMAI	–	Área de Redes e Concessões da Maia
ARCPNGM	–	Área de Redes e Concessões de Penafiel e Guimarães
ARCPRT	–	Área de Redes e Concessões do Porto
ARCVRL	–	Área de Redes e Concessões de Vila Real
CRI	–	Consulta de Relatórios no Rede Ativa
DRC	–	Direção de Redes e Concessões
DRCN	–	Direção de Redes e Concessões do Norte
DRCP	–	Direção de Redes e Concessões do Porto
DSR	–	Direção de Serviço à Rede
DTI	–	Direção de Tecnologia e Informação
EDP	–	Energias de Portugal
IPMA	–	Instituto Português do Mar e Atmosfera
IS	–	Instrução de Serviço
MT	–	Média Tensão

OCR	– Órgão de Corte
PT	– Posto de transformação
SEEC	– Seccionadores
SGAI	– Sistema de Gestão de Abates ao Imobilizado
SIT	– Sistema de Informações Técnicas
T/A /S	– Transição de linhas aéreo-subterrânea
TAO	– Técnicos da área operacional
UPR	– Unidade do Porto

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é realizada uma breve introdução e contextualização dos temas abordados, são também definidos os objetivos propostos para esta dissertação, apresentada a calendarização e estrutura da dissertação.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A presente dissertação surge da necessidade de realizar um estudo a todos os incidentes que tenham como elemento avariado os seccionadores instalados na rede aérea de média tensão. O estudo deve incidir sobre o período de 2013 a 2017. Como complemento a esse estudo é ainda necessário realizar uma análise à constituição de dois tipos de seccionadores mais usados na rede aérea; tripolares versus unipolares. Tendo presente a necessidade de escolher o melhor tipo de seccionador, para um local específico da rede, deve ser desenvolvida uma ferramenta, que tendo por base as diretivas internas definidas pela Energias de Portugal (EDP) Distribuição, aconselha a melhor opção a tomar.

A realização desta dissertação começou no ano de 2017, quando se deu início ao processo burocrático para a aprovação do estágio, seguindo-se a inicialização e adaptação aos softwares da empresa. De seguida foi analisado o problema e pensado em como o solucionar, no decorrer dessa análise foi também realizado o estado de arte. Após compreendido o funcionamento do equipamento em estudo, começou-se a realizar os objetivos propostos

para a dissertação, inicialmente através da extração e tratamento dos dados dos seccionadores, seguindo-se o desenvolvimento da aplicação. O relatório foi sendo desenvolvido no decorrer da dissertação.

1.2. OBJETIVOS

Devido ao elevado número de seccionadores instalados na rede aérea de média tensão da EDP Distribuição, e tendo presente que estes órgãos de manobra são nucleares para a normal exploração da rede, surge a necessidade de se realizar uma análise mais detalhada a todos os incidentes que tenham como elemento avariado este órgão. Esta análise será feita tendo em atenção dois tipos de taxa de avarias; Taxa de avarias em seccionadores, por número de seccionadores instalados na rede à data dos incidentes e taxa de avarias em seccionadores, por número total de incidentes na rede. Após análise às taxas de avarias serão retiradas conclusões dessas taxas para a Área de Manutenção Norte (AMN) e pelas Direção de Rede e Concessões (DRC) que a constituem.

Como complemento será feita uma análise a todos os incidentes que ocorreram na rede MT da AMN e que tenham como elemento avariado o seccionador, para determinar a causa raiz de cada um dos incidentes. Posteriormente serão tiradas conclusões às causas raiz por área de redes e concessões.

Apesar deste órgão ser nuclear para a normal exploração da rede, não é aconselhável a instalação de novos seccionadores de uma forma aleatória na rede área MT, independentemente do tipo a instalar ser tripolar ou unipolar, pelo que existem critérios bem definidos pela empresa, para a sua instalação e substituição.

Com base nestes critérios definidos pela empresa, foi desenvolvida uma aplicação informática, capaz de ajudar nas opções a tomar, tendo em atenção locais específicos da rede onde eles vão ser instalados ou substituídos.

1.3. ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO

Para além da introdução onde é apresentada uma breve contextualização do tema e apresentação dos objetivos desta dissertação, esta conta com mais quatro capítulos. O capítulo número dois contempla o estado de arte, é nele que são descritos os dois tipos de equipamentos em questão e as variantes dentro de cada tipo. No capítulo três é realizada uma

análise aos incidentes com seccionador como causa entre o ano de 2013 e 2017. O capítulo quatro é dedicado à aplicação desenvolvida, explicando o seu funcionamento e os princípios que levam ao aconselhamento do seccionador indicado para cada caso. O capítulo cinco apresenta as conclusões sobre o trabalho desenvolvido e o trabalho futuro.

1.4. SUMÁRIO

Este capítulo serviu para introduzir os temas que serão abordados no decorrer desta dissertação, bem como dos seus objetivos e das necessidades que esta se propõe a perfazer. Foi ainda explicado como foi desenvolvida a dissertação ao longo do tempo, através da sua calendarização, e explicado como está organizado o presente relatório da dissertação.

O capítulo que se segue vai apresentar o estado da arte sobre o funcionamento do equipamento em estudo nesta dissertação, e descrever as suas aplicações e principais diferenças existentes entre os modelos tripolares e unipolares.

2. SECCIONADORES DA REDE AÉREA MT NA AMN

No decorrer deste capítulo vai ser explicado o funcionamento dos seccionadores, as suas características, principais funções e o que o torna vital para a exploração das redes elétricas. Serão também apresentadas e explicadas as principais diferenças entre os seccionadores tripolares e unipolares. Será dada especial atenção aos seccionadores instalados na rede aérea MT da Área de Manutenção Norte (AMN).

2.1. CARATERIZAÇÃO DOS SECCIONADORES

Os seccionadores de linhas aéreas de Média Tensão, são aparelhos eletrotécnicos que permitem efetuar manobras nas linhas e asseguram, quando na posição de funcionamento aberta, o isolamento de troços de uma linha. Para um correto funcionamento o seccionador deve garantir uma distância de isolamento que satisfaça os critérios de segurança exigidos pela norma (60071-1, CEI Std, 2018) evitando a ocorrência do arco elétrico.

Sendo um órgão vital na operação e manutenção das linhas MT, os seccionadores são o único elemento que permite a verificação do corte visível da linha no local, essencial para garantir a segurança das equipas de manutenção e reposição de serviço. Após esta verificação, o operador pode realizar em segurança as ações de manutenção, reparação ou substituição de outros elementos, para além da localização de defeitos nos troços da linha.

Devido às suas características os seccionadores não possuem poder de corte, devendo apenas ser manobrados em vazio, isto é, em tensão e sem carga. Assim, as manobras num seccionador necessitam previamente da atuação de aparelhos com poder de corte e apenas após esse corte, o operador realiza no local as ações de abertura ou fecho do seccionador.

As características gerais dos seccionadores resumem-se pelo número de polos, classe (nº de ciclos de comutação), tensão nominal (kV), nível de isolamento, valor de tensão suportável ao choque atmosférico (kV), valor estipulado da tensão suportável à frequência industrial

durante um minuto (kV), frequência nominal (Hz), corrente nominal (A), corrente de curta duração (kA) e respetiva duração (s). (DMA-C64-163/N , 2016) (DMA-C64-165/E, 2008)

Na rede MT gerida pela EDP Distribuição, os seccionadores aéreos tripolares operam sobre níveis tensão de 12, 17.5 ou 36 kV, com intensidades dos 200, 400 aos 630 A, no caso dos unipolares estes operam sob os mesmos níveis de tensão, mas com intensidades de 400 e 630 A.

As características elétricas para qual o seccionador foi desenhado para operar afetam o dimensionamento da base (devido às distâncias de entre polos e entre fases que têm de ser respeitadas), número de fitas condutoras por face (caso existam) e a dimensão dos isoladores (linha de fuga).

Os níveis de poluição presentes na atmosfera, podem levar à ocorrência de contornamentos nas cadeias dos isoladores sendo o seu funcionamento influenciado pela exposição à poluição durante o seu tempo de vida útil. Maioritariamente a origem da poluição é conhecida e está diretamente associada ao meio ambiente no qual o elemento se encontra inserido, por exemplo sob a forma de depósito de poeiras, minerais condutivos (carbono e óxidos metálicos) e soluções salinas (provenientes dos oceanos) (Kleber Franke Portella, et al., 2018).

Na norma (Norma 60815, 29-10-2008) estão definidos quatro níveis de tensão, “leve” ou I, “médio” ou II, “forte” ou III e “muito forte” ou IV, e dependendo do nível de poluição o valor mínimo de linha de fuga a considerar também será influenciado, ou seja, o comprimento mínimo em milímetros que a linha de fuga do isolador deve ter por cada kV de tensão na linha.

Segundo o IPMA (Anon., 2018) Portugal conta com um clima temperado, Inverno chuvoso e Verão seco, resultando em que as zonas junto à costa tenham um nível de poluição classificado como “forte” e “muito forte”, enquanto nas zonas mais afastadas da costa o nível de poluição varia entre o “médio” e “forte”. Os níveis de poluição classificados como “forte” e “muito forte” também pode ser registado em zonas industriais.

A instalação dos seccionadores serve maioritariamente para isolar troços da rede e equipamentos elétricos que possam estar sujeitos a mais ações de manutenção e/ou avarias, ou em locais estratégicos para a gestão da linha.

Posto isto por norma são instalados na linha principal para isolar troços, podendo ter como função o basculamento da carga Figura 1.



Figura 1: Seccionador Tripolar instalado na linha principal

Em transições aéreas subterrâneas, para permitir a separação dos dois tipos de rede Figura 2.

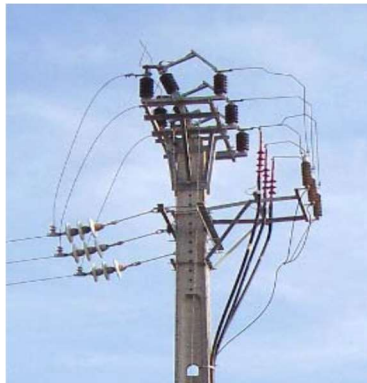


Figura 2: Transição entre Linha aérea / Linha subterrânea (EDP Distribuição, 2015)

A montante de equipamentos instalados nas linhas aéreas MT, para os isolar, em caso de manutenção ou avaria. Figura 3.



Figura 3: Isolamento de equipamentos a jusante - PT - (EDP Distribuição, 2015)

Como é visível nas Figura 1, Figura 2 e Figura 3 os seccionadores são instalados em postes de betão, mas a sua instalação também pode ser feita em postes metálicos.

Como a distância de isolamento entre polos, e a faca de seccionamento e polo têm como meio isolante o ar, os níveis de espaçamento aumentam em função do aumento dos níveis de tensão. Na rede de distribuição MT podem ser encontrados seccionadores dos fabricantes Eletricol, Eletrovouga Elpor, EMHA, Isosigma, Jayme da Costa e UEP.

2.2. SECCIONADORES TRIPOLARES EXTERIORES

No caso dos seccionadores tripolares este equipamento foi construído para a abertura ou fecho simultâneo das três fases, em vazio. Para tal este tipo de seccionadores é dotado de um comando manual, cuja manobra é realizada a partir do solo.

Existem duas posições de instalação para os seccionadores tripolares, vertical e horizontal. No primeiro caso, o equipamento é utilizado maioritariamente em transições aéreo-subterrâneo (T/A/S) e é instalado na parte lateral do apoio. No segundo caso, é utilizado maioritariamente na linha aérea principal e é instalado na cabeça do apoio. Por questões ambientais a partir de 2013, a EDP Distribuição começou a adotar preferencialmente a montagem vertical em detrimento da horizontal. Esta alteração visa proteger a avifauna, diminuindo assim o número de incidentes na rede com origem em aves electrocutadas. (GTAS, 2005).

A Figura 4 representa a constituição de um seccionador tripolar horizontal.

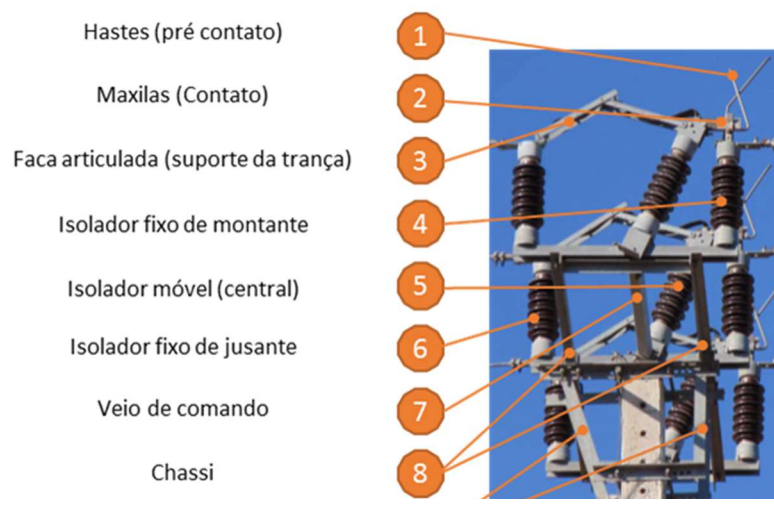


Figura 4: Constituição de um seccionador tripolar horizontal exterior (EDP Distribuição, 2015)

A Figura 5 representa a constituição de um seccionador tripolar vertical.



Figura 5: Constituição de um seccionador tripolar vertical exterior (EDP Distribuição, 2015)

Na Figura 6 encontra-se exemplificado o comando manual do seccionador, este deve ser operado sobre a plataforma de manobra, devendo a alavanca de manobra realizar completa abertura ou fecho. No final da manobra o operador deve confirmar se o posicionamento das facas corresponde ao estado do seccionador pretendido, as três facas corretamente fechadas (estado fechado), ou completamente abertas (estado aberto).



Figura 6: Comando manual do seccionador tripolar exterior (EDP Distribuição, 2015)

2.3. SECCIONADOR UNIPOLAR EXTERIOR

No caso dos seccionadores unipolares estes foram também desenhados para poder funcionar em perfeitas condições nas duas posições básicas de montagem, ou seja, na posição vertical ou na horizontal invertida.

As facas de seccionamento deverão promover uma boa pressão de contato para que em caso de curto circuito, possam resistir aos esforços eletrodinâmicos associados.

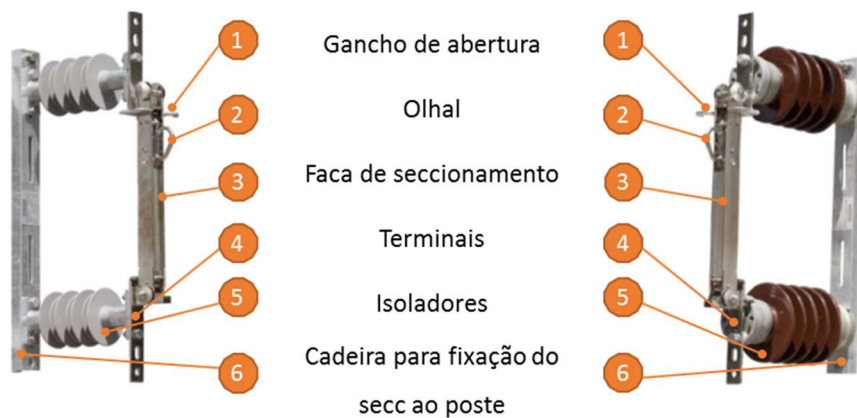


Figura 7: Constituição do seccionador unipolar (DRE-C64-160/N, 2017)

Os seccionadores são constituídos por uma base que inclui um dispositivo de fixação ao poste, em chapa metálica, isoladores poliméricos ou cerâmicos e os terminais de ligação no topo dos isoladores.

Como é possível observar na Figura 7, os terminais devem ser munidos de patilhas planas para permitir a ligação de conectores bimetálicos e um gancho de abertura no extremo superior da faca de seccionamento. Devido aos esforços eletrodinâmicos existentes na ocorrência de um curto circuito a faca do seccionador deve proporcionar uma boa pressão de contato.

No extremo superior da faca seccionadora existe um olhal que possibilita a abertura e o fecho do dispositivo, com recurso a uma vara de manobra isolada. Todos os materiais oxidáveis têm de ser protegidos contra a corrosão, com o intuito de assegurar o correto funcionamento do seccionador e prolongar o tempo de vida do mesmo.

A Figura 8 ilustra um operador a operar um seccionador unipolar.

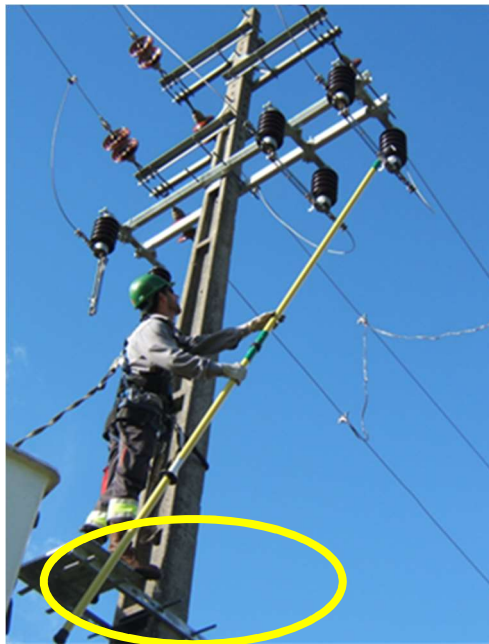


Figura 8: Plataforma de manobra do seccionador unipolar

Embora a EDP Distribuição aconselhe a utilização da plataforma de manobra em todas as situações, poderão ainda ser consideradas as seguintes opções de manobras:

- Caso o seccionador estiver instalado até 10 metros do solo:
 - Operador situado na base do apoio, e através de uma vara de manobra isolada, telescópica e extensível (extensão máxima de 12 metros);
 - Operador apoiado diretamente no apoio e através de uma vara de manobra isolada normal (vara de gancho com 2,4 metros);
 - Operador em cima de escada (montada em cima do apoio), e através de vara de manobra isolada normal (vara de gancho com 2,4 metros).
- Caso o seccionador esteja instalado a mais de 10 metros do solo, a plataforma deve ser instalada a uma distância de 3,9 metros baixo da armação onde se encontram instalados os equipamentos. A manobra dos seccionadores deve ser realizada através de uma vara de manobra isolada (vara de gancho com 2,4 metros).
- Caso a manobra seja a partir de uma barquinha, não existe limitação na altura de montagem de equipamentos.

Na operação de abertura ou fecho do seccionador a fase central será sempre a primeira a ser fechada e a última a ser aberta.

2.4. VANTAGENS/DESVANTAGENS – SECCIONADORES UNIPOLARES VERSUS TRIPOLARES

A substituição dos seccionadores tripolares tradicionais pelos unipolares vai trazer vantagens e desvantagens para a operação e para o operador da rede de distribuição, neste caso a EDP Distribuição.

As principais vantagens podem ser enumeradas como:

- Redução dos custos de material/ montagem/ substituição/ manutenção (EDP Distribuição, 2015);
- Eliminação de comandos mecânicos com reenvios, proporcionará um melhor desempenho e um acréscimo da fiabilidade na operação da rede MT (Anon., 2017);
- Sustentam maiores correntes de nominais (400 e 630 A, em vez de 200 A) (Anon., 2017);
- Maior proteção contra a Avifauna, devido a posição preferencial de instalação ser a horizontal invertida (EDP Distribuição, 2015).

Nota: existe a possibilidade futura de poderem ser abertos em carga com recurso a varas de manobra e câmaras especiais para corte em carga.

As principais desvantagens podem ser enumeradas como:

- Uma manobra mais morosa;
- A abertura/fecho fase por fase;
- No caso de a manobra ser realizada a partir uma plataforma de manobra, ou de uma escada constitui um trabalho em altura e envolvendo um risco de queda, obrigando a medidas adicionais de segurança e resultando num tempo de atuação superior;
- Requer o uso de uma vara telescópica extensível (até 12 metros) para a operação de aparelhos instalados a menos de 10 metros do solo. A elevada distância entre o seccionador e operador dificulta a precisão da manobra, com especial dificuldade na manobra de fecho do seccionador;
- Maior dificuldade de operar à noite e sob chuva;

- O transporte da vara de manobra obriga à utilização exclusiva de carrinhas que possibilitem o seu transporte, limitando o número de operadores que podem manobrar este tipo de seccionadores;

2.5. SUMÁRIO

Ao longo deste capítulo foi apresentada um pouco da história dos seccionadores, o seu funcionamento e as suas principais características. É também explicado em detalhe as diferenças entre os modelos unipolares e os modelos tripolares. Após a compreensão do funcionamento do equipamento, o capítulo que se segue apresenta o estudo sobre as taxas de avarias nestes órgãos e a causa raiz.

3. ANÁLISE AO DESEMPENHO DOS SECCIONADORES INSTALADOS NA REDE AÉREA MT DA AMN. TAXA DE AVARIAS / CAUSA RAIZ

Este capítulo consiste na realização de uma análise sobre os incidentes que têm como elemento avariado o seccionador, ocorridos na Área de Manutenção Norte (AMN). Neste relatório as áreas de redes e concessões (ARC) de Aveiro e Santa Maira da Feira não foram contabilizadas porque não estão integradas na AMN. O intervalo em estudo começa em 2013, ano em que começou a ser realizado o registo dos modos falha, e acaba em 2017 (inclusive).

Para sustentar a análise realizada foram desenvolvidas duas taxas, que permitiram uniformizar a análise realizada.

3.1. TAXA DE AVARIA EM SECCIONADORES POR NÚMERO DE SECCIONADORES INSTALADOS NA REDE

Para cálculo desta taxa, foram usados os seguintes dados: Números total de incidentes que tem como elemento avariado o seccionador (fonte CRI) e o número total de seccionadores instalados na rede (fonte SIT) para o período em causa.

Estas taxas foram calculadas por área e períodos específicos. As aéreas estão divididas por AMN (Área de Manutenção Norte), DRCP (Direção de Redes e Concessões do Porto e DRCN (Direção de Redes e Concessões do Norte). Os períodos são anuais (de 2013 a 2017).

$$TX_{\text{avarias/incidentes (AMN)}} = \frac{N^{\circ} \text{ de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN}}{N^{\circ} \text{ de seccionadores na rede MT da AMN}} \% \quad (1)$$

$$TX_{\text{avarias/incidentes (DRCP)}} = \frac{N^{\circ} \text{ de incidentes com elemento avariado seccionador na DRCP}}{N^{\circ} \text{ de seccionadores na rede MT da DRCP}} \% \quad (2)$$

$$TX_{\text{avarias/incidentes (DRCN)}} = \frac{N^{\circ} \text{ de incidentes com elemento avariado seccionador na DCRN}}{N^{\circ} \text{ de incidentes totais na rede MT da DRCN}} \% \quad (3)$$

3.2. TAXA DE AVARIAS EM SECCIONADORES POR NÚMERO TOTAL DE INCIDENTES NA REDE

A aplicação desta taxa permite saber a percentagem de avarias em seccionadores por número total de incidentes na rede e o seu cálculo é realizado através do número de incidentes que têm como elemento avariado o seccionador em função do número total de incidentes na rede aérea MT, para o período em causa.

$$TX_{\text{avarias/incidentes (AMN)}} = \frac{N^{\circ} \text{ de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN}}{N^{\circ} \text{ de incidentes totais na rede MT da AMN}} \% \quad (4)$$

$$TX_{\text{avarias/incidentes (DRCP)}} = \frac{N^{\circ} \text{ de incidentes com elemento avariado seccionador na DRCP}}{N^{\circ} \text{ de incidentes totais na rede MT da DRCP}} \% \quad (5)$$

$$TX_{\text{avarias/incidentes (DRCN)}} = \frac{N^{\circ} \text{ de incidentes com elemento avariado seccionador na DCRN}}{N^{\circ} \text{ de incidentes totais na rede MT da DRCN}} \% \quad (6)$$

Estas taxas foram calculadas por área e períodos específicos. As aéreas estão divididas por AMN (Área de Manutenção Norte), DRCP (Direção de Redes e Concessões do Porto e DRCN (Direção de Redes e Concessões do Norte). Os períodos são anuais (de 2013 a 2017).

3.3. TAXA DE SUBSTITUIÇÃO

Para o cálculo desta taxa foram usados os seguintes dados: número de seccionadores substituídos na AMN (fonte SGAI) e o número de seccionadores abatidos na rede MT da AMN no período de tempo em análise (fonte SGAI).

$$TX_{\text{substituição (AMN)}} = \frac{N^{\circ} \text{ de seccionadores substituídos na AMN}}{N^{\circ} \text{ de seccionadores abatidos na AMN}} \% \quad (7)$$

Esta taxa foi calculada para a AMN anualmente de 2013 a 2017, tendo em atenção a relação entre os seccionadores substituídos e os seccionadores abatidos.

3.4. INCIDENTES NA ÁREA DE MANUTENÇÃO NORTE

Os dados para o cálculo analisados estão contidos em diversos documentos fornecidos pela EDP Distribuição. Os dados foram retirados de diferentes plataformas, mais especificamente, do Sistema de Informações Técnicas (SIT), da Consulta e Relatórios no Rede Ativa (CRI) e do Sistema de Gestão de Abates ao Imobilizado (SGAI).

Do SIT foram extraídos os ficheiros anuais com informação sobre os seccionadores existentes na rede aérea MT, foram depois aplicados filtros para obter apenas os seccionadores instalados na AMN, sendo que na DRCP foram ainda aplicados filtros para retirar as áreas operacionais de Aveiro e de Santa Maria da Feira. Do CRI também foram extraídos ficheiros com os incidentes anuais, e aplicados os mesmos filtros que nos ficheiros provenientes do SIT. Desses incidentes ainda foi necessário separar os que tinham o seccionador como causa da avaria dos restantes incidentes. Através do SGAI foram extraídos os ficheiros que contêm o número de abates e substituições anuais, também a esses ficheiros foram aplicados os mesmos filtros que nos ficheiros provenientes do SIT.

3.5. RESULTADOS ANUAIS DE 2013 A 2017

3.5.1. APLICAÇÃO DAS TAXAS DE AVARIAS

Para perfazer a necessidade de realizar uma análise mais detalhada aos incidentes que tenham como elemento avariado o seccionador, neste subcapítulo é apresentado o número de seccionadores instalados, o número de incidentes e o número de incidentes com causa em seccionadores para as áreas de geográficas em estudo. As taxas são calculadas anualmente para a AMN e em seguida mais detalhadamente para as DRC que a constituem, DRCP e DRCN. São retiradas conclusões para ambas as taxas e para todas as áreas geográficas em estudo.

A análise à Tabela 1 permite desde já perceber que o número de seccionadores aéreos instalados na DRCP é aproximadamente um terço dos seccionadores aéreos instalados na DRCN, tal é verificado devido às características de cada rede. A principal diferença

encontra-se na dimensão da rede que cada DRC abrange. A DRCN é constituída por cinco áreas operacionais onde predomina a rede aérea, já no caso da DRCP a análise é realizada tendo em conta duas áreas de redes e concessões (ARCMAI e ARCPRT), sendo que a predominância de rede MT neste caso é mista (Rede aérea + Rede Subterrânea).

Área geográfica em estudo	Nº de secc	Nº de total incidentes	Nº de incidentes com elemento avariado secc.	Taxa de avarias em seccionadores por número de secc instalados na rede (3.1)	Taxa de avarias em secc por número total de incidentes na rede (3.2)	Ano em estudo
AMN	9898	7196	75	0,76%	1,04%	2013
DRCP	2396	1446	19	0,79%	1,31%	
DRCN	7502	5750	56	0,75%	0,97%	
AMN	9928	6902	49	0,49%	0,71%	2014
DRCP	2391	1203	5	0,21%	0,42%	
DRCN	7537	5699	44	0,58%	0,77%	
AMN	9885	5395	93	0,94%	1,72%	2015
DRCP	2366	957	16	0,68%	1,67%	
DRCN	7519	4438	77	1,02%	1,74%	
AMN	9842	5824	62	0,63%	1,06%	2016
DRCP	2340	1050	14	0,60%	1,33%	
DRCN	7502	4774	48	0,64%	1,01%	
AMN	9865	7385	53	0,54%	0,72%	2017
DRCP	2330	1058	17	0,73%	1,61%	
DRCN	7535	6327	36	0,48%	0,57%	

Tabela 1: Resultados anuais de 2013 a 2017

Como é perceptível no gráfico da esquerda na Figura 9, o número de seccionadores instalados na AMN não sofreu alterações significativas ao longo dos anos. Tal pode ser justificado devido à rede de distribuição existente estar bem concebida e não ser necessária a instalação de novos órgãos de manobra para a gestão da mesma, a não ser com a entrada de novas saídas ou de novos ramais. É ainda perceptível no gráfico da esquerda que o número de incidentes que ocorrem durante os vários anos é sempre aleatório, dependendo o seu número em grande parte de fatores externos à rede; como as condições climatéricas adversas (rajadas de vento fortes, trovoadas e alterações bruscas de temperatura), incêndios e avifauna.

É constatado também que não existe uma relação direta entre a variação do número total de incidente na rede e a variação do número de incidentes com seccionador avariado.

O gráfico da Figura 9 demonstra exatamente isso, no ano em que ocorreu um maior número de incidentes com elemento avariado seccionador (2015) não foi o mesmo ano em que ocorreu o maior número de incidente nas linhas da AMN, pelo contrário, quando isso aconteceu (2017) o número de incidentes com elemento avariado seccionador foi o segundo menor dos anos em estudo.

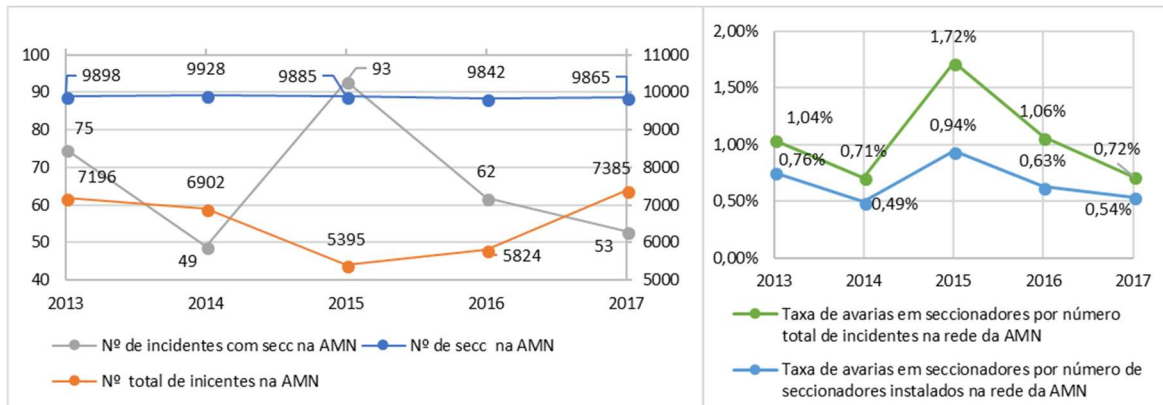


Figura 9: Representação gráfica dos dados da Tabela 1 referentes à AMN.

O elevado número de incidentes na AMN no ano de 2017 ficou a dever-se em grande parte à ocorrência de duas tempestades, a primeira entre os dois e cinco de fevereiro (Documentação interna, 2018), a segunda entre dez e onze de dezembro (ANA) (Documentação interna, 2018) e uma época de incêndios particularmente severa (Atmosfera, 2017).

Subdividindo os dados da tabela 1 por DRC obtêm-se o gráfico da

Figura 10 para a DRCP e da Figura 11 para a DRCN.

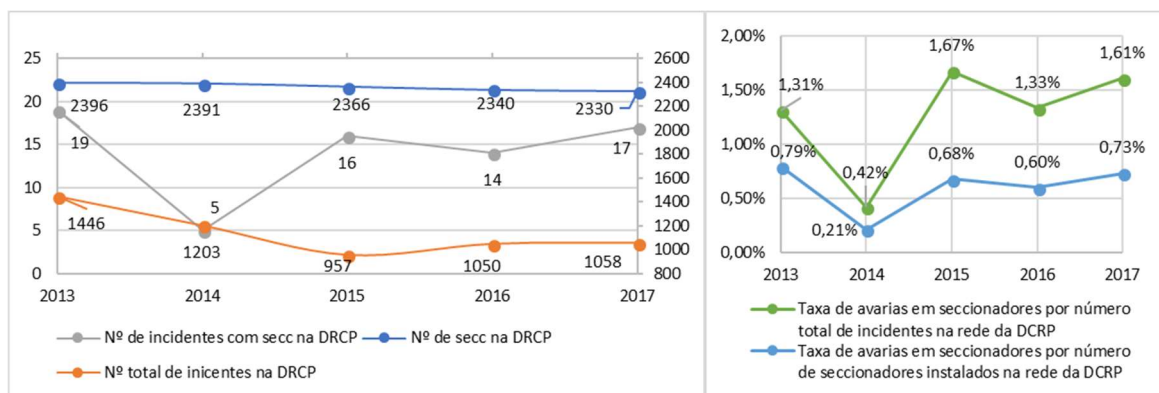


Figura 10: Representação gráfica dos dados da Tabela 1 referentes à DCRP.

Na

Figura 10 podemos constatar que o número de seccionadores instalados na rede aérea da DRCP também não sofreu alterações significativas no decorrer dos cinco anos estudados, como verificado na Figura 9 (AMN).

Confirma-se também na DRCP de que não existe uma relação direta entre a variação do número total de incidente na rede e a variação do número de incidentes com seccionador avariado o que implica, que a taxa de avarias em seccionadores por número de seccionadores instalados na rede da DRCP siga a mesma tendência que a variação do número de incidentes com elemento avariado seccionador. A verificação deste facto também é demonstrada nos gráficos da figura 10, uma vez que a representação gráfica da taxa avarias em seccionadores por número de seccionadores instalados na rede DRCP é semelhante à representação gráfica do número de incidentes com elemento avariado seccionador.

Como já foi dito na explicação da Figura 9 o número de incidentes totais não depende somente do número de incidentes com elemento avariado seccionador, como é verificado visualmente no gráfico da direita na

Figura 10.

Atendendo ao número de incidentes ser matematicamente menor que o número de seccionadores instalados na rede e que o numerador para calcular as taxas (3.1 e 3.2) é o mesmo número de incidentes com elemento avariado seccionador, a taxa de avarias em seccionadores por número de incidentes na rede será sempre superior à taxa de avarias em seccionadores por número de seccionadores instalado na rede.

O vento registado em janeiro do ano de 2013 foi classificado pelo IPAM como muito forte, com rajadas de 116km/h no distrito do Porto (Instituto Português do Mar e da Atmosfera, 2013). As rajadas com este tipo de intensidade fazem com que os mais diversos objetos sejam projetados contra as linhas e contra os próprios seccionadores, desde a queda de ramos, a queda de placares de publicidade e até à própria queda de árvores. Estes danos irão implicar na rede os mais diversos tipos de incidentes, desde quebra dos isoladores por excesso de tensão(física) nas linhas, curto-circuitos, entre outros. Tendo em conta estes fatores confirma-se que 2013 foi o ano em que existiram mais incidentes na rede da DRCP. A forte intensidade do vento por sua vez não tem influência direta nos seccionadores, como podemos verificar no gráfico da esquerda da Figura 11, não existe uma discrepância significativa desse ano em relação aos restantes (exceção de 2014). Já o elevado nível de poluição salina a que

os seccionadores estão sujeitos tem, e estando os seccionadores da DRCP próximos do mar, os seus isoladores são bastante afetados por isso, levando ao envelhecimento de materiais prematuro e à ocorrência de defeitos nos isoladores.

O ano de 2014 foi o ano em que ambas as taxas (3.1. e 3.2.) atingiram o seu mínimo na DRCP, coincidindo com o mínimo de incidentes com elemento avariado seccionador.

A taxa de avarias em seccionadores por número de incidentes na DRCP registou em 2015 o valor mais elevado, devido a ambas as componentes que a constituem terem contribuído por isso, mas com especial relevo para ser o ano em que se registaram menos incidentes na DRCP, levando a que os incidentes com elemento avariado seccionador atingissem a maior percentagem nos cinco anos estudados.

O número de incidentes na DRCP nos anos de 2016 e 2017 é praticamente igual e o número de seccionadores instalados diminuiu para o menor valor registado no decorrer dos anos analisados. Esta redução no número de seccionadores instalados é verificada devido ao fato de uma parte dos seccionadores abatidos, não ser considerado necessária para a normal exploração da rede e porventura não serem substituídos. Estes fatores fazem com que a taxa de avarias em seccionadores por número total de incidentes na rede da DRCP sofra um aumento mais acentuado de um ano para o outro em relação à taxa de avarias por número de seccionadores instalados na rede da DRCP.

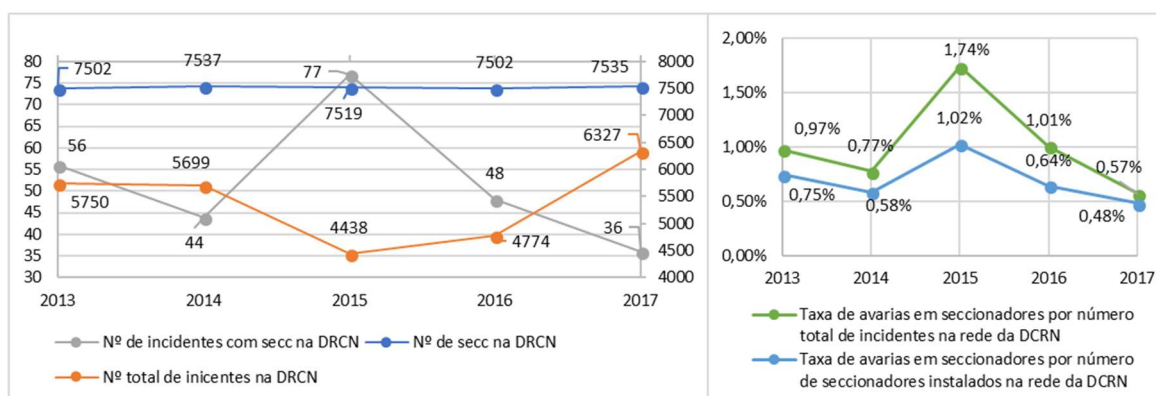


Figura 11: Representação gráfica dos dados da Tabela 1 referentes à DCRN.

Estando instalados na DRCN cerca de três quartos dos seccionadores aéreos da AMN são os resultados verificados nesta área geográfica que mais influenciam os resultados globais na AMN. Também na DRCN se verificou que não existiram alterações significativas em relação ao número de seccionadores instalados, sendo registado em dois anos (2013 e 2016) um

valor mínimo de 7502 e no outro extremo foi registado um valor de 7537 no ano de 2014. Também nos dois primeiros anos analisados, 2013 e 2014, o número de incidentes na rede da DRCN foi praticamente o mesmo, o que faz com que as duas taxas tenham um comportamento idêntico.

O maior número de incidentes com elemento avariado seccionadores ocorreu em 2015, este ano foi considerado extremamente seco e muito quente pelo IPMA (Atmosfera, 2015). É provável que as condições atmosféricas reportadas a este ano tenham influenciado negativamente o desempenho deste ativo.

Com a exceção da temperatura elevada o ano não registou mais acontecimentos climatológicos excepcionais na DRCN.

O ano de 2016 registou um aumento de incidentes na área da DRCN pois foi um ano com condições climáticas mais adversas, mas registou menos incidentes com elemento avariado seccionador, uma vez que as temperaturas não atingiram valores tão elevados e os períodos de ventos fortes foram curtos. (Atmosfera, 2016)

Foi durante o ano de 2017 que se registaram mais incidentes na DRCN, este foi um ano marcado por uma época de incêndios muito severa, atingindo muitas povoações, o que implica danos severos nas linhas da EDP Distribuição e por sua vez um elevado número de incidentes. Devido a este ter sido o ano em que se registou um menor número de incidentes com elemento avariado seccionador e ao mesmo tempo com o maior número de incidentes na DRCN as duas taxas registaram os valores mais próximos e é em ambas o valor mínimo no decorrer dos cinco anos.

No decorrer deste subcapítulo fomos capazes de perceber que as condições atmosféricas a que as linhas da EDP Distribuição e mais especificamente os seccionadores aéreos estão sujeitos influenciam diretamente o número de incidentes e por sua vez o número de incidentes com elemento avariado seccionador. Conclui-se ainda que não é possível fazer uma estimativa do número de incidentes para os anos que se seguem, porque os incidentes para além de ocorrerem de uma forma aleatória, o seu número também depende muito das condições atmosféricas que se façam sentir à data.

3.5.2. ANÁLISE À TAXA DE SUBSTITUIÇÃO DE SECCIONADORES

Como complemento às taxas analisadas anteriormente foi também estudada a taxa de substituição de seccionadores na AMN. Esta taxa foi calculada através da relação entre o número de seccionadores substituídos na AMN e número de seccionadores abatidos na AMN, sendo a sua representação gráfica apresentada na Figura 12.

Durante o ano de 2013 ocorreram oitenta e três abates e setenta e oito substituições na AMN (fonte SGAI). Esta discrepância entre o maior número de seccionadores abatidos e o número de seccionadores substituídos tem explicação, pelo facto de no momento da substituição ser realizada uma análise, no sentido de verificar se o seccionador em causa é nuclear para a rede. Caso não seja considerado nuclear o seccionador é abatido, mas não é substituído. Este tipo de análise, como podemos constatar, é valido para todos os anos com exceção de 2017, ano em que, todos os seccionadores abatidos foram substituídos.

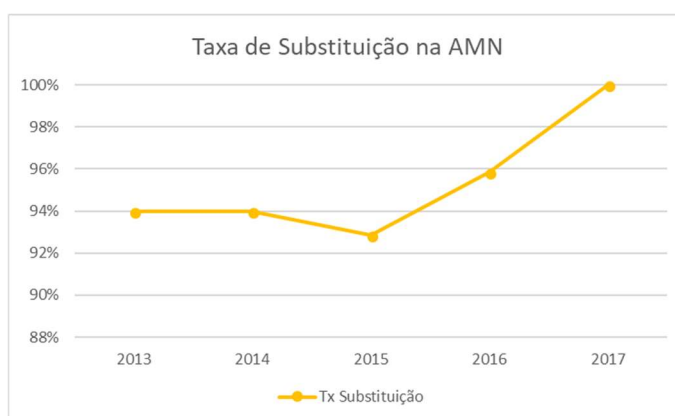


Figura 12: Número de seccionadores substituídos na AMN por seccionadores abatidos.

É considerado um seccionador nuclear para a normal exploração da rede, quando este se encontra num local estratégico de rede, com bons acessos, com capacidade de basculamento de cargas que alimentam clientes prioritários.

3.5.3. ANÁLISE DAS CAUSA RAIZ AOS INCIDENTES COM SECCIONADORES AVARIADOS NA AMN - ANO 2013

Como é possível verificar na Tabela 1 da página 18, em 2013 o número total de seccionadores instalados na rede aérea MT da AMN era de 9898 (fonte SIT). No mesmo ano, o número total de incidentes na rede MT, que tiveram como elemento avariado o seccionador na AMN, foi de setenta e cinco (fonte CRI) sendo que, a causa associada a cada uma das avarias, que tiveram como elemento avariado o seccionador também foi extraída do CRI.

O gráfico da Figura 13 ilustra o número de incidentes com causa em seccionadores na Área de Manutenção Norte em função da sua causa raiz. Como podemos constatar a causa mais ocorrente é o “Defeito de Isolamento”, representando 69% dos incidentes analisados, a segunda é a “Descarga Atmosférica Direta” com 13%, a terceira é “Mau Contato de Fase” com 8%, a quarta é o “Envelhecimento de Materiais” com 7%, a quinta é “Descarga Atmosférica (Trovoada)” com 3% e a sexta é “Contornamentos” com 1%.

Na Direção de Redes e Concessões do Porto foram registados dezanove incidentes durante o ano de 2013. Sendo a distribuição das causas raiz a seguinte: treze devido a defeito de isolamento, correspondendo a 18% dos incidentes com causa em seccionadores na AMN; cinco ao mau contato na de fase e um a descarga atmosférica direta, 7% e 1% respetivamente.

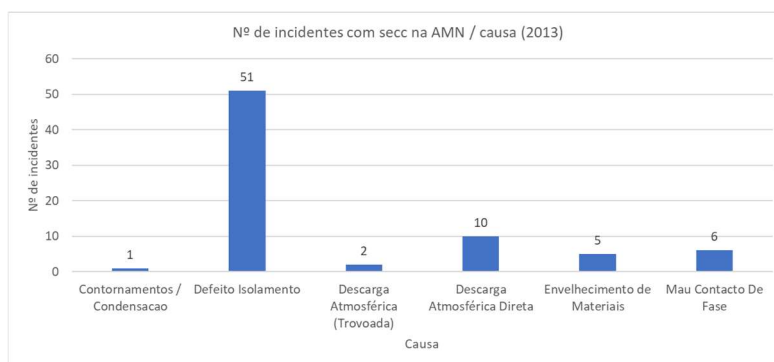


Figura 13: Número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN por causa raiz (2013)

Na Figura 14 estão representados os mesmos incidentes, mas agora divididos por DRC.

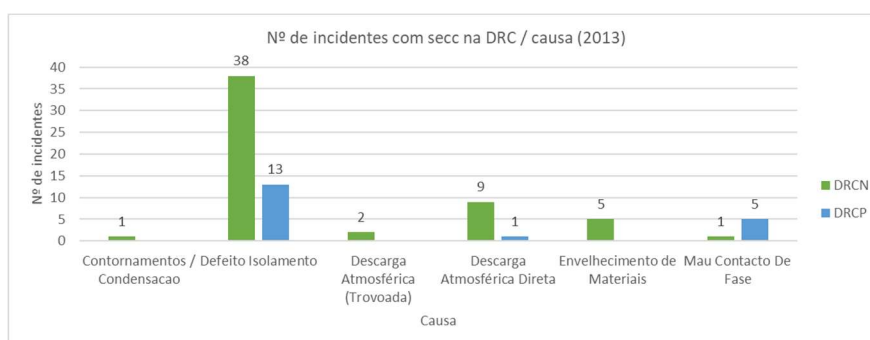


Figura 14: Número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN por DRC por causa raiz (2013)

Na Direção de Redes e Concessões do Norte foram registados cinquenta e seis incidentes durante o ano de 2013. Sendo a distribuição das causas raiz a seguinte: trinta e oito devido a defeito de isolamento, correspondendo a 51% dos incidentes com causa em seccionadores

na AMN; nove devido a descarga atmosférica direta, o que representa 12%; cinco devido ao envelhecimento de materiais, o que representa 7%; dois devido a descarga atmosférica (trovoada), o que representa 3%; um devido a contornamentos, que representa 1% e um devido a mau contato de fase o que representa 1%.

Constatamos que a causa que prevalece nas duas DRC é o defeito de isolamento, sendo o maior peso atribuído à DRCN porque também tem o maior número de incidentes.

O gráfico Figura 15 contém o número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN, versus causa raiz e dividido por ARC

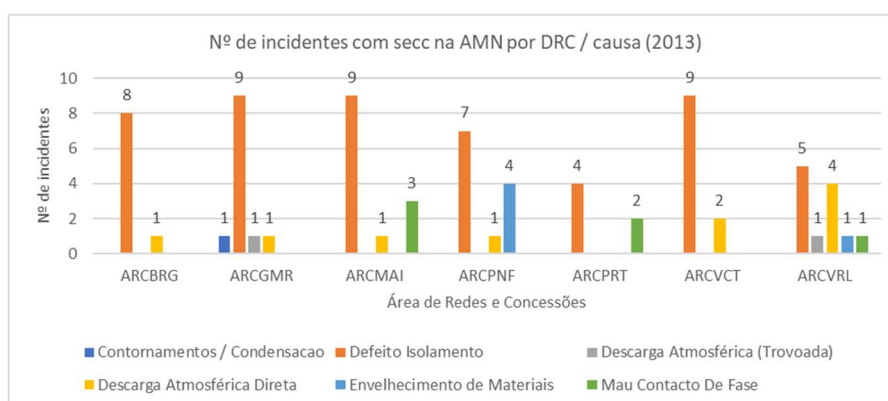


Figura 15: Número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN, versus causa raiz e dividido por ARC (2013)

A área de redes e concessões que registou o maior número de incidentes foi a da Maia com treze incidentes seguida das ARC de Guimarães, Penafiel, e Vila Real com doze cada uma, a de Viana do Castelo e Braga registaram onze e dez respetivamente, finalizando a do Porto com seis incidentes. O “Defeito de Isolamento” foi a principal causa de incidentes em todas as áreas operacionais, seguido da “Descarga Atmosférica Direta”, sendo que a descarga atmosférica é a segunda causa em duas ARC, Vila Real e Viana do Castelo. No caso da ARC de Vila Real a descarga atmosférica direta representa 30% dos incidentes na ARC, com apenas diferença de um incidente para o defeito de isolamento. No caso da ARC de Penafiel a segunda maior causa, contabilizado 30% dos incidentes na ARC foi o envelhecimento dos materiais.

3.5.4. ANÁLISE DAS CAUSA RAIZ AOS INCIDENTES COM SECCIONADORES AVARIADOS NA AMN - ANO 2014

Em 2014 o número total de seccionadores instalados na rede aérea MT da AMN era de 9928 (fonte SIT), como é possível verificar na Tabela 1 da página 18. No mesmo ano, o número total de incidentes na rede MT, que tiveram como elemento avariado o seccionador, foi de quarenta e nove (fonte CRI) sendo que, a causa associada a cada uma das avarias, também foram retidas do CRI.

O gráfico da Figura 17 ilustra o número de incidentes na Área de Manutenção Norte em função da sua causa. Através da análise do gráfico é perceptível que a principal causa de incidentes foi o “defeito de isolamento”, com trinta e sete ou 76%, a segunda é a “descarga atmosférica direta” e o “envelhecimento de materiais” ambas com 8%, seguida do “mau contato de fase” ambas com 6%, finalizando com os “contornamentos” e a “descarga atmosférica (trovoada)” ambos com 2% dos incidentes. No global foi um ano onde se registaram menos incidentes, em relação ao ano anterior que registou setenta e cinco.

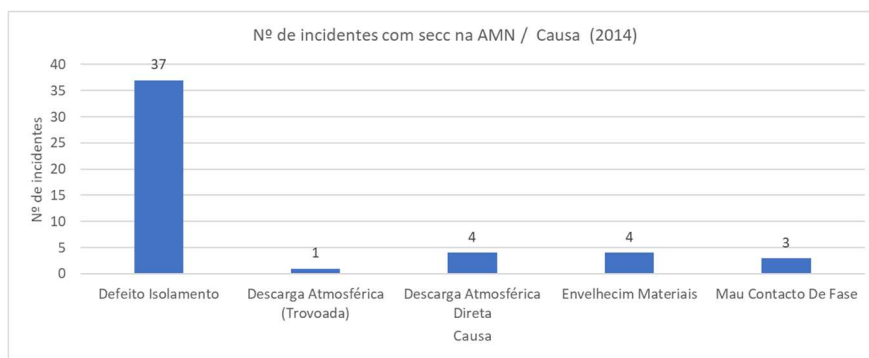


Figura 17: Número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN por causa (2014)

A Figura 16 representa os mesmos incidentes, mas agora divididos pelas DRC em estudo.

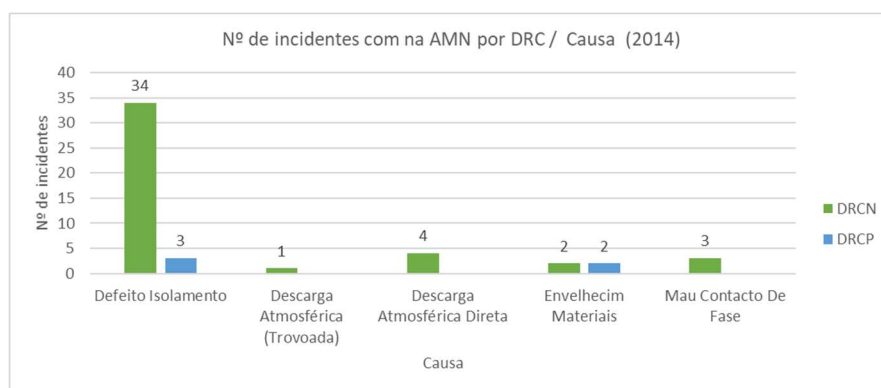


Figura 16: Número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN por DRC por causa (2014)

Na Direção de Redes e Concessões do Porto ocorreram apenas cinco incidentes com elemento avariado seccionador, dos quais três foram devido a um defeito no isolamento, correspondendo a 6% dos incidentes que ocorreram com seccionadores na AMN e dois ao envelhecimento dos materiais, correspondendo a 4%. Como resultado ocorreu uma diminuição do peso dos incidentes na DRCP no total de incidentes com elemento avariado seccionador em relação ao ano anterior de 24% para 10%.

Como principal causa de incidentes com elemento avariado seccionador na DRCN por uma larga margem está o defeito de isolamento com trinta e quatro, sendo responsável por 70% dos incidentes com elemento avariado seccionador na AMN. A DRCN conta com a totalidade dos incidentes detetados cuja causa é uma descarga atmosférica direta com 8%, mau contato de fase, com 6%, e com apenas um incidente ou 2% os

contornamentos/condensação ou a descarga atmosférica (trovoada) e o envelhecimento de materiais.

O gráfico da Figura 18 contém o número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN, versus causa raiz e dividido por ARC.

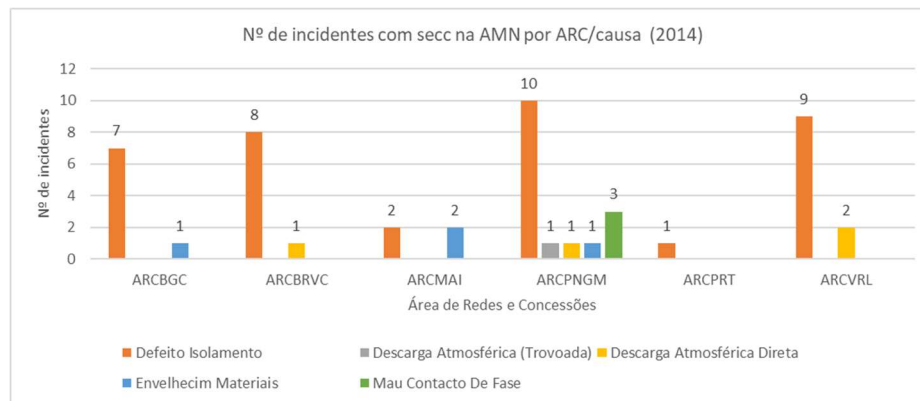


Figura 18: Número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN, versus causa raiz e dividido por ARC (2014)

No ano de 2014 a EDP Distribuição fundiu as ARC de Braga e de Viana do Castelo, desta fusão resultou a ARCBRVC, o mesmo aconteceu às ARC de Penafiel e de Guimarães, resultando na ARCPNGM.

Com o maior número de incidentes com elemento avariado seccionador registados, a ARCPNGM foi a que teve mais incidentes por defeito de isolamento, com dez, a única a ter incidentes por mau contato de fase, com três, e ainda a única a ter como causa descarga atmosférica (trovoada) com um, contabilizou ainda um incidente devido ao envelhecimento de materiais e outro devido a uma descarga atmosférica direta. A seguir à ARCPNGM a ARC de Vila Real foi onde se verificaram mais incidentes com elemento avariado seccionador, com apenas dois tipos de causa, sendo a principal a defeito de isolamento com nove e a descarga atmosférica com dois. Com as mesmas duas causas de incidentes com elemento avariado seccionador que com apenas diferença de um incidente em cada encontra-se a ARCBRVC. Na ARC de Bragança registaram-se sete incidentes com causa no defeito de isolamento e uma devido ao envelhecimento de materiais, na ARC da Maia estes dois tipos de causa também ocorreram registando apenas dois incidentes em cada. A ARC do Porto foi onde se registaram menos incidentes com elemento avariado seccionador, registando apenas um incidente com causa raiz no defeito de isolamento.

3.5.5. ANÁLISE DAS CAUSA RAIZ AOS INCIDENTES COM SECCIONADORES AVARIADOS NA AMN - ANO 2015

Em 2015 o número total de seccionadores instalados na rede aérea MT da AMN era de 9885 (fonte SIT), como é possível verificar na Tabela 1 da página 18. No mesmo ano, o número total de incidentes na rede MT, que tiveram como elemento avariado o seccionador, foi de noventa e três (fonte CRI) sendo que, a causa associada a cada uma das avarias, também foram retidas do CRI.

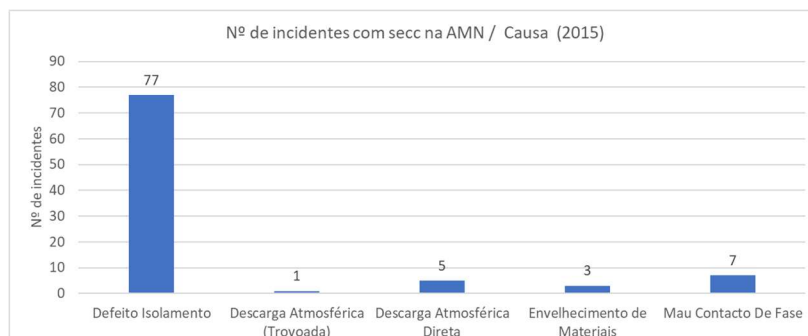


Figura 19: Número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN vs Causa (2015)

O gráfico da Figura 19 ilustra o número de incidentes com elemento avariado seccionador na Área de Manutenção Norte em função da sua causa. Através da análise do gráfico é perceptível que a principal causa de incidentes foi o “defeito de isolamento”, com setenta e sete ou 83%, a segunda é o “mau contato de fase” com 8%, seguida da “descarga atmosférica direta” com 5%, o “envelhecimento de materiais” com 3%, finalizando com a “descarga atmosférica (trovoada)” correspondendo a 1% dos incidentes.

No ano de 2015 volta-se a verificar a tendência proveniente dos anos anteriores (2013 e 2014) em que principal causa raiz nos incidentes com elemento avariado seccionador é o defeito de isolamento, podendo ser justificado em parte devido às elevadas amplitudes térmicas que se fizeram sentir. (Atmosfera, 2015)

A Figura 20 representa os mesmos incidentes, mas agora divididos pelas DRC em estudo.

Na Direção de Redes e Concessões do Porto foram registados dezasseis incidentes com elemento avariado seccionador durante o ano de 2014, desses dezasseis, quinze foram devido a um defeito no isolamento correspondendo a 16% dos incidentes registados na AMN e 1% ao envelhecimento de materiais na DRCP.

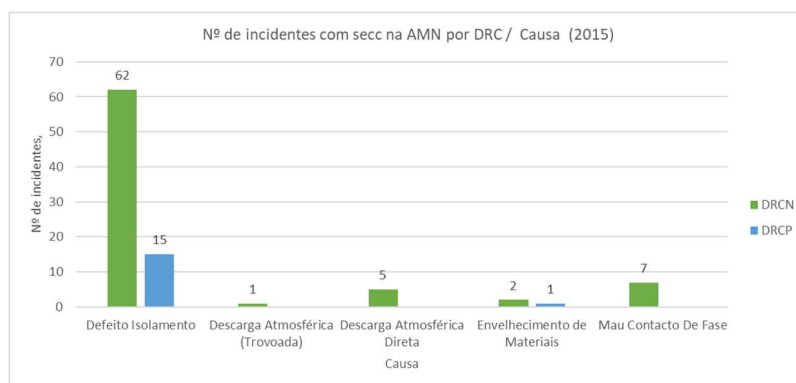


Figura 20: Número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN por DRC por causa (2015)

A principal causa dos incidentes com elemento avariado seccionador na DRCN é o defeito de isolamento com sessenta e dois ou 67%, seguida do mau contato de fase com 8%, descarga atmosférica direta com 5%, envelhecimento de materiais com 2% e descarga atmosférica (trovoada), com 1%.

O gráfico da Figura 21 contém o número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN, versus causa raiz e dividido por ARC.

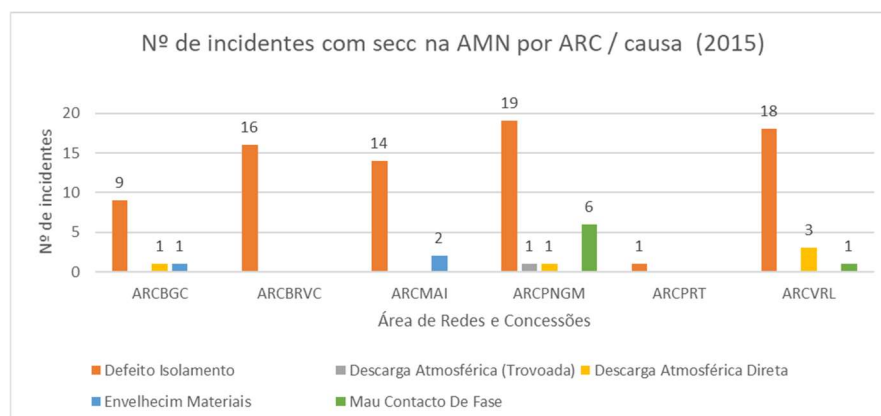


Figura 21: Número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN, versus causa raiz e dividido por ARC. (2015)

A área de redes e concessões que registou o maior número de incidentes com elemento avariado seccionador foi a ARCPNGM, com dezanove a ter como causa o defeito de isolamento, seis o mau contato de fase e com um a descarga atmosférica direta e a descarga atmosférica (trovoada). Em segundo vem a ARC de Vila Real com dezoito incidentes com elemento avariado seccionador por defeito de isolamento, três por descarga atmosférica direta e um devido ao mau contato de fase. Com o mesmo número de incidentes com

elemento avariado seccionador reportados a ARCBRVC e a da Maia apresentam dezasseis incidentes. No caso da ARCBRVC foram na totalidade devidos a um defeito de isolamento e no caso da ARCMAI apenas catorze, os restantes dois tiveram como causa o envelhecimento de materiais.

A ARC de Bragança registou nove incidentes devido a defeito de isolamento, e devido a uma descarga atmosférica direta um, também com um incidente contou o envelhecimento de materiais. Com apenas um incidente devido a um defeito de isolamento a ARC do Porto foi a que registou menos incidentes.

3.5.6. ANÁLISE DAS CAUSA RAIZ AOS INCIDENTES COM SECCIONADORES AVARIADOS NA AMN - ANO 2016

Em 2016 o número total de seccionadores instalados na rede aérea MT da AMN era de 9842 (fonte SIT). No mesmo ano, o número total de incidentes na rede MT, que tiveram como elemento avariado o seccionador, foi de sessenta e dois (fonte CRI), sendo que a causa associada a cada uma das avarias, também foram retidas do CRI.

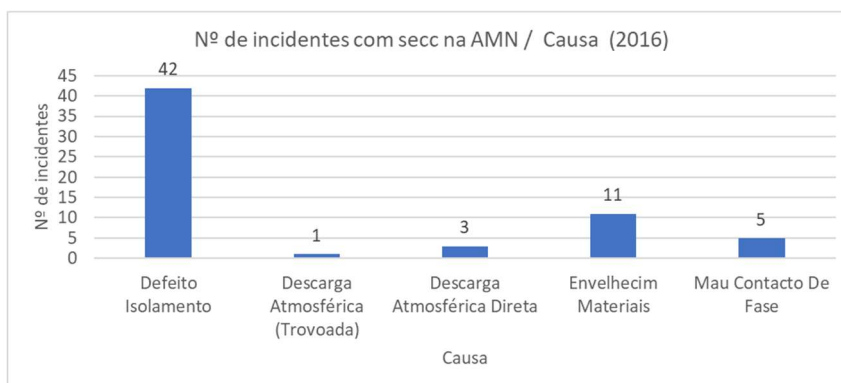


Figura 22: Número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN vs Causa (2016)

O gráfico da Figura 22 ilustra o número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN em função da sua causa. Como podemos constatar a primeira causa é o “Defeito de isolamento”, representando 68% dos incidentes, a segunda é o “Envelhecimento de Materiais” com 18%, a terceira é o “Mau Contato de Fase” com 8%, a quarta é a “Descarga Atmosférica Direta” com 5% seguida da “Descarga Atmosférica (Trovoada)” com 1%.

A Figura 23 representa os mesmos incidentes, mas agora divididos pelas DRC em estudo.

No total no ano de 2016 ocorreram catorze incidentes com elemento avariado seccionador na Direção de Redes e Concessões do Porto, dos quais sete foram devidos a um defeito de isolamento correspondendo a 11% dos incidentes registados, quatro ao envelhecimento de materiais, representando 6,45% e três ao mau contato de fase representando 4,84%.

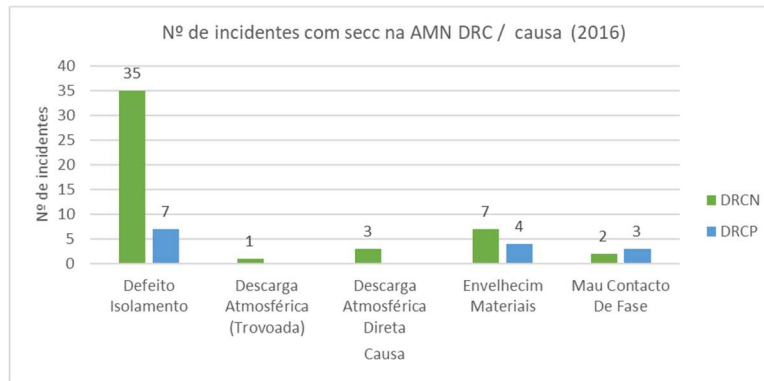


Figura 23: Número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN por DRC por causa (2016)

Com mais do triplo dos incidentes com elemento avariado seccionador registados na DRCP, a DRCN registou quarenta e oito incidentes no decorrer do ano de 2016, onde a principal causa destes incidentes foi o defeito de isolamento com 56,45% dos incidentes registados. Com 11% dos incidentes surge a causa de envelhecimento de materiais, seguida da descarga atmosférica direta com 4,84% e mau contato de fase com 3,23%. Com apenas um incidente registado a descarga atmosférica (trovoada) representa 1,61% dos incidentes registados.

O gráfico da Figura 24 contém o número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN, versus causa raiz e dividido por ARC.

Ao contrário dos últimos dois anos a ARCPNGM não foi a que registou um maior número de incidentes com elemento avariado seccionador este ano, passando a ser a ARCBRVC a ser a área de redes e concessões com o maior número de incidentes registados, com um total de vinte. Com dezoito incidentes a ARCPNGM vem em segundo, seguida da ARC da Maia com catorze, ARC de Bragança com seis e a de Vila Real com quatro. O defeito de isolamento foi a principal causa de incidentes em todas as ARC representando mais de 70%

dos incidentes em ARC como a de Vila Real, ARCPNGM e ARCBRVC, e 50% dos incidentes nas ARC de Bragança e da Maia.

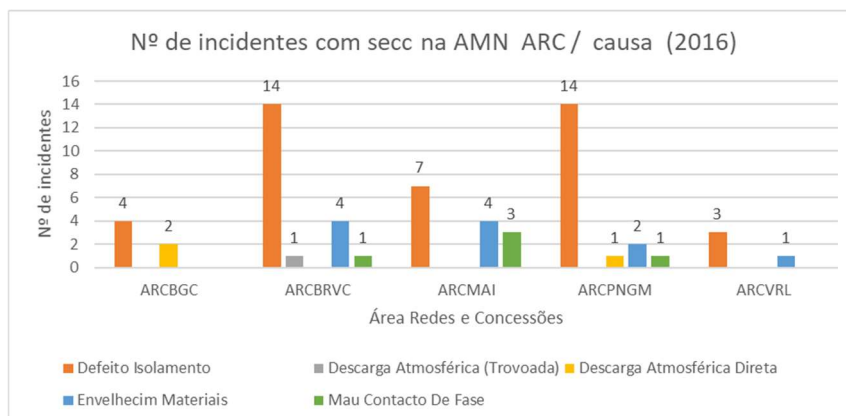


Figura 24: Número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN, versus causa raiz e dividido por ARC. (2016)

Com a exceção da ARC de Bragança o Envelhecimento de Materiais foi a segunda causa de incidentes mais comum no ano de 2016. A ARC da Maia tem como última causa de incidentes o mau contato de fase, também com a mesma causa, mas com apenas um incidente registado surgem as ARCBRVC e ARCPNGM

3.5.7. ANÁLISE DAS CAUSA RAIZ AOS INCIDENTES COM SECCIONADORES AVARIADOS NA AMN - ANO 2017

Em 2017 o número total de seccionadores instalados na rede aérea MT da AMN era de 9865 (fonte SIT). No mesmo ano, o número total de incidentes na rede MT, que tiveram como elemento avariado o seccionador, foi de cinquenta e três (fonte CRI) sendo que, a causa associada a cada uma das avarias, também foram retidas do CRI.

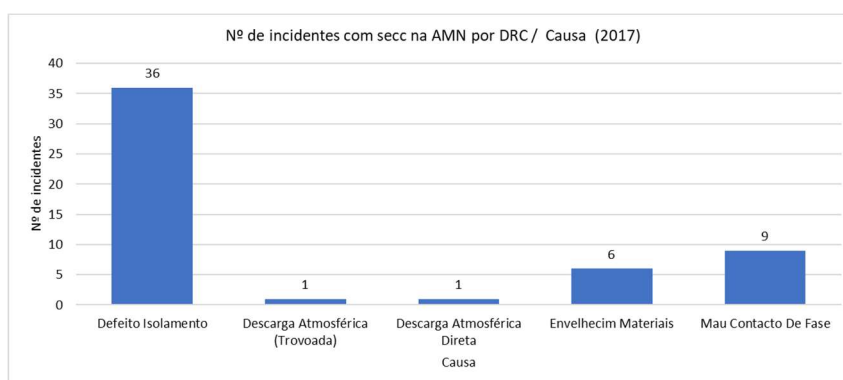


Figura 25: Nº de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN vs Causa (2017)

O gráfico da Figura 25 ilustra o número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN em função da sua causa. Como podemos constatar a primeira causa é o “Defeito de isolamento”, representando 67,92% dos incidentes, seguido do “Mau Contato de Fase” com 16,98%, a terceira maior causa de incidentes é o “Envelhecimento de Materiais” com 11,32% e finalizando ambas com 1,89% dos incidentes as “Descargas Atmosféricas” direta e a trovoada.

A Figura 26 representa os mesmos incidentes, mas agora divididos pelas DRC em estudo.

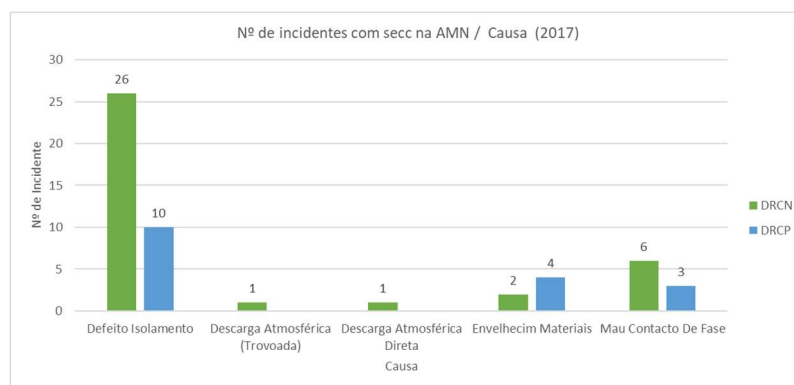


Figura 26: Número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN por DRC por causa (2017)

No total no ano de 2017 ocorreram dezassete incidentes com elemento avariado seccionador na Direção de Redes e Concessões do Porto, dos quais dez foram devidos a um defeito de isolamento correspondendo a 18,87% dos incidentes registados, quatro ao envelhecimento de materiais correspondendo a 7,55% dos incidentes e três ao mau contato de fase correspondendo a 5,66%.

Com mais do dobro dos incidentes com elemento avariado seccionador registados na DRCP, a DRCN registou trinta e seis incidentes no decorrer do ano de 2017, onde a principal causa destes incidentes foi o defeito de isolamento com 49,05% dos incidentes registados. Com 11,32% dos incidentes surge a causa de mau contato de fase, seguida do envelhecimento de materiais com 3,77%. Com apenas um incidente registado a descarga atmosférica direta e trovoada representam 1,89% dos incidentes registados cada.

O gráfico da Figura 27 contém o número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN, versus causa raiz e dividido por ARC.

A área de redes e concessões que registou o maior número de incidentes com elemento avariado seccionador foi a ARCPNGM com um total de vinte e um, com quinze a ter como causa o defeito de isolamento, três o mau contato de fase e uma ao envelhecimento de materiais. Em seguida a ARC da Maia com um total de quinze incidentes com elemento avariado seccionador, dos quais oito tiveram como causa o defeito de isolamento, quatro o envelhecimento de materiais e três o mau contato de fase. A ARCBRVC vem em terceiro com um total oito, sete dos quais foram incidentes devido a um defeito de isolamento e um ao mau contato de fase. Com cinco incidentes com elemento avariado seccionador a ARC de Vila Real registou dois incidentes com causa no defeito de isolamento e mau contato de fase, finalizando com um incidente por uma descarga atmosférica direta.

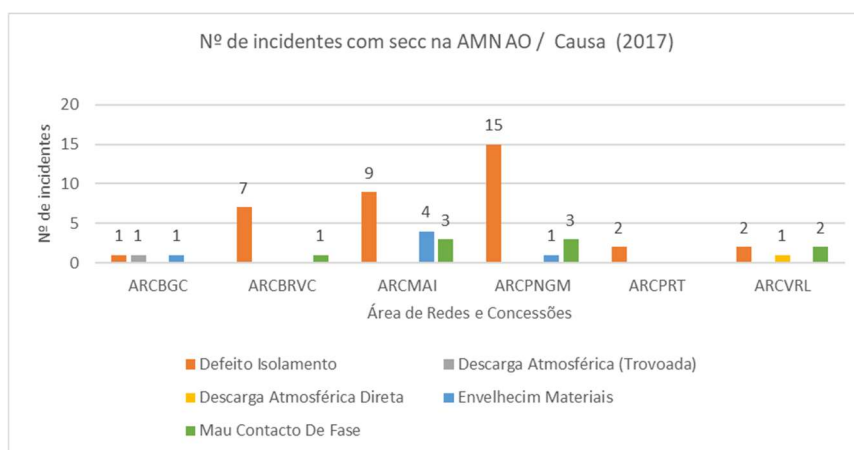


Figura 27: Número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN, versus causa raiz e dividido por ARC. (2017)

A ARC de Bragança registou três incidentes distribuídos por três causas, defeito de isolamento, descarga atmosférica (trovoada) e envelhecimento de materiais. Com apenas incidentes devido ao defeito de isolamento a ARC do Porto registou dois incidentes e a ARC da Maia registou apenas um.

3.6. ANÁLISE GLOBAL (2013 – 2017)

O número total de seccionadores instalados na rede aérea MT da AMN foi obtido através do SIT. O número total de incidentes na rede MT, que tiveram como elemento avariado o seccionador, foi retirado do CRI sendo que, a causa associada a cada uma das avarias, também foram retidas do CRI.

Na Figura 29 é perceptível que o número de seccionadores diminuiu em trinta e três, finalizando com um total de 9865 seccionadores em 2017, sendo considerada uma diminuição residual tendo em conta o número de seccionadores instalados.

No decorrer dos cinco anos foram reportados 332 incidentes com elemento avariado seccionador e 32702 incidentes no total, resultando numa taxa de incidentes com causa no seccionador por número total de incidentes igual a 1,05%.

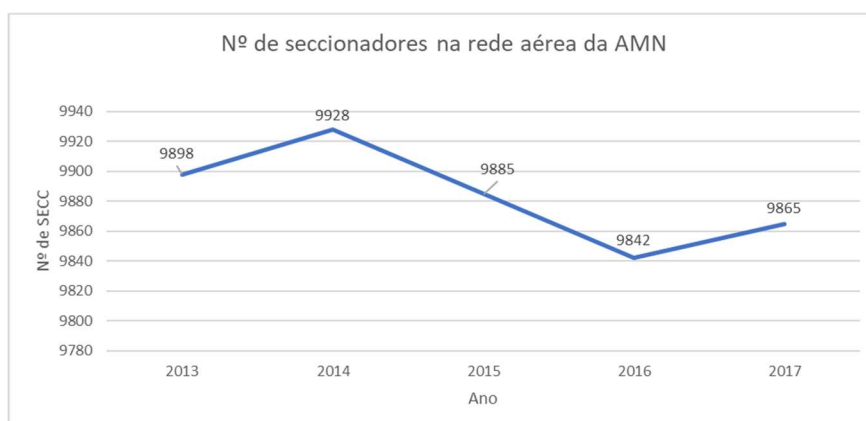


Figura 29: Número de seccionadores na rede aérea da AMN

Taxa de avaria em seccionadores por número de seccionadores instalados na rede acumulada dos cinco anos obteve o valor de 0,67%. Sendo as duas taxas de avarias muito baixas, podemos afirmar que este órgão de manobra é muito robusto e fiável.

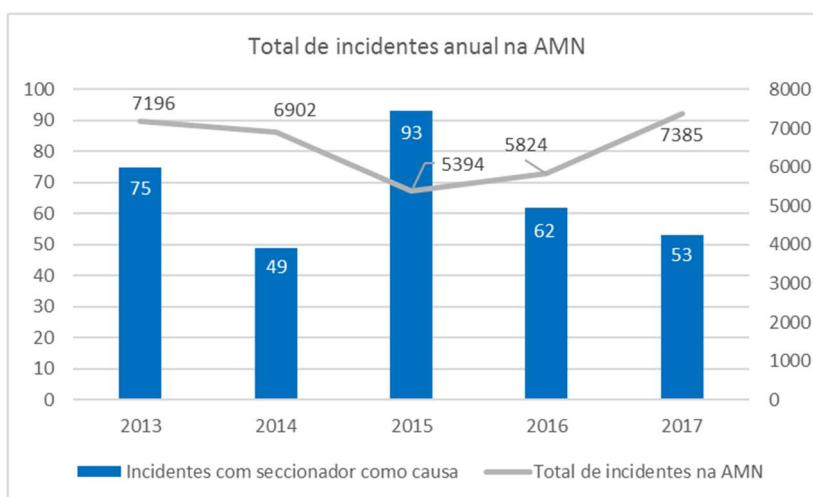


Figura 28: Número total de incidentes/ano com elemento avariado seccionador

O ano onde se registaram mais incidentes foi em 2017 com 7385, já no caso dos incidentes com elemento avariado seccionador foi no ano de 2015 que se registaram mais incidentes,

com 93. Aquilo que se verifica é que a variação do número total de incidentes na rede não coincide com a mesma tendência da variação do número de incidentes com elemento avariado seccionador, como era esperado. Isto reforça a conclusão que o seccionador é um equipamento robusto e fiável. Por exemplo no caso de 2015 foi o ano onde se registado o menor número total de incidentes na rede, mas foi o ano em que se registaram mais incidentes com avaria em seccionador. Reportando às causas raiz dos cinco anos podemos concluir que:

A causa dominante dos cinco anos de estudo, está associada ao defeito de isolamento que registou-se o maior número de incidentes, representando cerca de 73,2% do total de incidentes. O ano de 2015 foi o ano que registou-se mais incidentes com esta causa, contabilizando 77 incidentes, resultando em 83% dos incidentes registados esse ano. O ano que registou menos foi o de 2017 com 36 resultando em 68%.

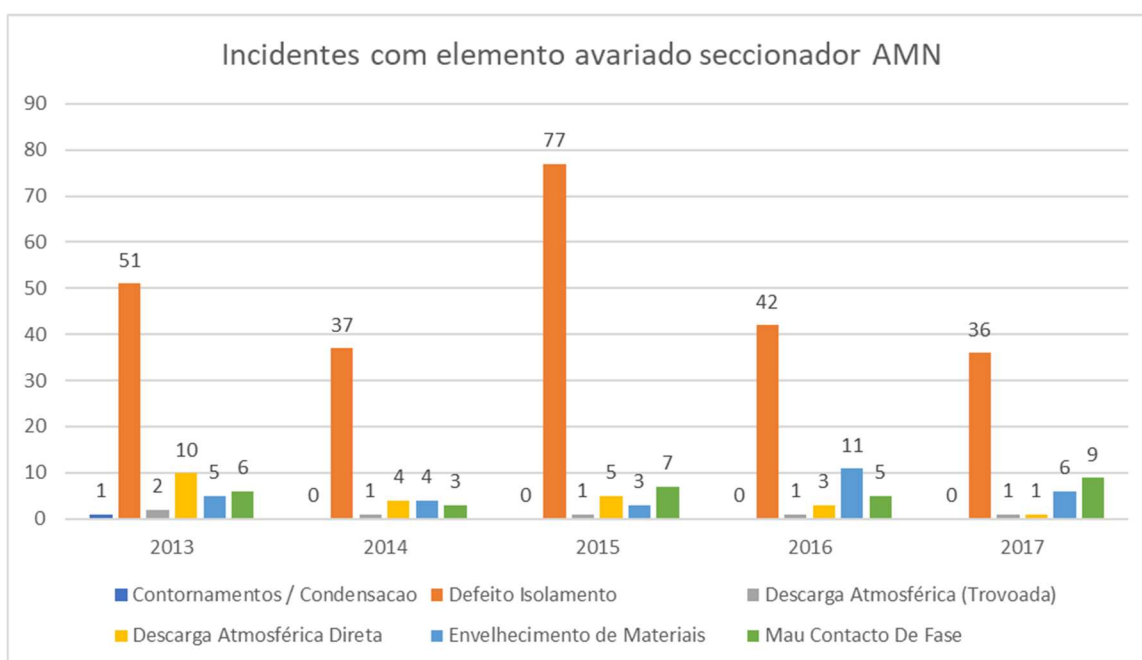


Figura 30: Causas raiz de incidentes com elemento avariado o seccionador na AMN

Como segunda causa, temos o “Mau Contato de Fase” representando 9,1% dos incidentes. Em 2017 registou o maior número de incidentes e consequentemente a maior percentagem, contando com nove incidentes registados, totalizando 17% dos incidentes com elemento avariado seccionador detetados esse ano. Já no ano de 2014 registou o menor número de incidentes, com apenas três, representando 6% dos incidentes registados esse ano.

Em terceiro lugar surge a causa por “Envelhecimento de Materiais” representando 8,7% dos incidentes. No ano de 2016 registou-se um total de onze incidentes com esta causa representando 15% do total de incidentes desse ano, fazendo com que nesse ano tenham sido registados mais incidentes com esta causa raiz e onde este tipo de incidentes tenha tido mais peso, no outro extremo encontra-se o ano de 2015 com apenas três incidentes registados ou 4%.

Como quarta causa surge “Descarga Atmosférica Direta” representando 6,9% dos incidentes. O ano em que se registou o maior número de incidentes foi em 2013 com dez, contabilizando 13% dos incidentes. Já o ano de 2017 foi o ano em que se registaram menos incidentes, com um apenas um, representando 2% dos incidentes registados esse ano.

Com pouca expressão numérica, mas presente em todos os anos os incidentes devido a “Descarga Atmosférica (trovoada)”, registou um máximo de dois incidentes por ano e 1,8% dos incidentes em 2013. Os incidentes com causa por “Contornamentos / Condensação” foi a que menos ocorreu, apenas um incidente no ano de 2013.

O ano que registou o maior número de incidentes com elemento avariado seccionador foi o ano de 2015 com noventa e três, no outro extremo, com o menor número de incidentes ficou o ano de 2014 com quarenta e nove.

Quanto à substituição de seccionadores 2013 foi o ano com o maior número de substituições, setenta e oito no total, com vinte e três 2016 foi ano que registou menos.

A taxa acumulada de seccionadores substituídos em função do total de seccionadores avariados na rede MT da AMN no decorrer dos cinco anos foi de 58,77%, considerando um total de 201 seccionadores substituídos.

3.7. ANÁLISE CONCLUSIVA

Em função dos dados extraídos do SIT sobre o número de seccionadores instalados entre os anos de 2013 e 2017 percebeu-se que o seu número se manteve aproximadamente constante na rede aérea MT da AMN. Já ao número de incidentes na rede aérea MT da AMN (fonte CRI) o mesmo não se verifica, uma vez que a ocorrência dos incidentes para além de ser aleatória, está diretamente ligada às condições atmosféricas adversas que se fazem sentir na AMN.

Através da análise das taxas estudadas neste capítulo fica perceptível constatar que o seccionador é um equipamento robusto, uma vez que o valor mais elevado da taxa de avarias em seccionadores por número de seccionadores instalados na rede (3.1) foi de 0,94%, e da Taxa de avarias em seccionadores por número total de incidentes na rede (3.2) foi 1,72%, ambos para a AMN em 2015. A explicação para estas taxas terem sido superiores no ano de 2015 em relação aos outros anos advém de dois fatores: o primeiro é 2015 ter sido o ano em que ocorreram mais incidentes com elemento avariado seccionador na rede aérea MT da AMN e o segundo é 2015 ter sido o ano em que se registou um menor número de incidentes na rede aérea MT da AMN. O menor número de incidentes com elemento avariado seccionador na rede aérea MT da AMN foi registado no ano de 2014, originado as taxas mais baixas (3.1 e 3.2) com 0,49% e 0,71% respetivamente.

Já na causa raiz dos incidentes com elemento avariado seccionador, constatamos que a primeira causa é o “defeito de isolamento” com 73% do total de incidentes da AMN. Como segunda causa surge o “mau contato de fase” com 9%, seguido do “envelhecimento de materiais” com 8,7%. Em quarto lugar surge a “descarga atmosférica direta” com 6,9%, seguido da “descarga atmosférica (trovoada)” com 1,8%. Em último lugar surge a causa “Contornamentos/ condensação” com apenas 0,3% dos incidentes totais.

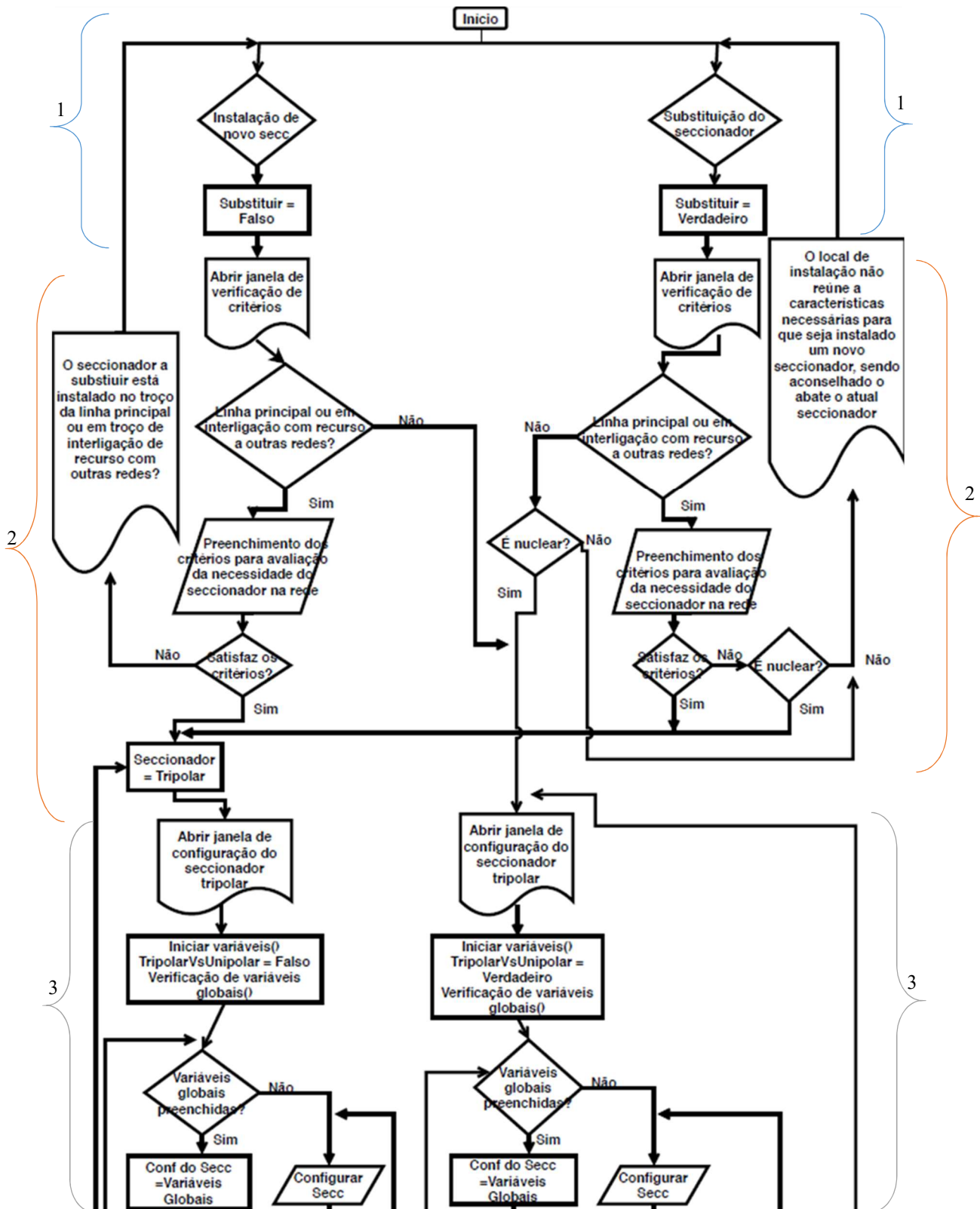
No decorrer dos cinco anos o ano que registou mais substituições de seccionadores foi o ano de 2013 com setenta e oito seccionadores substituídos, no outro extremo encontra-se o ano de 2016 com apenas 23 substituições. No entanto quando analisada a taxa de substituição compreende-se que esta é elevada, sempre superior a 90%, e resulta numa média acumulada de 95% no decorrer dos cinco anos. A diferença entre os seccionadores abatidos e os substituídos incide nos seccionadores abatidos que não são considerados nucleares para a normal exploração da rede e por isso não são substituídos. Com o intuito de simplificar e acelerar o processo de decisão da necessidade ou não de substituição do seccionador e qual o tipo seccionador ideal (unipolar versus tripolar) para substituir os seccionadores abatidos, surge a aplicação explicada no próximo capítulo. Esta é uma aplicação para computador em C# que tem como objetivo aconselhar a utilização de um seccionador unipolar ou um tripolar, em função das diretivas internas da EDP Distribuição.

4. METODOLOGIA DE ESCOLHA E APLICAÇÃO DESENVOLVIDA

Apesar dos seccionadores serem considerados órgãos nucleares para a normal exploração das redes, a sua instalação /substituição na rede, não deve ser feita de uma forma aleatória.

Assim sendo, a EDP Distribuição definiu um conjunto de regras específicas para a instalação/substituição de seccionadores. As regras em causa estão contidas em documentos para apoio à decisão a tomar; quer no caso de instalação de novos, quer no caso de substituição. Tendo presente os custos associados à instalação/substituição destes órgãos, a EDP Distribuição tem vindo a instalar seccionadores unipolares em locais específicos da rede, por serem órgãos com uma redução em cerca de 30% dos custos relativamente ao tripolares. Dado que os seccionadores unipolares só podem ser instalados em locais específicos da rede, é necessário consultar os vários documentos que definem as regras para a sua instalação, o mesmo se verifica para a instalação dos tripolares. Assim sendo, e para evitar a despesa de tempo na consulta destes documentos foi desenvolvida uma aplicação em C# cujo objetivo é a seleção do tipo de seccionador a utilizar para cada local da rede de acordo os procedimentos internos estabelecidos pela empresa.

4.1. FLUXOGRAMA



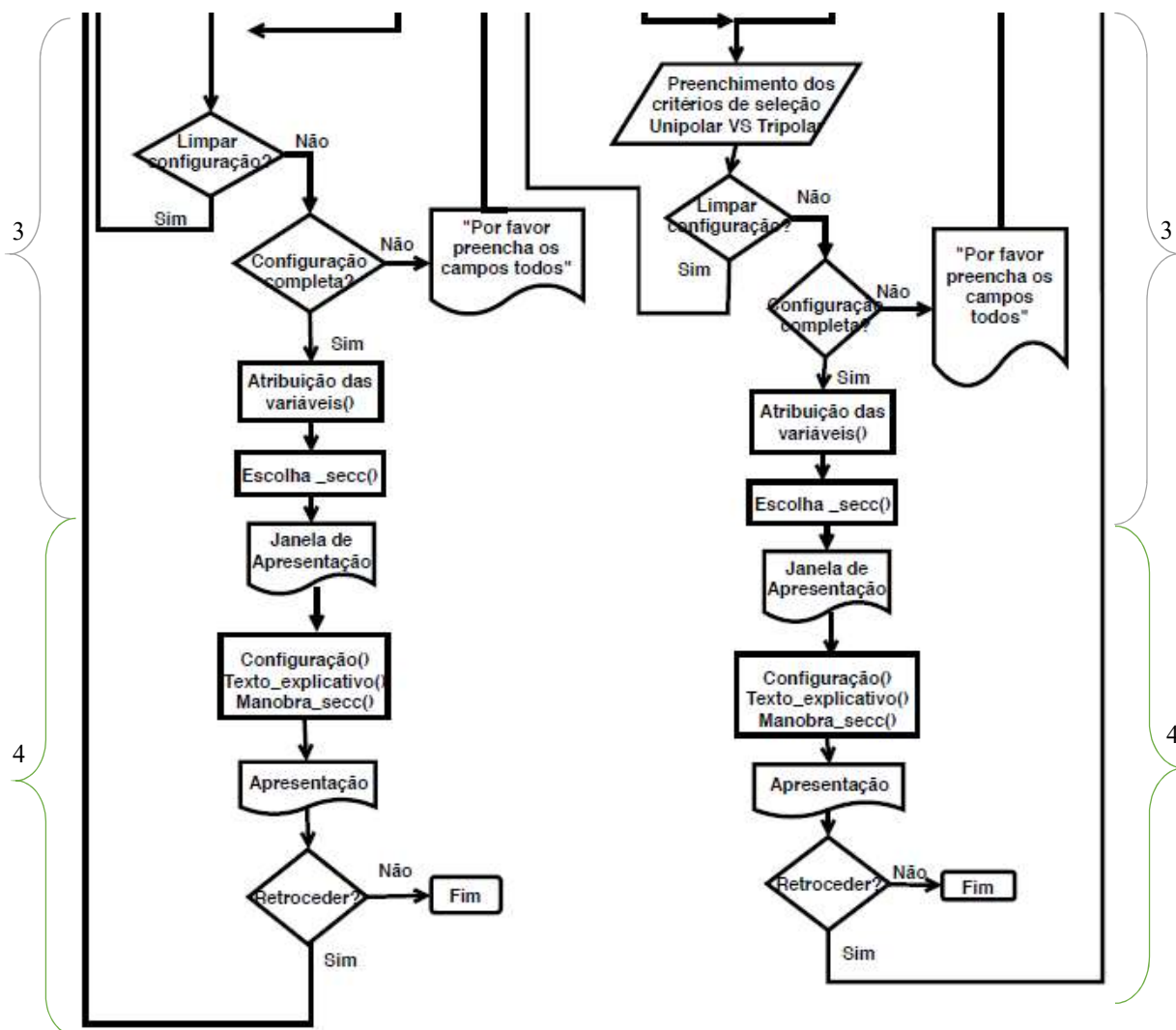


Figura 31 : Fluxograma

O algoritmo foi desenvolvido sobre a forma de fluxograma com o intuito de ser perceptível para a maioria dos leitores e devido à representação gráfica do algoritmo permitir um entendimento mais rápido do mesmo, resultando no fluxograma apresentado na Figura 31.

Uma primeira análise ao fluxograma (Figura 31) permite entender que a aplicação está dividida em duas funcionalidades principais; a primeira é “*Critérios para instalação de novos seccionadores na rede*” aconselhar o melhor seccionador a instalar em um novo local da rede, a segunda é “*Substituição de seccionadores existentes na rede*” que aconselha o seccionador que melhor substitui um que já se encontra instalado na rede. Quando iniciada a aplicação o utilizador deve escolher entre essas duas opções.

A segunda etapa da aplicação está representada pelo número dois, esta etapa pretende determinar o local de instalação do seccionador, se na linha principal / em interligações com recurso a outras redes, ou se vai ser instalado nos restantes locais da rede aérea MT. No caso de ser instalada na linha principal ou em interligações com recurso a outras redes são exibidas ao utilizador quatro questões para determinar se a função do seccionador é ou não nuclear para a normal exploração da rede segundo a diretiva interna (EDP Distribuição, 2003).

Quando é concluído que o seccionador é nuclear para a normal exploração da rede, segue-se a etapa três da aplicação, representada pelo número 3 no fluxograma. Cabe ao utilizador inserir as características elétricas do seccionador (Corrente estipulada, tensão de serviço), o nível de poluição em que este vai ser inserido e se vai estar dentro de uma área de proteção da avifauna. No caso de o local de instalação não ser na linha principal ou em interligações com recurso a outras redes, são ainda realizadas mais três questões ao utilizador para auxiliar na escolha entre seccionadores unipolares e tripolares.

A última etapa da aplicação é dedicada à apresentação dos resultados obtidos e está representada no fluxograma pelo número 4. Esta etapa apresenta o tipo de seccionador a utilizar, unipolar ou tripolar, apresenta as características do seccionador a utilizar, bem como um guia de realização de manobras. Existe ainda a possibilidade de exportar os dados do seccionador para um ficheiro *Excel*.

No decorrer do próximo subcapítulo irão ser explicadas as etapas mais detalhadamente.

4.2. DESCRIÇÃO DAS ETAPAS

A primeira janela, ou menu, serve para introduzir ao utilizador a função da aplicação e os princípios básicos de funcionamento. Com o intuito de esclarecer dúvidas que possam existir na escolha das funcionalidades (quer em termos de configurações, variáveis e/ou resultados) são exibidos pequenos textos descritivos, quando as funcionalidades se encontram sob o ponteiro do rato. A escolha do seccionador apropriado depende das diretivas internas em vigor, que no momento são as seguintes:

- DRE – C64 – 160/N – Edição 3, Revisão 1 (Anon., 2017);
- IS – CE – 20 (EDP Distribuição, 2003);

- DMA – C64 – 163/N (DMA-C64-163/N , 2016)
- DMA – C64 –165/E (DMA-C64-165/E, 2008);
- DMA – C64 – 170/E (DMA-C64-170/E, 2008);
- DMA – C64 – 175/E (DMA-C64-175/E, 2008).

A diretiva DRE-C64-160/N contém os principais critérios de seleção dos seccionadores unipolares, já a diretiva IS-CE-20 contém os critérios que permitem saber se o seccionador é realmente vital no local em questão. As diretivas DMA-C64-165/E, 170 e 175 contém as características elétricas dos seccionadores tripolares utilizados pela EDP Distribuição, as características elétricas dos seccionadores unipolares são apresentadas na diretiva DMA-C64-163/N.

Sendo estes documentos internos da empresa, a aplicação foi dotada de uma funcionalidade que permite a visualização dos mesmos no menu inicial da aplicação, no caso de surgir qualquer tipo de dúvida. É ainda neste menu que o utilizador é encaminhado para as duas principais funcionalidades da aplicação, a de substituir seccionadores que já se encontrem instalados na rede ou a de configurar um seccionador de raiz. A principal diferença na escolha entre estas duas opções vai incidir na verificação se o seccionador é nuclear para a rede. No caso da instalação de novos seccionadores só é aconselhada a instalação de seccionadores que sejam considerados nucleares para a rede, através do cumprimento da norma interna (EDP Distribuição, 2003). Para a substituição de seccionadores o utilizador também pode ter influência na escolha, uma vez que mesmo que o seccionador não satisfaça os critérios, o utilizador por conhecer as vantagens que ele acrescenta ao estar instalado no local, pode afirmar que o seccionador é nuclear para a normal exploração da rede e este deve ser substituído.

Após selecionada a opção “*Critérios para instalação de novos seccionadores na rede*” ou “*Substituição de seccionadores existentes na rede*”, é apresentado ao utilizador um segundo menu, onde o utilizador é em primeiro lugar questionado sobre o local onde este vai ser instalado. Na rede irão ser considerados dois locais de instalação de seccionadores, o primeiro - na linha principal/em interligações com recurso a outras redes, o segundo - restantes locais da rede aérea MT. No caso do seccionador ser instalado na primeira opção, o tipo de seccionador fica automaticamente limitado ao tipo tripolar, devido à diretiva interna

(Anon., 2017) não aconselhar a instalação de seccionadores unipolares nesse tipo de linhas. Nesse caso deve ainda ser avaliada a necessidade do seccionador no local pretendido para o normal funcionamento da rede, essa avaliação é realizada através dos critérios da diretiva interna (EDP Distribuição, 2003), sendo que basta o preencher um dos critérios para que seja considerado nuclear.

Os critérios para verificar que um seccionador é nuclear para o normal funcionamento da linha, estão definidos na norma “IS – CE – 20” (EDP Distribuição, 2003) os seguintes:

- O troço tem um momento elétrico superior a $16(+/- 4)$ MVA.km;
- A distância a outro órgão de manobra é igual ou superior a 10 km;
- Tem como função o basculamento da alimentação;
- Caso esteja integrado numa rede mista, o troço subterrâneo subjacente é superior a 100m.

Após respondidas as questões é verificado se o local de instalação preenche os requisitos, caso preencha passa-se à etapa três do fluxograma, caso contrário é aconselhado que não se instale o seccionador e volta-se à etapa 1 do fluxograma.

Quando o seccionador é instalado na segunda opção, a escolha do tipo de seccionador ainda não pode ser realizada, sendo o utilizador encaminhado para a etapa três.

No caso do utilizador querer retroceder, todos os valores são limpos e este é encaminhado para o menu inicial.

Durante a inicialização da etapa três é executada uma rotina que verifica se já foi configurado algum seccionador previamente, através das variáveis globais. Sempre que um seccionador é configurado essas configurações são guardadas em variáveis globais para que possam ser trabalhadas em páginas da aplicação diferentes, de outra forma as variáveis ficariam limitadas a cada página, sendo que as variáveis globais são limpas sempre que a aplicação é iniciada ou que se retrocede para a segunda etapa do fluxograma. Se as variáveis globais tiverem preenchidas é assumida a configuração do seccionador anterior, sendo apresentada uma configuração com os valores das variáveis globais. Esta funcionalidade permite ao utilizador poupar tempo caso se tenha enganado a preencher as características ou a responder

a alguma questão. No caso de o utilizador querer limpar a configuração existe um botão que o permite designado por “Limpar Configuração”. Quando as variáveis globais estão vazias todos os campos de configuração são iniciados por preencher.

É importante frisar que as variáveis globais vão ser limpas no caso de o utilizador retroceder para o segundo menu (etapa 2 no fluxograma).

No caso de o seccionador ser tripolar - devido ao local de instalação ser na linha principal ou em interligações com recurso a outras redes - apenas é solicitado ao utilizador que configure as características do seccionador. Quando o seccionador pode ser tripolar ou unipolar são colocadas mais três questões ao utilizador para além das características do seccionador. Essas perguntas são referentes a locais em que a diretiva interna (Anon., 2017) não aconselha a utilização de seccionadores unipolares, ou seja, caso a resposta a alguma dessas perguntas seja afirmativa o seccionador aconselhado é tripolar, caso isso não se verifique é unipolar.

É nesta janela que o utilizador deve inserir as características da rede, tensão e corrente nominal, sobre as quais vai operar. A frequência da rede e o número de fases da mesma são constantes, 50 Hz e três fases respetivamente, e por essa razão não foram consideradas para efeitos de escolha do seccionador.

A escolha da tensão e da corrente nominal é realizada a partir dos níveis sobre os quais a rede aérea nacional de MT opera. O nível de tensão pode assumir os seguintes valores: 10 kV, 15 kV e 30 kV. Quanto ao nível de corrente pode assumir o valor de: 200 A, 400 A ou 630 A.

O parâmetro seguinte, altura do apoio, ganhou ainda mais relevância com a implementação de seccionadores unipolares na rede, principalmente devido às diferenças nos procedimentos operativos entre os seccionadores tripolares e unipolares. A escolha da altura do apoio na aplicação permite a apresentação dos procedimentos operativos para o caso em questão. As opções existentes na aplicação são:

- Altura do apoio < 10 m;
- 10 m < Altura do apoio < 18 m;
- Altura do Apoio > 18 m.

Com o decorrer dos anos a empresa tem vindo a tentar diminuir os impactos ambientais das suas linhas, sendo uma delas a proteção da avifauna. Dessa forma a montagem dos seccionadores tem total influência na proteção da mesma, sendo os seccionadores de montagem horizontal os mais prejudiciais para a avifauna, o que implica a utilização da montagem vertical e em casos especiais a implementação de dispositivos de proteção adicionais, como é o caso dos equipamento anti eletrocussão.

Os locais de instalação onde não deverão ser instalados seccionadores unipolares são apresentados na secção 5.2 da diretiva DRE-C64-160/N (Anon., 2017), e são os seguintes:

- Não deverão ser instalados em troços de linhas principais e em troços de interligação de recurso com outras redes;
- Não deverão ser instalados em ramais com mais de 4 postos de transformação a jusante, porque o elevado tempo de manobra, devido à obrigatoriedade de abertura dos seccionadores dos PT (para não se fazer a manobra em carga), prejudica a qualidade de serviço;
- Não deverão ser instalados em transições aéreo-subterrâneas;
- Em ramais que alimentam PT aéreos do ‘tipo A’.

Para o correto funcionamento da configuração devem ser atribuídos valores a todas as variáveis, se isso não acontecer será exibido um aviso que alerta o utilizador dessa necessidade.

Após a escolha das características do seccionador é realizada uma rotina que pesquisa na base de dados um seccionador com as mesmas características. Esta base de dados contem todos os seccionadores tripolares e unipolares, e respetivas características que a EDP Distribuição utiliza na rede elétrica aérea MT. Caso encontre uma correspondência a rotina atribui um código correspondente ao seccionador existente na base completando as restantes características. Após encontrado o seccionador com as características pretendidas, o utilizador é encaminhado para outra janela da aplicação. Nesta nova janela serão apresentadas as características do seccionador escolhidas, uma explicação da escolha do seccionador (unipolar versus tripolar) e fornecidas dicas de manutenibilidade/ manobra do seccionador em caso.

No final é dada a hipótese ao utilizador de imprimir as características do seccionador num ficheiro de *Excel*, juntamente com todas as recomendações. O ficheiro é automaticamente guardado na pasta “Documentos” do computador, com o nome escolhido pelo utilizador, seguido de uma mensagem a informar o utilizador deste procedimento. No caso de o utilizador querer retroceder para alterar as características do seccionador ou proceder à configuração de um novo seccionador deverá seleccionar o botão “retroceder”.

4.3. DADOS ANALISADOS

Dependendo da finalidade pretendida pelo utilizador a proveniência dos dados analisados pode ser diferente, uma vez que quando o utilizador configura um seccionador de raiz os dados são provenientes da configuração na aplicação e quando o utilizador pretende aconselhamento para a substituição os dados são provenientes do “SIT”.

Independentemente da proveniência dos dados, as variáveis que são tidas em conta como fator diferenciador na escolha do seccionador indicado para cada situação são as mesmas. As variáveis em questão são: o local onde o seccionador vai ser instalado, o nível de corrente e de tensão sobre o qual vai operar.

Visto que as características dos seccionadores que se podem instalar na rede elétrica já estão definidas por diretivas internas da empresa, a aplicação desenvolvida apenas pode escolher e apresentar os seccionadores presentes nessas diretivas.

Quanto ao local de instalação não é aconselhada a instalação dos seccionadores unipolares em certos locais como foi referido no ponto 4.2 e é descrito na diretiva interna (Anon., 2017). Sempre que possível e cumpridos os requisitos deve ser dada preferência à instalação de seccionadores unipolares devido à redução de custos que eles apresentam.

A aplicação faz ainda uma análise a fatores como a altura e necessidade de proteção da avifauna. A análise a estas variáveis é realizada de forma geral, uma vez que a altura é utilizada para fornecer aconselhamento sobre a manobra do seccionador (no caso do unipolar).

Para além destas características é ainda tido em conta se o seccionador irá ser instalado em locais onde a avifauna seja protegida, e nesses casos a montagem adotada deve ser a vertical.

4.4. CASOS DE ESTUDO

Para demonstrar o funcionamento da aplicação foram considerados cinco casos de estudo, com base em exemplos reais.

Estes casos de estudo vão permitir utilizar a aplicação nos dois modos de funcionamento, sendo estes, a configuração de um seccionador para implementar na rede aérea MT e o aconselhamento para a substituição de um seccionador na rede aérea MT.

4.4.1. CASO DE ESTUDO 1

O primeiro caso de estudo incide sobre a configuração de um novo seccionador a implementar na rede.

Para começar essa configuração deve ser escolhido no menu inicial a opção “Critérios para instalação de novos seccionadores na rede”, Figura 32, após essa escolha é apresentada a janela com os critérios para a instalação de seccionadores.



Figura 32: Menu principal da aplicação, caso de estudo 1

Inicialmente o utilizador é questionado sobre o local de instalação do seccionador, isto é, se vai ser instalado no troço da linha principal ou em troço de interligação de recurso com outras redes. Neste caso o seccionador vai ser instalado no troço da linha principal, ao que o utilizador deve responder “Sim” à questão, como está ilustrado na Figura 33.

Como a resposta à questão foi sim, serão ainda realizadas mais quatro questões com o intuito de determinar se o seccionador é nuclear para a normal exploração da rede onde este vai ser inserido. Neste caso, o seccionador não satisfaz nenhum dos critérios, o que implica que este não seja considerado nuclear para a normal exploração da rede, sendo exibida uma mensagem a informar o utilizador dessa situação, conforme ilustrado na Figura 34.

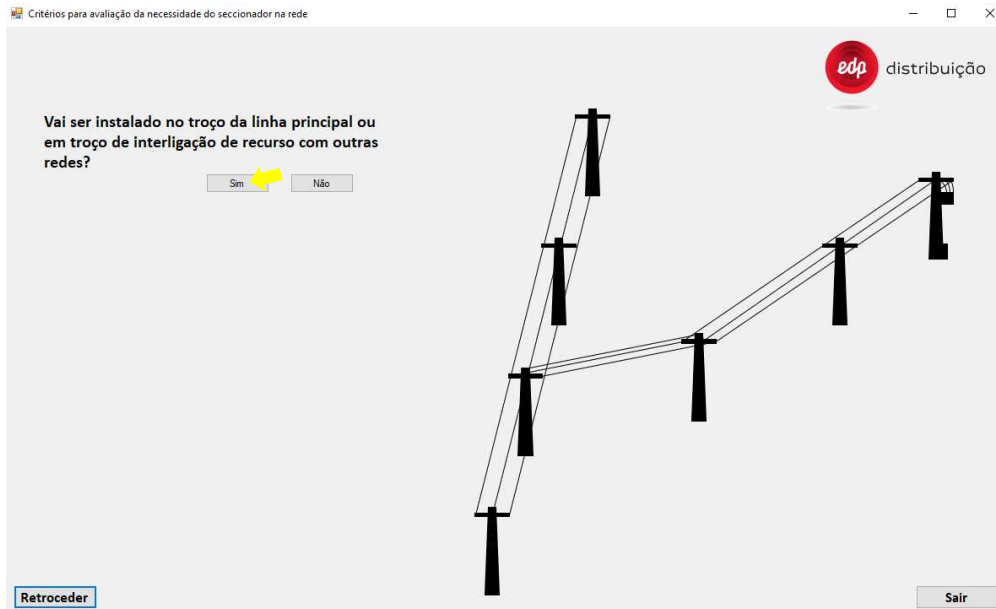


Figura 33: Janela dos critérios para instalação de novos seccionadores na rede, caso de estudo 1

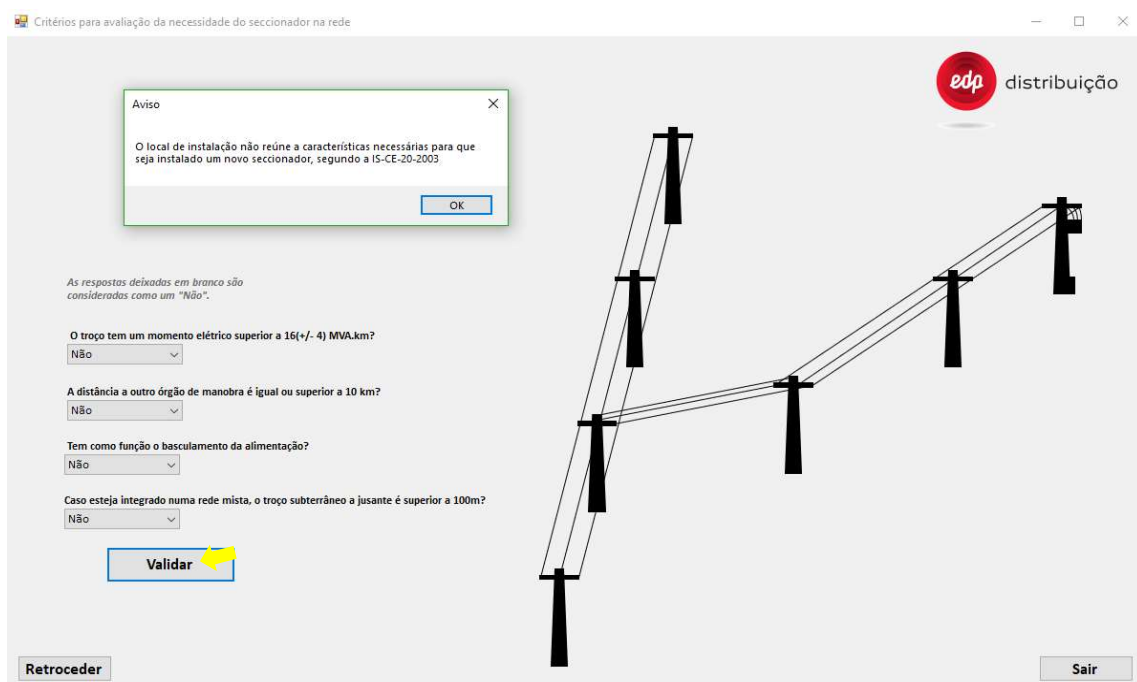


Figura 34: Mensagem de aviso que o seccionador não satisfaz os critérios da IS-CE-20-2003

Apos confirmada a visualização da mensagem o utilizador é encaminhado para o menu inicial, Figura 32.

4.4.2. CASO DE ESTUDO 2

O caso de estudo 2 também contempla um novo seccionador a ser instalado na rede, este também vai ser instalado na linha principal, mas neste caso o seccionador vai ter como função o basculamento da alimentação, o que significa que cumpre um dos requisitos da IS-CE-20-2003.

Após validados os critérios para avaliação da necessidade do seccionador na rede, vai ser apresentado ao utilizador a janela de configuração do seccionador, Figura 35.

O seccionador deste caso de estudo vai ser instalado em uma rede com uma tensão de serviço de 15 kV e uma corrente estipulada de 400 A.

O local onde este vai ser instalado não está compreendido na zona de proteção da avifauna, em relação à altura de instalação do seccionador este vai ser instalado a 15 m, estando contido entre os 10 e os 18 m.

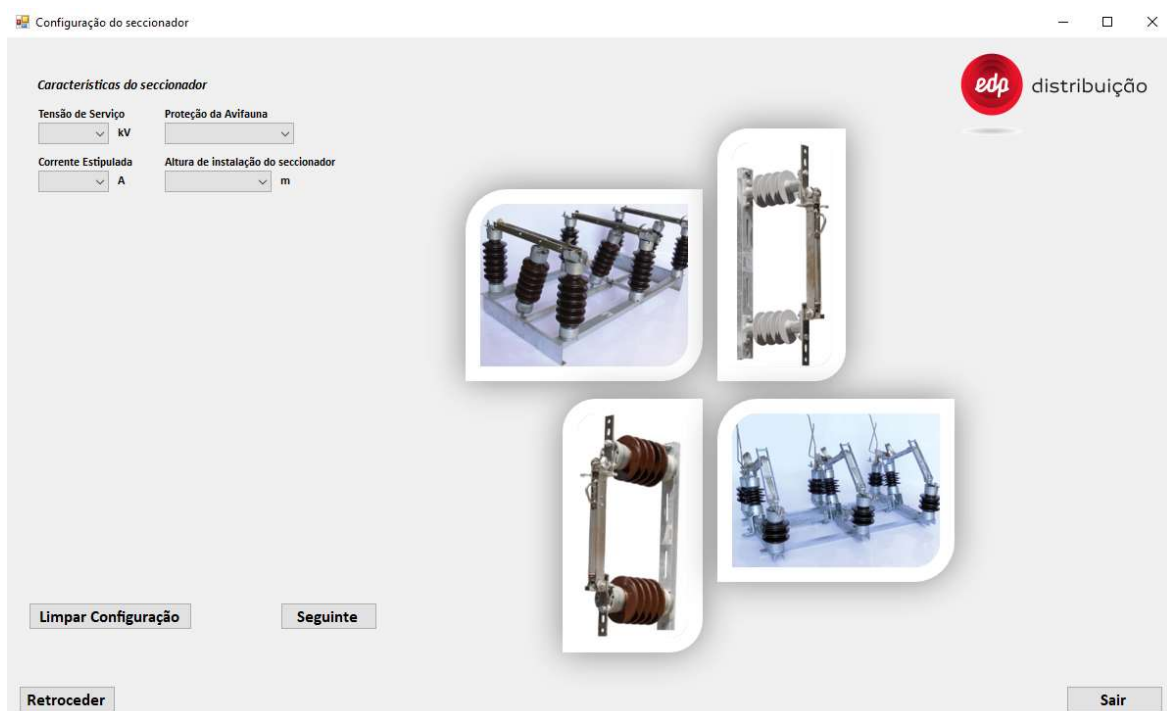


Figura 35: Janela de configuração do seccionador

Depois configurado o seccionador será apresentado ao utilizador o seccionador aconselhado para o local e configuração pretendida, Figura 36.

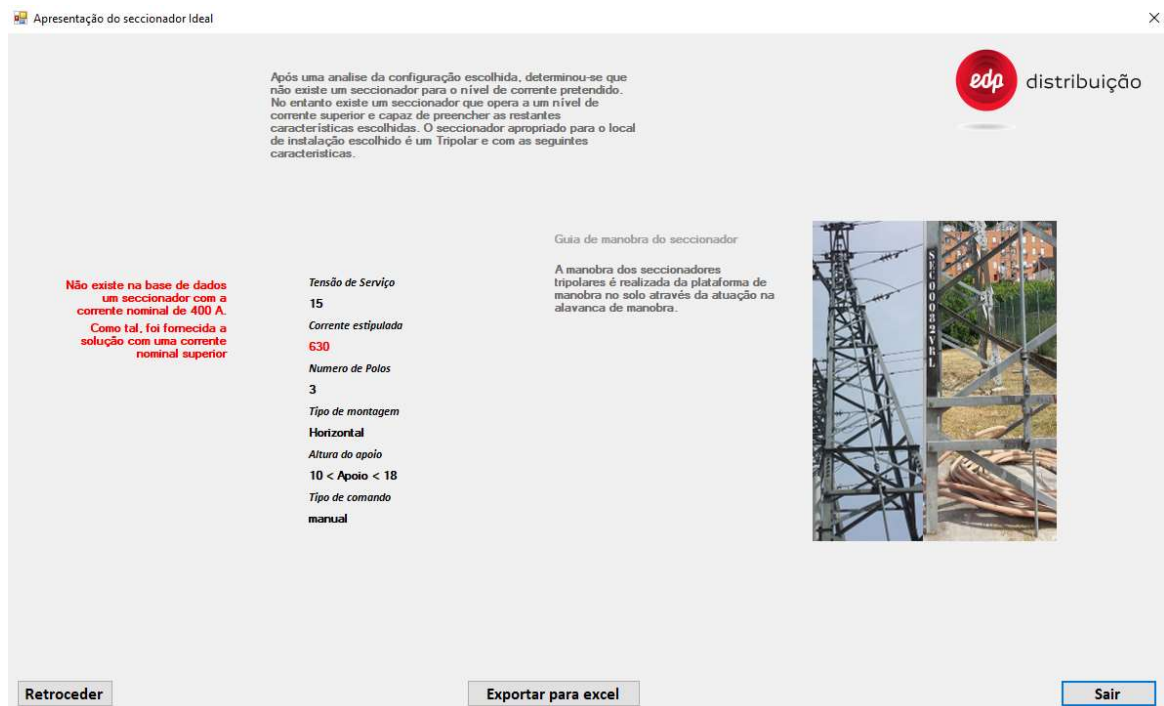


Figura 36: Janela de apresentação do seccionador ideal (tripolar)

Neste caso não existe nenhum seccionador que perfaça a totalidade das características pretendidas, por não existir na base de dados nenhum seccionador com o nível de corrente pretendido (DMA-C64-170/E, 2008). Mas conforme explicado no texto inicial e nos textos a cor vermelha existe um com características semelhantes diferindo apenas na corrente, uma vez que opera com uma corrente estipulada superior.

Para além das características escolhidas pelo utilizador é apresentado o tipo de montagem aconselhado e um guia de manobra do seccionador.

O seccionador aconselhado foi um seccionador tripolar, devido ao facto de não ser aconselhada a instalação de seccionadores unipolares nas linhas principais (Anon., 2017), este opera a uma tensão de serviço de 15 kV e com uma corrente estipulada de 630 A.

Deve ser instalado na horizontal, entre 10 e os 18 metros de altura, o tipo de comando é manual e deve ser operado da base do poste.

4.4.3. CASO DE ESTUDO 3

Este caso de estudo incidiu na instalação de um novo seccionador numa linha secundária, diferindo dos anteriores casos de estudo, em que os seccionadores envolvidos iam ser instalados em linhas principais.

Para tal o utilizador teve de seleccionar “*Critérios para instalação de novos seccionadores na rede*” no menu inicial, Figura 32, e responder “*não*” à questão da janela dos critérios para instalação de novos seccionadores na rede, Figura 33. Como o local de instalação não vai ser na linha principal ou em troço de interligação de recurso com outras redes, o seccionador a instalar pode ser unipolar ou tripolar, sendo necessário questionar o utilizador sobre o local de instalação deste na janela de configuração do seccionador, Figura 37.

Neste caso o seccionador vai ser instalado numa linha com uma tensão de serviço de 15 kV e com 400 A de corrente estipulada. O local de instalação encontra-se dentro da zona de proteção da avifauna e como tal esta vai ser exigida sendo o seccionador para instalar a uma altura de 9 m.

Configuração do seccionador

edp distribuição

Características do seccionador

Tensão de Serviço: 15 kV

Proteção da Avifauna: Sim

Corrente Estipulada: 400 A

Altura de instalação do seccionador: Apoio < 10 m

As respostas deixadas em branco são consideradas como um "Não".

O ramal onde vai ser instalado contém mais de 4 postos de transformação a jusante?
Não

Vai ser instalado em uma transição aéreo-subterrânea?
Não

Vai ser instalado em ramais que alimentam PT aéreos do tipo A? ?
Não

Limpar Configuração Seguinte

Retroceder Sair

Figura 37: Janela de configuração do seccionador (unipolar ou tripolar)

As restantes três questões pretendem determinar se o seccionador pode ser unipolar ou tem de ser tripolar, no caso de a resposta a alguma das questões ser positiva o seccionador a utilizar é obrigatoriamente tripolar, caso contrário este pode ser unipolar.

Sendo a qualidade de serviço uma das principais áreas da EDP Distribuição, é expectável que a implementação de novos equipamentos na rede não deva ter implicações negativas na mesma. Para tal não ocorrer é desaconselhada a implementação de seccionadores unipolares em ramais com mais de quatro transformadores a jusante, devido à obrigatoriedade de isolamento dos postos de transformação para a realização de manobras, o que implicaria um elevado tempo de manobra e por consequente uma penalização na qualidade de serviço.

O seccionador a instalar não coincide com nenhum dos locais referidos nas três questões e como tal, o seccionador aconselhado é um seccionador unipolar, Figura 38.



Figura 38: Janela de apresentação do seccionador ideal (unipolar)

O texto inicial identifica logo o seccionador aconselhado como um seccionador unipolar, é ainda explicado para além das características inseridas pelo utilizador que quando é desejada a proteção da avifauna o tipo de montagem aconselhado é a vertical. O guia de manobra do seccionador unipolar é mais extenso pois existem três formas de realizar a manobra, devendo ser o utilizador a optar pela que mais lhe convêm em cada situação e local em que o seccionador unipolar se encontra instalado.

4.4.4. CASO DE ESTUDO 4

Este caso de estudo analisa a utilização da aplicação para a substituição de um seccionador que avariou num troço de interligação de recurso com outras redes. Neste caso o utilizador

deve seleccionar a opção “*Substituição de seccionadores existentes na rede*” na rede no menu inicial da aplicação, Figura 32.

Após seleccionada essa opção o utilizador é encaminhado para a janela dos critérios de avaliação da necessidade do seccionador na rede, Figura 33, como foi dito no início deste caso de estudo o seccionador a substituir encontrava-se instalado num troço de interligação de recurso a outras redes, devendo ser respondido “sim” à questão (da Figura 33). Em consequência ao resultado à resposta ser positivo, são realizadas mais quatro questões ainda na mesma janela, tendo estas a função de determinar a necessidade de substituir o órgão de corte em questão. Para a situação em análise, o seccionador não satisfaz nenhum dos critérios de avaliação da necessidade do seccionador na rede. Mas como se trata de uma substituição de um seccionador já existente na linha, e tendo em conta o conhecimento que o utilizador possui, é considerado que o seccionador é nuclear para a normal exploração da rede.

Critérios para avaliação da necessidade do seccionador na rede

edp distribuição

As respostas deixadas em branco são consideradas como um "Não".

O troço tem um momento elétrico superior a 16(+/- 4) MVA.km?
Não

A distância a outro órgão de manobra é igual ou superior a 10 km?
Não

Tem como função o basculamento da alimentação?
Não

Caso esteja integrado numa rede mista, o troço subterrâneo a jusante é superior a 100m?
Não

Validar

Retroceder

Sair

Substituir

Considera o seccionador nuclear para a normal exploração da rede?
Sim Não

Figura 39: Avaliação da necessidade do seccionador para a normal exploração da rede, linha principal

Neste caso o seccionador a substituir encontra-se próximo de um seccionador que tem como função o basculamento da alimentação, sendo então previsível que o seccionador a substituir não fosse necessário. Mas tendo em conta que o seccionador que satisfaz o critério de basculamento da alimentação se encontra numa propriedade privada totalmente vedada, e de acesso restrito, a sua manobra requerer licenças para entrar nos terrenos previamente

combinadas com os donos do terreno, o que em situações de avarias irá prejudicar os indicadores da qualidade de serviço. Dessa forma o seccionador a substituir embora não perfaça os critérios encontra-se instalado com o intuito de melhorar os indicadores de qualidade de serviço, sendo assim considerado nuclear para a normal exploração da rede, Figura 39.

Depois de validada a necessidade de substituição do seccionador, o utilizador é encaminhado para a janela de configuração do seccionador onde deverá proceder à configuração do seccionador, como foi explicado no caso de estudo 2, ponto 4.3.2.

4.4.5. CASO DE ESTUDO 5

Este caso de estudo incide sobre a substituição de um seccionador instalado em uma linha secundária, sendo o seccionador de isolamento do posto de transformação mais a jusante do ramal. Como se trata de uma substituição de um seccionador já existente na rede deve ser selecionada a opção “Substituição de seccionadores existentes” no menu inicial da aplicação, Figura 32. Devido ao facto de se encontrar instalado em uma linha secundária deverá ser respondido “não” à primeira questão na janela de dos critérios de avaliação da necessidade do seccionador na rede, Figura 33.

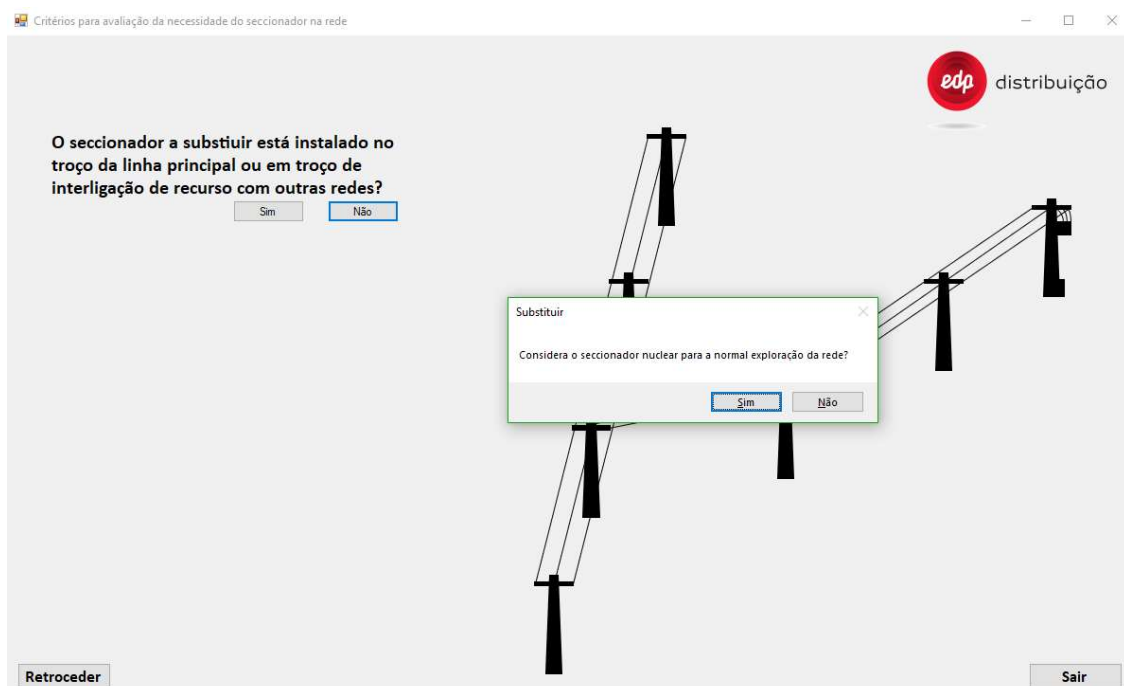


Figura 40: Avaliação da necessidade do seccionador para a normal exploração da rede, linha secundária

Mas como se trata de uma substituição o utilizador é questionado sobre a necessidade de substituição do seccionador para a normal exploração da rede, com o intuito de não substituir seccionadores que não acrescentem valor à normal exploração da rede, Figura 40.

Neste caso como o seccionador tem como função o isolamento de um posto de transformação, é nuclear para a normal exploração da rede uma vez que o isolamento do transformador é requerido para a deteção de avarias.

Após a validação da necessidade de substituição do seccionador para a normal exploração da rede, o utilizador é encaminhado para a janela de configuração do seccionador, Figura 37.

O seccionador a substituir opera a uma tensão de serviço de 30 kV e com uma corrente estipulada de 400 A, não sendo necessária a proteção da avifauna e vai ser instalado a uma altura de 13 m.

Devido ao local de instalação do seccionador a substituir ser no posto de transformação mais a jusante do ramal, não satisfaz nenhum dos critérios para os quais é aconselhado a utilização do seccionador tripolar, resultando no aconselhamento de um seccionador unipolar, Figura 41.

Apresentação do seccionador Ideal

O seccionador apropriado para o local de instalação escolhido é um Unipolar e com as seguintes características:

Tensão de Serviço
30

Corrente estipulada
400

Numero de Polos
1

Tipo de montagem
Horizontal Invertida

Altura do apoio
10 < Apoio < 18

Tipo de comando
Com recurso a uma vara de manobra

Guia de manobra do seccionador

Para manobrar o seccionador deverá ser montada uma plataforma de manobra fixa ao poste, a uma distância de 3,9m abaixo da armação onde estão montados os equipamentos. A plataforma deverá ser ligada à terra do apoio, de acordo com o estipulado no Guia Técnico de Terras.

A manobra será efetuada com o operador apoiado sobre a plataforma de manobra, e através de vara de manobra isolada normal (vara de gancho com 2,4m);

A manobra pode ser realizada a partir de uma barquinha, qualquer que seja a altura de montagem dos equipamentos.

edp distribuição

Plataforma de manobra
3,9 m

Retroceder Exportar para excel Sair

Figura 41: Janela de apresentação do seccionador ideal (unipolar 2)

O seccionador aconselhado na substituição do seccionador em questão, é um seccionador com uma tensão de serviço de 30 kV e uma corrente estipulada de 400 A, sem necessidade da proteção da avifauna e instalado a uma altura de 13 m.

O tipo de montagem aconselhada é a horizontal invertida e a manobra deve ser realizada com recurso a uma vara de manobra.

Caso o utilizador queira guardar os dados do seccionador para um ficheiro *Excel* deve escrever o nome do ficheiro no espaço em branco e de seguida seleccionar o botão exportar para *Excel*.

Será de seguida exibido uma mensagem a informar o utilizador onde o ficheiro foi guardado e com que nome foi guardado, Figura 42.

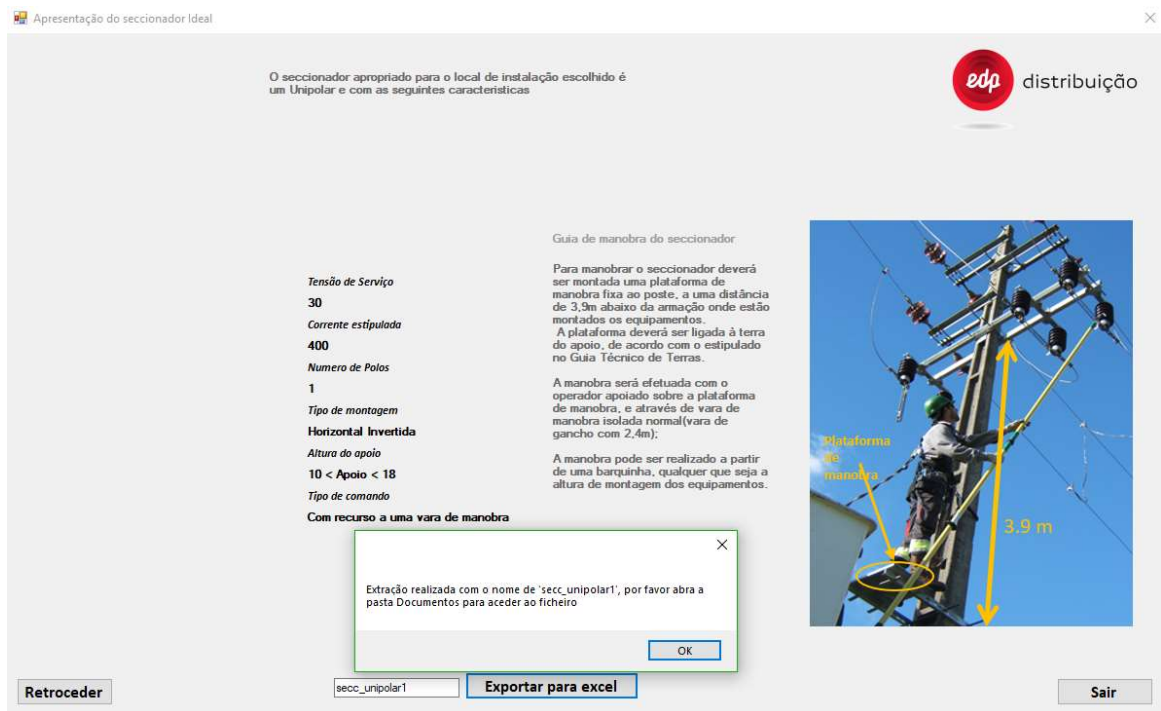


Figura 42: Mensagem de informação do ficheiro Excel guardado.

4.5. ANÁLISE CONCLUSIVA

Neste capítulo descreveu-se a aplicação desenvolvida, explicou-se o seu funcionamento e os seus objetivos. Começou-se por fazer uma breve contextualização do tema e explicar os problemas que a aplicação pretende resolver e como os vai resolver. De seguida é apresentado o fluxograma da aplicação para dar a entender o funcionamento da aplicação e

os seus procedimentos operativos. Através do fluxograma entendemos a arquitetura da aplicação, na qual são ilustradas as interligações entre os processos.

Depois de apresentado o fluxograma são descritas e explicadas as etapas constituintes da aplicação. Começou-se por explicar o menu inicial da aplicação e as normas internas pelas quais a aplicação se rege, seguindo-se a explicação do processo de aconselhamento sobre a configuração de um novo seccionador a implementar na rede. Sendo explicadas todas as rotinas que colmatam ao aconselhamento do seccionador ideal para a configuração escolhida. O mesmo tipo de análise e explicação é realizado no caso do aconselhamento da substituição de seccionadores instalados na rede.

Através da utilização da aplicação a escolha entre seccionadores unipolares versus tripolares é realizada de forma automática, tendo em conta as normas internas da EDP Distribuição, evitando assim a procura destas normas pelos operadores, poupando tempo, e aplicando o mesmo critério de escolha a todos, enfatizando a uniformidade na escolha.

A utilização da aplicação também ajuda a evitar a proliferação de seccionadores desnecessários na rede aérea MT, o que implica uma mais valia para a empresa nos campos de gestão da rede, mitigação dos pontos suscetíveis a avarias e eliminação de custos desnecessários (custo de instalação de seccionadores e respetiva manutenção).

A aplicação pode ainda ser utilizada como base de dados, uma vez que possibilita a visualização dos documentos internos da empresa referentes aos seccionadores unipolares e tripolares. Possibilitando assim ao utilizador uma forma rápida de acesso às diretivas de manutenção e manobra dos mesmos.

Em suma, a aplicação representa uma mais valia para empresa, uma vez que através da utilização desta o processo de escolha fica mais claro, uniforme e célere.

5. CONCLUSÕES

5.1. SÍNTESE CONCLUSIVA

A presente dissertação tinha como objetivos a análise ao desempenho dos seccionadores instalados na rede aérea MT, determinando para o efeito as taxas de avarias associada a este órgão de manobra, respetivas causas raiz e por último, a escolha adequada do tipo de seccionador a utilizar em locais específicos da rede, tripolar versus unipolar.

Para o cálculo das taxas de avarias foi tido em conta: o número de seccionadores instalados na rede aérea MT da AMN, o número total de incidentes que ocorreram na rede MT da AMN e o número de incidentes com elemento avariado seccionador na AMN. foram analisados valores anuais entre 2013 e 2017 (inclusive).

Como complemento a estas taxas, foi calculada também a taxa de substituição de seccionadores, considerando para o efeito a relação entre o número de seccionadores substituídos e o número de seccionadores abatidos, valores anuais entre 2013 e 2017 (inclusive).

Podendo-se concluir dos valores obtidos nas taxas de avarias e dos elementos que as constituem que:

- O número de seccionadores instalados na rede aérea MT da AMN no período em estudo, não sofreu alterações significativas ao longo dos anos.
- Não existe relação entre a variação do número total de incidentes da AMN e a variação do número de incidentes com elemento avariado seccionador da AMN. Isto é, a um maior número total de incidentes na rede, não corresponde um maior número de incidentes com elemento avariado seccionador.
- O número de incidentes que ocorrem de ano para ano é aleatório, uma vez que o seu acontecimento está relacionado em grande parte com fatores externos à rede como as condições atmosféricas adversas, desastres naturais e avifauna;

- Não existem discrepâncias significativas entre as duas taxas de avarias;
- A DRCP registou em 2014 um ano fora do normal, registando apenas cinco incidentes com elemento avariado seccionador, destacando-se dos restantes anos em que o mínimo foi catorze. Essa diferença foi demonstrada nas taxas de avarias, resultando no valor mais baixo registado no período estudado;
- O ano de 2015 foi um ano fora do comum para a DRCN, registando um total de setenta e sete incidentes com elemento avariado, valor consideravelmente elevado quando comparado com os restantes anos, sendo esse facto demonstrado nas taxas de avarias, resultando no valor mais alto registado no período estudado.

Tendo em conta os valores obtidos nas taxas de avarias, é seguro afirmar que o seccionador é um equipamento robusto, uma vez que as taxas de avarias neste órgão apresentaram valores baixos (nunca maior que 1,75%).

Relatando a percentagem de seccionadores substituídos em função do número de seccionadores abatidos, a taxa de substituição foi no decorrer do período em estudo sempre maior que 90% e atingiu o valor de 100% em 2017, podendo-se retirar duas conclusões destes factos:

- Que existiam locais na rede onde estavam instalados seccionadores, mas estes não acrescentavam uma mais valia para a normal exploração da rede, não sendo por isso substituídos;
- O seccionador é na maioria dos casos considerado nuclear para a normal exploração da rede, resultando assim na elevada taxa de substituição.

Do estudo às causas raiz dos incidentes com elemento avariado seccionador na AMN conclui-se que:

- O defeito de isolamento foi a principal causa raiz, por uma larga margem, contabilizando 73% de todos os incidentes com elemento avariado seccionador na AMN;
- O ano de 2013 foi um ano fora do normal para a causa raiz de descarga atmosférica direta, contabilizando dez incidentes;

- O ano de 2016 foi um ano fora do normal para a causa raiz envelhecimento de materiais, contabilizando onze incidentes;
- A causa raiz de incidentes por contornamentos/condensação foi a que menos ocorreu, contabilizando apenas um incidente durante o período analisado em 2013.

O último objetivo desta dissertação era a realização de uma aplicação que aconselhasse o melhor tipo de seccionador em cada situação e ao mesmo tempo que evitasse a instalação/substituição de seccionadores que não fossem necessários para a normal exploração da rede. O objetivo foi cumprido com sucesso, tendo sido desenvolvida uma aplicação que acrescenta valor para a EDP Distribuição pelos seguintes fatores:

- A utilização da aplicação torna automática a escolha entre seccionadores tripolares versus unipolares, operando sobre os critérios das diretivas internas da empresa;
- Implica uma poupança de tempo por parte dos operadores que não necessitam de procurar e ler as diretivas internas para saber que tipo de seccionador devem utilizar;
- Através da aplicação dos mesmos critérios de escolha enfatizam a uniformidade nas escolhas realizadas;
- Evita a proliferação de seccionadores desnecessários na rede aérea MT, o que resulta numa mais valia nos campos de gestão da rede, mitigação de pontos suscetíveis a avarias e eliminação de custos desnecessários (custo da instalação de seccionadores e respetiva manutenção);
- Possibilita ao utilizador uma forma rápida de acesso às diretivas internas da empresa para a instalação/substituição de seccionadores.
- Podendo assim concluir-se que a aplicação representa uma mais valia para EDP Distribuição, uma vez que através da utilização desta otimiza o processo de escolha ficando este mais claro, uniforme e célere.

5.2. LIMITAÇÕES DA FERRAMENTA DESENVOLVIDA

A principal limitação da ferramenta desenvolvida é a sua dependência das diretivas internas em vigor da empresa uma vez que, uma alteração nas mesmas implica a adaptação do código às mesmas.

Pode ainda ser considerada como outra limitação a não inclusão dos seccionadores *cutouts* na aplicação, visto que estes também podem ser considerado uma alternativa.

5.3. PERSPETIVA FUTURA

Tendo em atenção o elevado número de incidentes ocorridos devido a defeito no isolamento, é sugerido que seja realizado um estudo que permita mitigar a ocorrência deste tipo de incidentes em casos futuros.

Outro trabalho que poderá ser desenvolvido é a criação de outras aplicações como esta para componentes como órgão de corte (OCR) e interruptores-seccionadores, visando também clarificar o processo de escolha, uniformizá-lo e torná-lo mais célere.

Referências Documentais

60071-1, CEI Std, n.d. *Insulation co-ordination - Part 1: Definitions, principles and rules, Eighth edition*, s.l.: s.n.

Anon., 2018. *IPMA*. [Online]

Available at: <https://www.ipma.pt/pt/educativa/tempo.clima/index.jsp?page=clima.pt.xml>

Anon., n.d. *TVI 24*. [Online]

Available at: <http://www.tvi24.iol.pt/sociedade/doris/mau-tempo-portugal-sob-aviso-vermelho>

[Accessed 5 5 2018].

Anon., n.d. *Vitor Baía*. [Online]

Available at: <https://vitorbaiameteo.pt/2017/12/10/tempestade-ana-domingo-10-12-2017/>

[Accessed 5 2018].

Atmosfera, I. P. d. M. e. d., 2014. *Boletim Climatológico Anual Portugal Continental*, s.l.: Instituto Português do Mar e da Atmosfera, I.P..

Atmosfera, I. P. d. M. e. d., 2015. *Boletim Climatológico Anual Portugal Continental*, s.l.: Instituto Português do Mar e da Atmosfera, I.P..

Atmosfera, I. P. d. M. e. d., 2016. *Boletim Climatológico Anual Portugal Continental*, s.l.: Instituto Português do Mar e da Atmosfera, I.P..

Atmosfera, I. P. d. M. e. d., 2017. *Boletim Climatológico Anual Portugal Continental*, s.l.: Instituto Português do Mar e da Atmosfera, I.P..

EDP Distribuição, 2003. *IS N° CE 20*. s.l.:s.n.

EDP Distribuição, 2008. *DMA-C64-165/E*, s.l.: DTI – Direção de Tecnologia e Inovação.

EDP Distribuição, 2008. *DMA-C64-170/E*, s.l.: DTI - Direção de Tecnologia e Inovação.

EDP Distribuição, 2008. *DMA-C64-175/E*, s.l.: DTI - Direção de Tecnologia e Inovação,.

EDP Distribuição, 2015. *Seccionadores de linhas aéreas MT*. s.l.:move with success.

EDP Distribuição, 2016. *DMA-C64-163/N*, s.l.: DTI – Direção de Tecnologia e Inovação.

EDP Distribuição, 2017. *DRE-C64-160/N*, s.l.: DTI - Direção de Tecnologia e Inovação.

GTAS, 2005. [Online]

Available at: <http://www2.icnf.pt/portal/pn/biodiversidade/gestao-biodiv/resource/doc/impact-linh-elet/protoc1-correcao-linhas>

Instituto Português do Mar e da Atmosfera, 2013. *Boletim Climatológico Anual Portugal Continental*, s.l.: Instituto Português do Mar e da Atmosfera, I.P..

Jayne da Costa, n.d. *Jayne da Costa*. [Online]

Available at: www.jaymedacosta.pt/wp-content/uploads/2011/01/sec_tripolar_exterior_icmh1.pdf

[Accessed Janeiro 2018].

Jayne da Costa, n.d. *Jayne da Costa*. [Online]

Available at: http://www.jaymedacosta.pt/wp-content/uploads/2011/01/sec_tripolar_exterior_iclg1.pdf

[Accessed Janeiro 2018].

Kleber Franke PortellaI, P. F. et al., 2018. *SciELO*. [Online]

Available at: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422008000200029

Norma 60815, 29-10-2008. *Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 1: Definitions, information and general principles*, s.l.: IEC.

Anexo A. Manual de utilização da aplicação

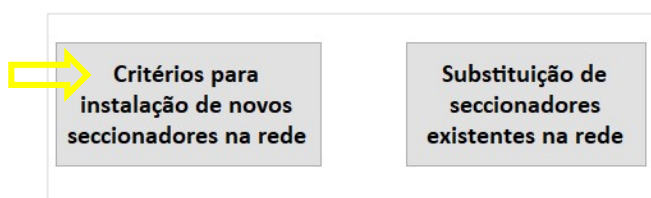
Neste anexo é exibido o manual de utilização da aplicação. Este encontra-se organizado da seguinte forma.

Índice

- 1 – Instalação de um novo seccionador na rede;
 - 1.1 – Linha Principal ou em troço de interligação com outras redes;
 - 1.2 – Restantes locais da rede;
- 2 – Substituição de um seccionador existente na rede;
 - 1.1 – Linha Principal ou em troço de interligação com outras redes;
 - 1.2 – Restantes locais da rede;
- 3 – Consulta de documentos;

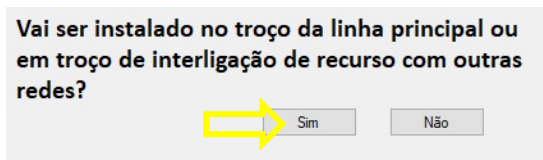
1 Instalação de um novo seccionador

- Iniciar aplicação
- Escolher “*Critérios para a instalação de novos seccionadores na rede*”



1.1 Linha Principal ou em troço de interligação com outras redes

- Responder “*Sim*” à questão “*Vai ser instalado no troço da linha principal ou em troço de interligação de recurso com outras redes?*”



- Responder às questões e no final validar as respostas

As respostas deixadas em branco são consideradas como um "Não".

O troço tem um momento elétrico superior a 16(+/- 4) MVA.km?

A distância a outro órgão de manobra é igual ou superior a 10 km?

Tem como função o basculamento da alimentação?

Caso esteja integrado numa rede mista, o troço subterrâneo a jusante é superior a 100m?

Validar

- Após validada a necessidade do seccionador o utilizador deve escolher as características do seccionador e validar as suas escolhas através do botão seguinte

Características do seccionador

Tensão de Serviço kV

Proteção da Avifauna

Corrente Estipulada A

Altura de instalação do seccionador m

Seguinte

- De seguida será apresentada ao utilizador a informação sobre o seccionador ideal a utilizar

Tripolar ou unipolar

O seccionador apropriado para o local de instalação escolhido é um Tripolar e com as seguintes características

Caraterísticas elétricas

Tensão de Serviço
30
Corrente estipulada
400

Características mecânicas

Numero de Polos
3
Tipo de montagem
Vertical
Altura do apoio
Apoio > 18
Tipo de comando
manual

Guia de manobras

Guia de manobra do seccionador

A manobra dos seccionadores tripolares é realizada da plataforma de manobra no solo através da atuação na alavanca de manobra.

1.2 Restantes locais da rede

- Responder “Não” à questão “Vai ser instalado no troço da linha principal ou em troço de interligação de recurso com outras redes?”

Vai ser instalado no troço da linha principal ou em troço de interligação de recurso com outras redes?

- O utilizador deve escolher as características do seccionador

Características do seccionador

Tensão de Serviço	Proteção da Avifauna
<input type="button" value="v"/> kV	<input type="button" value="v"/>
Corrente Estipulada	Altura de instalação do seccionador
<input type="button" value="v"/> A	<input type="button" value="v"/> m

- Deve de seguida responder às três questões e validar a configuração e respetivas respostas através do botão seguinte

As respostas deixadas em branco são consideradas como um “Não”.

O ramal onde vai ser instalado contém mais de 4 postos de transformação a jusante?

Vai ser instalado em uma transição aéreo-subterrânea?

Vai ser instalado em ramais que alimentam PT aéreos do ‘tipo A’ ?

- De seguida será apresentada ao utilizador a informação sobre o seccionador ideal a utilizar

Tripolar ou unipolar

O seccionador apropriado para o local de instalação escolhido é um Unipolar e com as seguintes características

Caraterísticas elétricas

Características mecânicas

Tensão de Serviço
15

Corrente estipulada
400

Numero de Polos
1

Tipo de montagem
Horizontal Invertida

Altura do apoio
10 < Apoio < 18

Tipo de comando
Com recurso a uma vara de manobra

Guia de manobras

Guia de manobra do seccionador

Para manobrar o seccionador deverá ser montada uma plataforma de manobra fixa ao poste, a uma distância de 3,9m abaixo da armação onde estão montados os equipamentos.

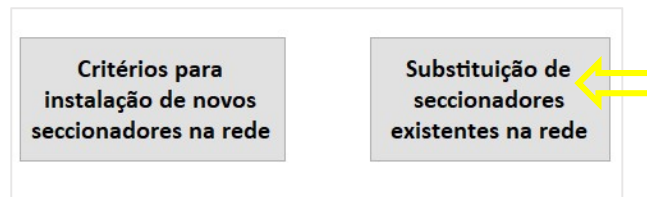
A plataforma deverá ser ligada à terra do apoio, de acordo com o estipulado no Guia Técnico de Terras.

A manobra será efetuada com o operador apoiado sobre a plataforma de manobra, e através de vara de manobra isolada normal (vara de gancho com 2,4m):

A manobra pode ser realizado a partir de uma barquinha, qualquer que seja a altura de montagem dos equipamentos.

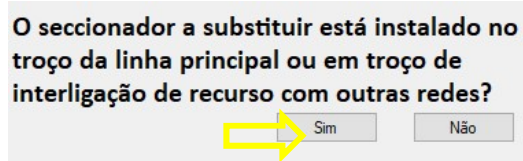
2 Substituição de um seccionador existente na rede

- Iniciar a aplicação
- Escolher *Substituição de seccionadores existentes na rede*



2.1 Linha Principal ou em troço de interligação com outras redes

- Responder *“Sim”* à questão *“Vai ser instalado no troço da linha principal ou em troço de interligação de recurso com outras redes?”*



- Responder às questões e no final validar as respostas

As respostas deixadas em branco são consideradas como um "Não".

O troço tem um momento elétrico superior a 16(+/- 4) MVA.km?

A distância a outro órgão de manobra é igual ou superior a 10 km?

Tem como função o basculamento da alimentação?

Caso esteja integrado numa rede mista, o troço subterrâneo a jusante é superior a 100m?

Validar

- Caso a resposta não seja positiva a nenhuma das questões, o utilizador será questionado sobre a necessidade do seccionador para a normal exploração da rede

Substituir

Considera o seccionador nuclear para a normal exploração da rede?

Sim Não

- No caso resposta ser positiva, após validada a necessidade do seccionador o utilizador deve escolher as características do seccionador e validar as suas escolhas através do botão seguinte

Características do seccionador

Tensão de Serviço kV

Proteção da Avifauna

Corrente Estipulada A

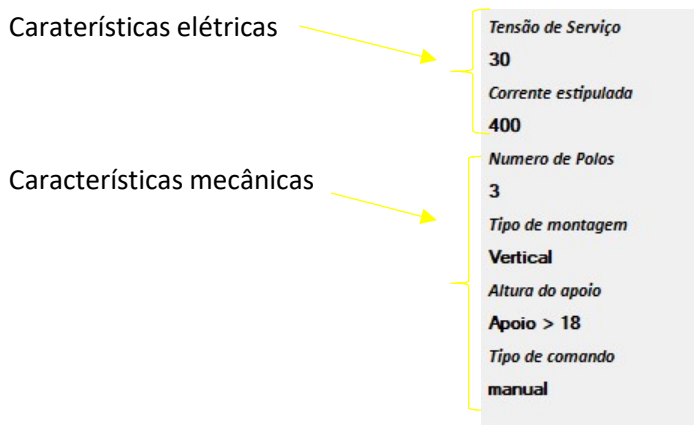
Altura de instalação do seccionador m

Seguinte

- De seguida será apresentada ao utilizador a informação sobre o seccionador ideal a utilizar

Tripolar ou unipolar

O seccionador apropriado para o local de instalação escolhido é um Tripolar e com as seguintes características



Guia de manobras

Guia de manobra do seccionador

A manobra dos seccionadores tripolares é realizada da plataforma de manobra no solo através da atuação na alavanca de manobra.

2.2 Restantes locais da rede

- Responder “Não” à questão “Vai ser instalado no troço da linha principal ou em troço de interligação de recurso com outras redes?”

O seccionador a substituir está instalado no troço da linha principal ou em troço de interligação de recurso com outras redes?

- Caso a resposta não seja positiva a nenhuma das questões, o utilizador será questionado sobre a necessidade do seccionador para a normal exploração da rede

Substituir

Considera o seccionador nuclear para a normal exploração da rede?

- O utilizador deve escolher as características do seccionador

Características do seccionador

Tensão de Serviço <input type="text"/> kV	Proteção da Avifauna <input type="text"/>
Corrente Estipulada <input type="text"/> A	Altura de instalação do seccionador <input type="text"/> m

- Deve de seguida responder às três questões e validar a configuração e respetivas respostas através do botão seguinte

As respostas deixadas em branco são consideradas como um "Não".

O ramal onde vai ser instalado contém mais de 4 postos de transformação a jusante?

Vai ser instalado em uma transição aéreo-subterrânea?

Vai ser instalado em ramais que alimentam PT aéreos do 'tipo A' ?

Seguinte

- De seguida será apresentada ao utilizador a informação sobre o seccionador ideal a utilizar

Tripolar ou unipolar → *O seccionador apropriado para o local de instalação escolhido é um Unipolar e com as seguintes características*

Caraterísticas elétricas	Tensão de Serviço 15 Corrente estipulada 400
Características mecânicas	

Guia de manobras

Guia de manobra do seccionador

Para manobrar o seccionador deverá ser montada uma plataforma de manobra fixa ao poste, a uma distância de 3,9m abaixo da armação onde estão montados os equipamentos.

A plataforma deverá ser ligada à terra do apoio, de acordo com o estipulado no Guia Técnico de Terras.

A manobra será efetuada com o operador apoiado sobre a plataforma de manobra, e através de vara de manobra isolada normal (vara de gancho com 2,4m);

A manobra pode ser realizado a partir de uma barquinha, qualquer que seja a altura de montagem dos equipamentos.

3 Consulta de documentos

- Iniciar aplicação
- Para consultar as características dos seccionadores

Documentos com características dos seccionadores

DMA – C64 –165/E

DMA – C64 –170/E

DMA – C64 –175/E

DMA – C64 –163/N

- Para consultar o documento de instrução de serviço que define as condições para a instalação de seccionadores na linha direta MT deve selecionar esta opção

Instrução de serviço que define as condições para instalação de seccionadores na linha direta MT.

IS-CE-20-2003

- Para consultar o documento que define os critérios para a instalação de seccionadores unipolares nas linhas MT deve selecionar esta opção

Documento com a definição de critérios para instalação de seccionadores unipolares nas linhas MT.

DRE-C64-160