



Relatório

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica

***Recuperação de Ativos na Rede de Distribuição de
Baixa Tensão***

Diogo Miguel Pedrosa de Oliveira

Leiria, Setembro de 2015



Relatório

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica

***Recuperação de Ativos na Rede de Distribuição de
Baixa Tensão***

Diogo Miguel Pedrosa de Oliveira

Dissertação de Mestrado realizada sob a orientação da Doutora Paula Sofia Pita da Silva e Castro Vide, Professora da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Leiria do Instituto Politécnico de Leiria e coorientação dos Engenheiros José Virgílio Fernandes Geria, Responsável pela Área Operacional de Leiria na EDP Distribuição e Diogo Torres Geraldo Taborda, Responsável pelo Departamento de Obras na Área Operacional de Leiria da EDP Distribuição.

Leiria, Setembro de 2015

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Dedicatória

Aos meus pais

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Agradecimentos

Em primeiro lugar, tenho que agradecer aos meus pais pelo apoio incondicional prestado durante este percurso. Agradeço toda a dedicação e incentivo, sem o qual teria sido impossível chegar ao fim desta etapa.

Ao Instituto Politécnico de Leiria, à EDP Distribuição e ao Engenheiro José Virgílio Fernandes Geria, pela oportunidade de realização deste estágio.

À professora Doutora Paula Sofia da Silva e Castro Vide e ao Engenheiro Diogo Torres Geraldo Taborda pela disponibilidade permanente para ajudar e por em todos os momentos terem demonstrado toda a sua ajuda na elaboração deste relatório.

Agradeço ainda, de forma geral, a todos os colaboradores do Departamento de Obras e de Manutenção da Área Operacional de Leiria que direta ou indiretamente contribuíram para o meu crescimento técnico e pela disponibilidade que sempre demonstraram.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Resumo

A distribuição de energia elétrica tem um papel preponderante no bem-estar e no funcionamento da sociedade atual, tendo como pontos fulcrais a qualidade, a continuidade e a fiabilidade até aos pontos de entrega.

O aumento dos requisitos na qualidade de entrega de energia elétrica por parte das entidades reguladoras e a rapidez na evolução tecnológica criam um conjunto de conflitos que associados a uma metodologia e estratégia adequada permitem tirar o melhor aproveitamento dos ativos.

Este relatório de mestrado, elaborado em ambiente empresarial na EDP Distribuição na Área Operacional de Leiria da Direção de Rede e Clientes Tejo, tem importância na implementação dum método / algoritmo que permita auxiliar na elaboração de propostas de remodelação das redes de distribuição de baixa tensão de modo a priorizar e otimizar os investimentos.

O estudo suporta-se numa diversidade de indicadores, tais como incidentes registados em 2014 e 2013, comparação dos incidentes de 2014 com os de 2013, informação cedida pelo prestador de serviço e pelos colaboradores da EDP, tipo construtivo do posto de transformação, verificação das redes no terreno, incidentes ao longo do ano, legislação em vigor, tendo sempre em consideração as regras impostas pela Entidade Reguladora do Setor Elétrico.

Palavras-chave: Incidentes, Propostas de Investimento, Recuperação de Ativos, Redes de Distribuição de Baixa Tensão.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Abstract

The electricity distribution plays an important role in the well-being and functioning of today's society, with the focal points quality, continuity and reliability to the delivery points.

Increasing requirements on the quality delivery of electricity by the regulatory authorities and the speed of technological developments create a set of conflicts that associated with a methodology and an appropriate strategy allows making the most of assets.

This master's report, on business environment in EDP Distribuição in Área Operacional of Leiria of Direção de Rede e Clientes Tejo, is important in the implementation of a method / algorithm that allows assist in the preparation of proposals to remodel the distribution network of low voltage in order to prioritize and optimize investments.

The study supports in a variety of indicators such as incidents in 2014 and 2013, comparing the 2014 incidents with 2013, information provided by the service provider, and by EDP employees, constructive kind of transformer substation, verification of networks on the field, incidents throughout the year , legislation always consider the rules imposed by the regulatory authority for the electrical sector.

Keywords: Incidents, Asset Recovery, Low Voltage Distribution Networks, Proposals Investment.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Lista de figuras

Figura 1 – Sistema de Energia Elétrica [1]	1
Figura 2 – Direções de Rede e Clientes [3] [4].....	5
Figura 3 – Software E-SIT [5]	7
Figura 4 – Software SIT/DM [7].....	8
Figura 5 – Fluxograma de interface dos softwares DPLAN e SIT/DM [9].....	9
Figura 6 – Software DPLAN [10].....	9
Figura 7 – Software CRI [12]	10
Figura 8 – Funções dos apoios. (a) apoio em alinhamento, (b) apoio em ângulo, (c) apoio de reforço em alinhamento, (d) apoio de fim de linha, (e) apoio de derivação em alinhamento, (f) apoio de derivação em ângulo. [14]	14
Figura 9 – Condutores nus dispostos em quincôncio.....	16
Figura 10 – Condutores nus dispostos em esteira vertical	16
Figura 11 – Condutores isolados em torçada	16
Figura 12 – Condutor em torçada. (1- alma condutora em cobre ou alumínio, 2 – isolamento em polietileno reticulado) [16]	16
Figura 13 – Tipos de manutenção	18
Figura 14– Emendas através de condutores isolados numa rede de condutores nus .	52
Figura 15 – Poste e condutores nus envolvidos por árvore.....	52
Figura 16 – Condutores nus desregulados	52
Figura 17 – Condutores nus desregulados	52
Figura 18 – Isoladores partidos	52
Figura 19 – Técnica aplicada para regular vãos com condutores nus.....	52
Figura 20 – Total de incidentes MT (acumulado do ano até novembro de 2014) [25]	55
Figura 21 – Proposta para melhoria da rede do posto de transformação	65
Figura 22 – Estado atual da rede de um circuito associado ao posto de transformação [10].....	67
Figura 23 – Proposta para melhoria do circuito da rede do posto de transformação [10]	67
Figura 24 – Estado atual da rede associada ao posto de transformação [10].....	68

Recuperação de Ativos na Rede de Distribuição de Baixa Tensão

Figura 25 – Proposta para melhoria da rede do posto de transformação [10] 70

Lista de gráficos

Gráfico 1 – Indicadores de qualidade de serviço [20] [21].....	21
Gráfico 2 – Incidentes registados em 2014 [12]	22
Gráfico 3 – Elementos danificados do tipo anomalia de rede [12].....	23
Gráfico 4 – Causas dos incidentes classificados como "Sem dano" [12]	24
Gráfico 5 – Causas dos incidentes com poste/poste [12].....	25
Gráfico 6 – Causas dos incidentes com pinça torçada [12]	25
Gráfico 7 – Causa dos incidentes com condutores isolados [12].....	26
Gráfico 8 – Causa dos incidentes com condutores nus [12]	26
Gráfico 9 – Elementos danificados do tipo baixa tensão [12]	27
Gráfico 10 – Causa dos incidentes com fusíveis [12].....	27
Gráfico 11 – Causa dos incidentes com ligadores [12].....	28
Gráfico 12 – Causa dos incidentes com condutores nus [12]	28
Gráfico 13 – Causa dos incidentes com condutores isolados [12].....	29
Gráfico 14 – Causa dos incidentes “sem danos” [12].....	30
Gráfico 15 – Elementos danificados do tipo cliente coletivo [12].....	30
Gráfico 16 – Causa dos incidentes com fusíveis [12].....	31
Gráfico 17 – Causa dos incidentes com ligador de torçada [12]	31
Gráfico 18 – Elementos danificados do tipo cliente particular [12]	32
Gráfico 19 – Causa dos incidentes “sem danos” [12].....	32
Gráfico 20 – Causa dos incidentes com disjuntores de contato de potência [12].....	34
Gráfico 21 – Causa dos incidentes com ligadores [12].....	35
Gráfico 22 – Origem dos incidentes com cabos isolados [12].....	35
Gráfico 23 – Causa dos incidentes com fusíveis [12].....	36
Gráfico 24 – Causa dos incidentes com contadores [12].....	37
Gráfico 25 – Causas dos incidentes com alvéolos/bornes [12].....	37
Gráfico 26 – Elementos danificados do tipo iluminação pública [12].....	38
Gráfico 27 – Causa dos incidentes com lâmpadas [12]	39
Gráfico 28 – Causa dos incidentes com fusíveis [12].....	39
Gráfico 29 – Causa dos incidentes com interruptor horário de IP [12]	40
Gráfico 30 – Causa dos incidentes com ligadores [12].....	41

Recuperação de Ativos na Rede de Distribuição de Baixa Tensão

Gráfico 31 – Elementos danificados do tipo transformador [12]	42
Gráfico 32 – Causa dos incidentes “sem danos” [12].....	42
Gráfico 33 – Elementos com maior quantidade de incidentes [12]	43
Gráfico 34 – Incidentes de baixa tensão ao longo do ano de 2014 [12]	53
Gráfico 35 – Incidentes com condutores nus [12]	54
Gráfico 36 – Causas dos incidentes de média tensão [12].....	56

Lista de tabelas

Tabela 1 – Esforço máximo suportado à cabeça do apoio. [15].	15
Tabela 2 – secção nominal dos condutores de fase [13]	46
Tabela 3 – Postos de transformação coincidentes no ranking de 2013 e 2014 [12] ..	50
Tabela 4 – Circuitos/posto de transformação referenciados	51
Tabela 5 – Percentagem do tipo construtivo dos postos de transformação [7].....	58
Tabela 6 – Tipo construtivo dos postos de transformação com incidentes de baixa tensão [12].....	59
Tabela 7 – Tipo construtivo dos postos de transformação com incidentes com condutores nus [12].....	60
Tabela 8 – Propostas de investimento efetuadas [27]	60
Tabela 9 – Desempenho do posto de transformação [10].....	69
Tabela 10 – Desempenho do posto de transformação proposto [10].....	71

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Lista de siglas

AT	Alta Tensão
AO	Área Operacional
BT	Baixa Tensão
EDP	Energias de Portugal
ERSE	Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos
MT	Média Tensão
PT	Posto de Transformação
PTC	Posto de Transformação de Cliente
PTD	Posto de Transformação de Distribuição
QEE	Qualidade da Energia Elétrica
QGBT	Quadro Geral de Baixa Tensão
RDBT	Rede de Distribuição de Eletricidade em Baixa Tensão
SIT	Sistema de Informação Técnica

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Índice

DEDICATÓRIA	I
AGRADECIMENTOS	III
RESUMO	V
ABSTRACT	VII
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE GRÁFICOS	XI
LISTA DE TABELAS	XIII
LISTA DE SIGLAS	XV
ÍNDICE	XVII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Motivação	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Estrutura do trabalho	2
2. EDP DISTRIBUIÇÃO	5
2.1. Direção de Rede e Clientes Tejo (DRCT)	5
2.1.1. Área Operacional de Leiria	6
2.2. Ferramentas utilizadas	7
2.2.1. SIT/DM e E-SIT	7
2.2.2. Distribution Planning	8
2.2.3. Consultas e Relatórios de Incidentes	10
2.2.4. Controlo de Processos de Planeamento e Enterprise Project Management	11
3. REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE BAIXA TENSÃO	13
3.1. Introdução	13
3.2. Elementos constituintes	13
3.2.1. Introdução	13
3.2.2. Apoios	14
3.2.3. Condutores	15
3.2.4. Quadros	17
3.3. Manutenção	18
4. CARACTERIZAÇÃO DOS INCIDENTES	21
4.1. Introdução	21
4.2. Classificação dos incidentes	22
4.2.1. Anomalia de rede	23

Recuperação de Ativos na Rede de Distribuição de Baixa Tensão

4.2.2.	Baixa tensão	27
4.2.3.	Cliente coletivo	30
4.2.4.	Cliente particular	32
4.2.5.	Iluminação pública	38
4.2.6.	Transformador	41
4.3.	Conclusão	43
5.	RECUPERAÇÃO DE ATIVOS	45
5.1.	Introdução	45
5.2.	Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Elétrica em Baixa Tensão	46
5.3.	Análise dos tipos de incidentes de 2014	47
5.4.	Incidentes de 2013 e 2014	49
5.5.	Survey ao prestador de serviço	50
5.6.	Reconhecimento dos ativos técnicos	51
5.7.	Incidentes ao longo do ano	53
5.8.	Avarias de Média Tensão	55
5.9.	Postos de Transformação	56
5.9.1.	Introdução	56
5.9.2.	Tipo construtivo	57
5.9.3.	Análise do tipo construtivo do Posto de Transformação	58
5.10.	CrITÉrios de seleção dos Postos de Transformação	61
6.	QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA	63
6.1.	Introdução	63
6.2.	Qualidade de onda de tensão	64
6.3.	Caso de estudo 1	65
6.4.	Caso de estudo 2	66
6.5.	Caso de estudo 3	68
7.	CONCLUSÃO	73
	BIBLIOGRAFIA	75

1. Introdução

1.1. Motivação

O Sistema Elétrico de Energia, representado na Figura 1, consiste na produção, transporte e distribuição de energia elétrica desde as unidades produtoras até ao consumidor final, ou seja, tem como objetivo gerar energia elétrica em quantidades suficientes, transmiti-la aos centros de carga e por fim distribuí-la aos consumidores finais ao menor custo possível, com qualidade de serviço de acordo com as legislações impostas.

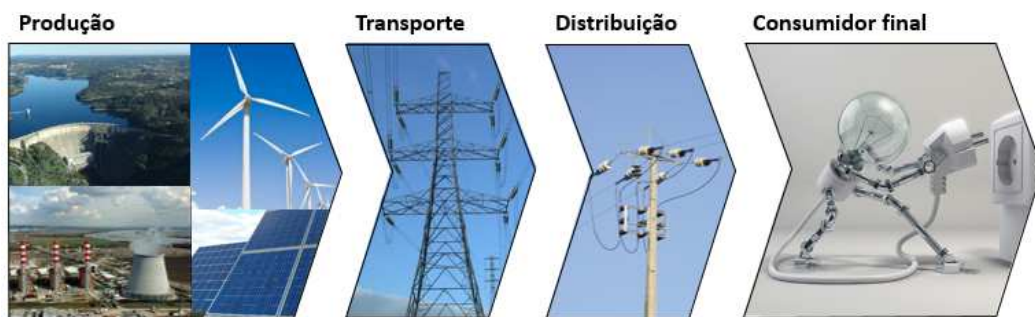


Figura 1 – Sistema de Energia Elétrica [1]

Acompanhando o crescimento demográfico e a conseqüente evolução dos consumos, a rede de distribuição tem sido reforçada e atualizada, de forma a dar resposta a estas exigências, garantindo sempre os exigidos níveis de qualidade e minimizando as perdas nas redes.

A distribuição de energia elétrica pode ser efetuada pelo meio de dois níveis de tensão, nomeadamente em média e baixa tensão. Todavia como este trabalho consiste na recuperação de ativos da rede de baixa tensão, apenas se vai abordar a distribuição de energia elétrica em baixa tensão.

Para que a energia elétrica chegue aos clientes é necessário que esta percorra um longo caminho até chegar ao local de consumo. Como tal a estabilização da rede de média tensão torna-se vital, uma vez que a rede de baixa tensão depende do seu bom funcionamento.

A rede de distribuição de baixa tensão é complexa, estando associada a ela uma grande quantidade de trabalho a fim de a melhorar. Torna-se assim imperativo estabelecer objetivos.

As primeiras redes de distribuição aéreas eram implementadas através de condutores nus, contudo com o passar do tempo os materiais vão-se degradando aumentando a possibilidade de ocorrência de incidentes. A evolução tecnológica teve um processo bastante importante no desenvolvimento de novas tecnologias a fim de melhorar a qualidade de serviço. Com esta evolução, no que diz respeito aos condutores aplicados na distribuição de energia elétrica em baixa tensão, deu-se um salto tecnológico com a substituição dos condutores nus por condutores isolados em torçada.

A rede de distribuição de baixa tensão é extensa, tornando-se impossível substituir todos os condutores nus de uma só vez, o que implica um investimento muito elevado. Assim sendo é fundamental aplicar uma estratégia de maneira a eliminar os pontos da rede que carecem de intervenção mais imediata. Esta tarefa passa essencialmente pela substituição dos condutores nus por condutores em torçada.

A rede de baixa tensão não se encontra totalmente cadastrada/capturada digitalmente, o que torna o processo de remodelação e de decisão da mesma mais demorado e dispendioso.

1.2. Objetivos

Este trabalho tem como objetivo elaborar uma ferramenta que permita efetuar a caracterização da rede elétrica de baixa tensão para os oito concelhos constituintes da AO de Leiria e, em função dessa caracterização, propor um conjunto de obras para recuperação de ativos técnicos, bem como a melhoria da qualidade de serviço, tendo sempre presente a sustentação sob o ponto de vista técnico e económico.

1.3. Estrutura do trabalho

O presente trabalho encontra-se dividido em 7 capítulos.

O **capítulo 1 - Introdução**, incide sobre uma breve explicação sobre o que se pretende com o presente trabalho, indicando quais os objetivos e a motivação que levou à elaboração do mesmo.

O **capítulo 2 - EDP Distribuição**, apresenta de forma sucinta uma descrição de como a EDP se encontra organizada, bem como dos programas que possibilitaram a elaboração do trabalho.

O **capítulo 3 - Redes de Distribuição de Baixa Tensão**, tem como finalidade expor a evolução que a rede de baixa tensão tem sofrido ao longo dos anos. Outro ponto referido consiste numa explicação dos seus elementos, referenciando as funções que cada um tem na rede.

O **capítulo 4 - Caracterização dos incidentes**, tem como objetivo conhecer, para cada tipo de incidente, quais os elementos danificados, bem como as causas que tiveram origem no aparecimento dos incidentes.

O **capítulo 5 - Recuperação de Ativos**, é onde são apresentados os indicadores que permitem caracterizar a rede de baixa tensão, e a partir desses, é elaborada a estratégia a ser implementada tendo como objetivo a realização de propostas de investimento, a fim de efetuar a recuperação de ativos técnicos assim como melhorar a qualidade de serviço.

O **capítulo 6 - Qualidade da Energia Elétrica**, consiste numa curta explicação da legislação em vigor, que estabelece parâmetros a serem cumpridos de modo a garantir a qualidade de serviço ao consumidor. Ainda neste capítulo são apresentados casos práticos com as respetivas soluções.

O **capítulo 7 - Conclusão**, apresenta algumas reflexões e são tiradas conclusões relativamente ao trabalho realizado, bem como propostas para futuros trabalhos.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

2. EDP Distribuição

2.1. Direção de Rede e Clientes Tejo (DRCT)

A EDP Distribuição é a empresa que exerce a atividade de operador da rede de distribuição, no território de Portugal continental, uma atividade regulada pela Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE), sendo titular da concessão para a exploração da Rede Nacional de Distribuição (RND) de energia elétrica em alta tensão (AT) e média tensão (MT), e das concessões municipais de distribuição de energia elétrica em baixa tensão (BT) [2].

Segundo [2], “a distribuição de energia elétrica é o seu centro de atuação, a qual é pautada por elevados padrões de qualidade e eficiência, independência e transparência, consagrados no Código de Conduta da Empresa”.

A EDP Distribuição é a principal operadora no setor de distribuição de energia elétrica encontrando-se dividida em seis Direções de Rede e Clientes (DRC) onde estas são compostas por várias Áreas Operacionais (AO), tal como se pode observar pela Figura 2, para o caso concreto da Direção de Rede e Clientes Tejo. Estas asseguram a cobertura do território de Portugal Continental, no exercício da atividade regulada, pela ERSE, de operador da rede de distribuição

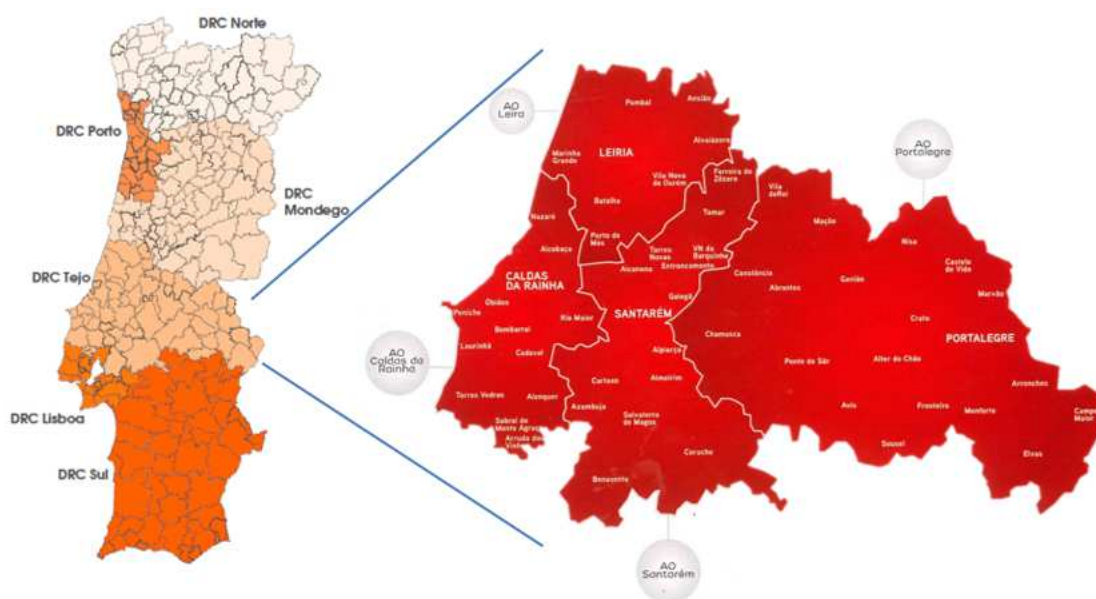


Figura 2 – Direções de Rede e Clientes [3] [4]

Para além das Áreas Operacionais, cada DRC é constituída pelos Departamentos:

- Estudos de rede de MT e BT;
- Assistência comercial;
- Relações com o exterior;
- Prevenção e segurança;
- Apoio à gestão.

Como se pode verificar na Figura 2, a DRC Tejo é composta por quatro áreas operacionais, integrando a AO das Caldas da Rainha, a AO de Leiria, a AO de Portalegre e a AO de Santarém. Estas quatro Áreas Operacionais perfazem um total de 57 concelhos, que apresentam uma energia distribuída de 5.842 GWh (em 2012) existindo aproximadamente 789 mil consumidores. A área que engloba a DRCT corresponde a 17.558 km², sendo que a rede de distribuição de média e baixa tensão totaliza 35.324 km [4].

2.1.1. Área Operacional de Leiria

A AO de Leiria, tem como principais atividades:

- Execução de obras para municípios no âmbito do contrato de concessão;
- Manutenção da iluminação pública;
- Ligação de clientes de média e baixa tensão;
- Ligação de microprodutores e produtores em regime especial;
- Assistência às redes de BT, MT, AT e a cliente;
- Manutenção de redes de baixa tensão e postos de transformação;
- Projetos e obras de construção, de remodelação e de ampliação de redes de MT, BT, iluminação pública e postos de transformação.

A AO de Leiria é composta por 8 concelhos, que apresentam uma energia distribuída de 1.771 GWh (em 2012) existindo aproximadamente 205 mil consumidores. A sua área corresponde a 2.491 km², sendo que a rede de distribuição de média e baixa tensão totaliza 8.187 km.

2.2. Ferramentas utilizadas

2.2.1. SIT/DM e E-SIT

O SIT/DM (Sistema de Informação Técnica / Design Manager) permite editar o cadastro da rede enquanto o e-SIT, destina-se apenas a consulta pela intranet, resultando numa versão “*light*” do SIT/DM.

No lado direito da Figura 3 pode-se observar os campos que o e-SIT permite pesquisar pormenorizadamente, sobre a rede de distribuição de alta, média e baixa tensão, contendo também informação sobre a iluminação pública e cortes & valas.

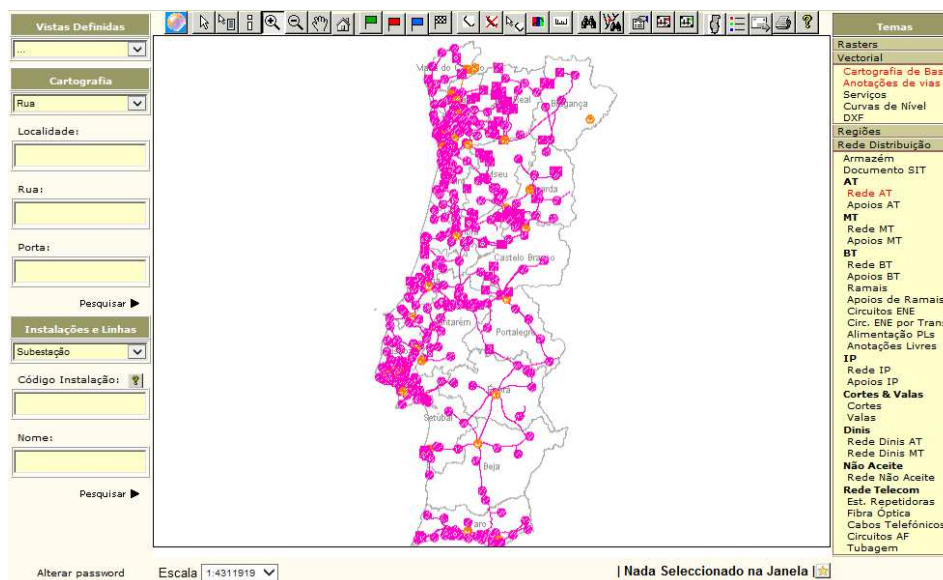


Figura 3 – Software E-SIT [5]

Em relação ao SIT/DM, é um programa onde se encontra informação que está cadastrada com os três níveis de tensão (alta, média e baixa), nomeadamente [6]:

- Repositório nacional de dados da infraestrutura de rede elétrica da EDP Distribuição;
- Repositório nacional de dados da infraestrutura de telecomunicações da EDP Distribuição;
- Repositório nacional de dados cartográficos;
- Informação externa (por exemplo: infraestruturas da REN, dados ambientais, dados demográficos, etc...).

Recuperação de Ativos na Rede de Distribuição de Baixa Tensão

O objetivo deste programa é permitir atualizar o cadastro da rede elétrica de forma a poder suportar a partilha de informação entre diferentes áreas e departamentos e intervenções através da sua localização espacial sobre uma base cartográfica, tal como se pode observar pela Figura 4.

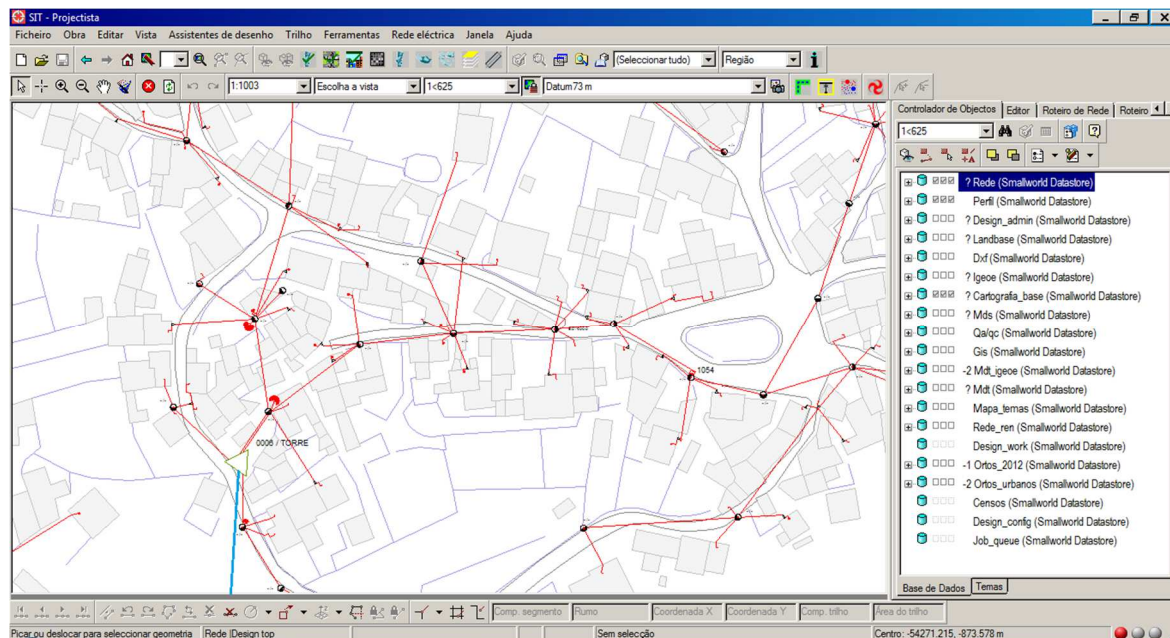


Figura 4 – Software SIT/DM [7]

Nesta ferramenta estão integradas as várias atividades necessárias ao desenvolvimento de um projeto: conceção, projeto, execução e atualização da base de dados de cadastro [8].

2.2.2. Distribution Planning

O programa DPLAN (Distribution PLANning) permite, encontrar a solução ótima para problemas de planeamento da rede de distribuição. Esta melhoria envolve funcionalidades técnicas e financeiras e é medida por uma combinação de critérios envolvendo custos de investimento, perdas de energia elétrica, índices de fiabilidade, padrões de configuração da rede e análise de tensões e correntes [6].

É através da exportação da informação carregada no programa SIT/DM que após serem carregados em DPLAN, são elaborados os estudos. Como se pode observar pela figura, os dados que se encontram disponibilizados em GIS (formato da informação enviada

Recuperação de Ativos na Rede de Distribuição de Baixa Tensão

pelo prestador de serviço) ou na rede elétrica (SIT/DM) são convertidos para um documento com formato DPX para poderem ser utilizados posteriormente pelo DPLAN e aí se proceder à análise.

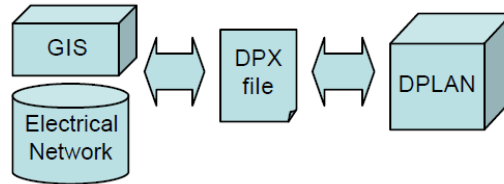


Figura 5 – Fluxograma de interface dos softwares DPLAN e SIT/DM [9]

Na Figura 6 pode-se observar o ambiente de trabalho apresentado pelo programa DPLAN, existindo a possibilidade de alterar determinados parâmetros, como por exemplo a secção dos condutores, a potência do transformador e criar novos circuitos.

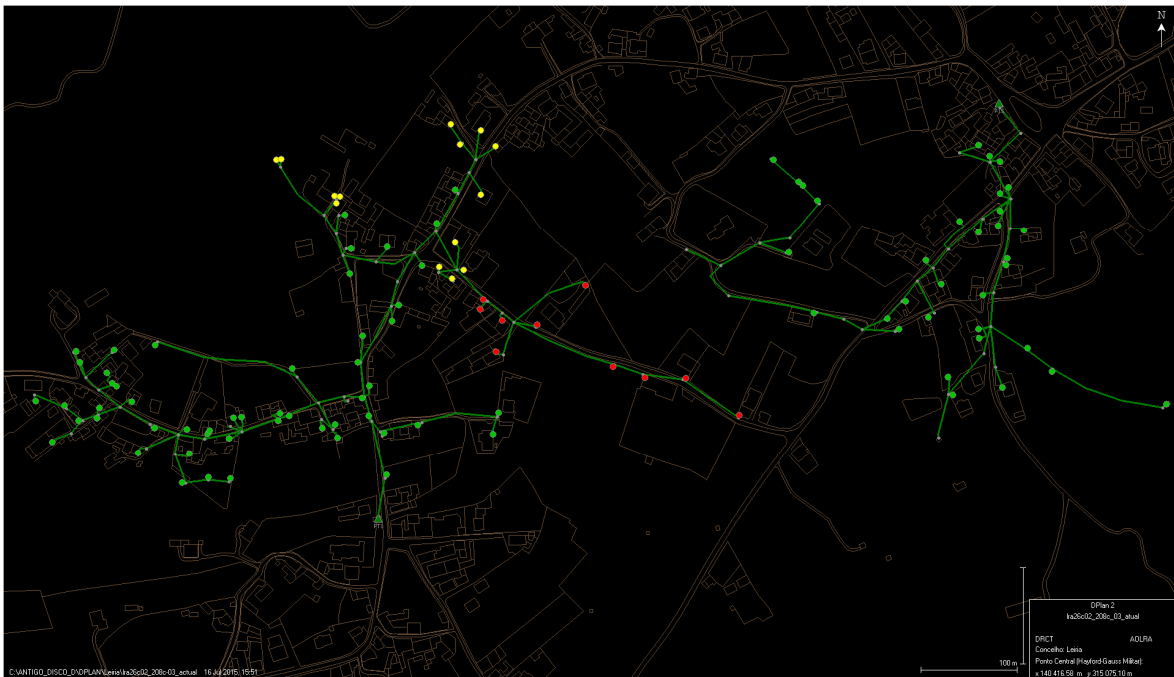


Figura 6 – Software DPLAN [10]

Recuperação de Ativos na Rede de Distribuição de Baixa Tensão

De modo a verificar o estado da rede, este programa apresenta relatórios, informação sobre o posto de transformação, desempenho do circuito e permite analisar a existência de quedas de tensão ao longo do circuito, através de uma codificação constituída por três cores, sendo elas:

- Verde: Não existem quedas de tensão;
- Amarelo: Quedas de tensão muito próximo do valor máximo admissível;
- Vermelho: Quedas de tensão elevadas.

2.2.3. Consultas e Relatórios de Incidentes

A plataforma CRI (Consultas e Relatórios de Incidentes), tem como objetivo efetuar consultas detalhadas, relatórios bem estruturados e informação temática e atualizada sobre a gestão de incidentes [11].



Figura 7 – Software CRI [12]

Como se pode observar pela Figura 7 existe uma variedade de opções de consulta, tais como consulta pelo tipo de incidentes, interrupções por clientes, comunicação de avaria, regime perturbado, instalações/ocorrências existindo também a possibilidade de emitir relatórios.

Este programa apresenta a vantagem de facilitar a obtenção de relatórios, de modo a proceder de forma mais clara e simples a uma análise aos respetivos incidentes [11].

2.2.4. Controlo de Processos de Planeamento e Enterprise Project Management

Antigamente o programa usado para a gestão dos projetos de investimento era o CPPL (Controlo de Processos de Planeamento), contudo com o avanço tecnológico surgiram necessidades que este programa não conseguia satisfazer. Foi então que surgiu a necessidade de criar uma nova plataforma, dando origem ao atual EPM (Enterprise Project Management).

Estes dois programas consistem em ferramentas de gestão de projetos, permitindo garantir uma grande eficácia no acompanhamento da evolução e dos resultados dos projetos, otimizando a utilização e a organização dos recursos, contribuindo para uma maior eficácia operacional.

O programa EPM, consiste numa plataforma onde são formalizadas as propostas de investimento que consideram vitais para melhorar a qualidade de serviço das suas redes de distribuição.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

3. Redes de Distribuição de Baixa Tensão

3.1. Introdução

De acordo com o Regulamento de Segurança de Distribuição de Energia Elétrica em Baixa Tensão, uma RDBT é uma “instalação elétrica (instalação em que o valor eficaz ou constante da tensão não exceda em corrente alternada 1000V ou em corrente contínua 1500V) destinada à transmissão de energia elétrica a partir de um posto de transformação ou de uma central geradora até às portinholas, constituída por canalizações principais e ramais” [13].

As redes de distribuição de BT apresentam constantes modificações, estando dispostas por meio de duas configurações: aéreas ou subterrâneas.

Nas redes aéreas os condutores usados podem ser condutores nus ou condutores isolados, por outro lado, nas redes subterrâneas são utilizados unicamente cabos isolados.

Os condutores nus e os condutores isolados constituintes da rede de baixa tensão, encontram-se apoiados em postes de betão ou em postaletes fixos na fachada. Contudo os condutores nus não se encontram fixos diretamente nos apoios, estando seguros por meio de isoladores. Nos cabos isolados não existe qualquer tipo de apoio, uma vez que estes se encontram enterrados, sendo apenas necessário a abertura de uma vala.

As redes de distribuição de BT, são maioritariamente constituídas por cinco condutores, onde quatro destinam-se à distribuição de energia e o quinto condutor, de secção mais reduzida, em relação aos restantes, reservado à iluminação pública.

3.2. Elementos constituintes

3.2.1. Introdução

A rede de distribuição de energia elétrica de BT é composta por uma grande diversidade de elementos, onde cada um apresenta um objetivo específico que vai desde a canalização, passando pela aparelhagem de proteção.

Para além dos elementos que irão ser alvo de uma análise mais pormenorizada, existe um conjunto de elementos que são considerados como acessórios, dentro dos quais fazem parte as pinças, os ligadores, as uniões e os terminais.

As pinças podem ser de amarração ou de suspensão e destinam-se a suportar os condutores nos apoios, tendo as amarrações de suspensão a particularidade de poderem regular os condutores. Relativamente aos ligadores, permitem interligar dois condutores isolados da mesma secção ou de secções diferentes.

3.2.2. Apoios

A RDBT aérea é efetuada através de apoios que têm como objetivo suportar os condutores. Devem ser usados os apoios adequados para as diversas funções, tais como:

- Alinhamento;
- Ângulo;
- Derivação;
- Reforço;
- Fim de linha.

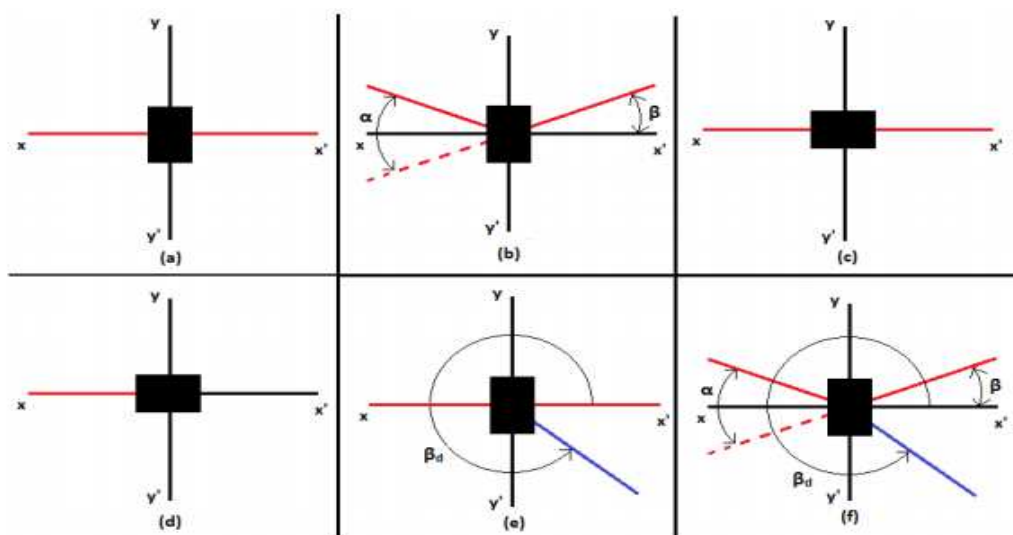


Figura 8 – Funções dos apoios. (a) apoio em alinhamento, (b) apoio em ângulo, (c) apoio de reforço em alinhamento, (d) apoio de fim de linha, (e) apoio de derivação em alinhamento, (f) apoio de derivação em ângulo. [14]

Os apoios estão sujeitos a esforços com origem em diversos fatores, nomeadamente o peso dos condutores (solicitação vertical) e a força do vento (solicitação transversal). Torna-se então necessário escolher o apoio que permita satisfazer as condições indicadas anteriormente, sem que ponha em risco a continuidade da distribuição da energia elétrica.

A EDP Distribuição apresenta um conjunto de apoios com diversas alturas e solicitações, de modo a poder satisfazer todas as situações possíveis, tal como se pode observar pela Tabela 1.

Tabela 1 – Esforço máximo suportado à cabeça do apoio. [15].

Solicitação Principal, F (daN)	Altura total, H (m)			
	8	9	10	12
100	8B100	9B100		
200	8B200	9B200	10B200	12B200
400	8B400	9B400	10B400	12B400
600		9B600	10B600	
800		9B800	10B800	
1000		9B1000	10B1000	

Tomemos por exemplo a seguinte situação onde seja necessário fazer apenas um prolongamento da rede em um apoio. O apoio a ser implementado, poderá ser o 9B400, ou seja, é um apoio com 9 metros de altura, com uma solicitação principal máxima de 400 daN, onde o ‘B’ indica que o poste se destina à rede BT.

3.2.3. Condutores

Atualmente a rede aérea de baixa tensão é constituída por dois tipos de condutores, sendo eles condutores nus e condutores isolados, porém os condutores nus estão a ser substituídos gradualmente por condutores isolados.

Existem duas maneiras distintas de dispor os condutores nus, sendo elas em esteira vertical ou em quincôncio, como se pode observar, respetivamente, na Figura 9 e na Figura 10 sendo que a grande maioria dos condutores nus existentes na AO de Leiria encontra-se disposta sob a forma de quincôncio. Em relação aos condutores isolados, estes encontram-se dispostos em torçada e apoiados aos postes por meio de pinças, como se pode observar pela Figura 11.



Figura 9 – Condutores nus dispostos em quincôncio



Figura 10 – Condutores nus dispostos em esteira vertical



Figura 11 – Condutores isolados em torçada

Os condutores nus existentes podem ser de dois tipos de materiais condutores, nomeadamente de cobre (CU) ou de alumínio (AL). Quanto aos condutores isolados estes também podem ser constituídos por materiais condutores de cobre (XS), alumínio (LXS) ou suas ligas. São um conjunto de almas condutoras multifilares, eletricamente distintos com uma envolvente de proteção comum revestidos com polietileno reticulado [13], como se pode observar pela Figura 12.



Figura 12 – Conductor em torçada. (1- alma condutora em cobre ou alumínio, 2 – isolamento em polietileno reticulado) [16]

Os traçados principais das redes BT são implementados através do uso dos condutores em torçada de alumínio, onde as secções dos condutores varia consoante a carga associada ao circuito e a distância das cargas a alimentar. As secções normalizadas são: LXS 4x25+16mm², LXS 4x50+16mm², LXS 4x70+16mm² e LXS 4x95+16mm² [17].

Tomemos por exemplo o condutor LXS 4x25+16mm². Como já foi referido o LXS significa que os condutores têm uma alma condutora de alumínio. Os números 4x25+16, indicam que 4 condutores têm uma secção de 25 mm², destinados à distribuição da energia elétrica, e um condutor com secção de 16mm² reservado para a iluminação pública.

Os condutores isolados apresentam vantagens em relação aos condutores nus, sob o ponto de vista da qualidade de serviço, da segurança e no aspeto estético.

No que concerne à qualidade de serviço, a substituição de condutores nus por condutores isolados potencia uma diminuição do número de avarias (especialmente quando se verificam condições meteorológicas desfavoráveis, uma vez que o vento pode provocar o contato de objetos estranhos com os condutores) e uma diminuição dos tempos de interrupção no fornecimento de energia elétrica durante uma eventual substituição dos respetivos troços danificados.

Relativamente à segurança, reduz-se o risco de contatos acidentais com elementos em tensão e aumenta-se a facilidade e a segurança das tarefas de conservação e exploração.

Por fim, relativamente ao aspeto estético o espaço ocupado pelos condutores isolados diminui significativamente em relação aos condutores nus.

3.2.4. Quadros

Entende-se como quadros um conjunto de aparelhos que no seu interior estão incluídas ligações e aparelhos de proteção, destinados a proteger, comandar ou controlar instalações elétricas. Desse conjunto fazem parte armários de distribuição e caixas de seccionamento

Os armários de distribuição fazem parte da distribuição subterrânea de energia elétrica. Estes situam-se localizados nos passeios das vias públicas de modo a não perturbarem a circulação dos veículos e das pessoas. A sua função é repartir cargas, permitindo a proteção, o seccionamento e a ligação à terra das canalizações [13].

Quanto às caixas de seccionamento são elementos constituintes da rede aérea, onde as caixas de seccionamento permitem efetuar a redução de secção dos condutores ao longo da rede principal e proteger canalizações no caso de sobreintensidades através do uso de fusíveis.

3.3. Manutenção

De acordo com [18], “Manutenção pode ser definida como um conjunto de tentativas e ações técnicas, intervencionistas, indispensáveis ao funcionamento regular e permanente das máquinas, equipamentos, ferramentas e instalações. Esses cuidados envolvem a conservação, a adequação, a restauração, a substituição e a prevenção.”

Todos os equipamentos que se encontram em funcionamento na rede de distribuição de energia elétrica devem apresentar boas condições de funcionamento de modo a prestar serviços de qualidade, tirando o máximo partido dos mesmos.

O objetivo das intervenções de manutenção consiste em manter e repor as condições técnicas dos ativos, garantindo a segurança, o cumprimento da regulamentação e preservando o correto desempenho das suas funções.

O tempo de imobilização do equipamento deverá ser o mínimo possível, quer tenha sido causado devido a avarias ou previamente planeado.

A Figura 13 apresenta um diagrama de blocos com os diversos tipos de manutenção.



Figura 13 – Tipos de manutenção

Como se pode observar pela Figura 13, a manutenção pode ser de natureza preventiva ou corretiva. A manutenção preventiva consiste na combinação de ações técnicas e administrativas realizadas com o objetivo de reduzir a probabilidade de avaria ou degradação do funcionamento de uma instalação elétrica. Em relação à manutenção corretiva, consiste

numa combinação de ações técnicas e administrativas realizadas depois da detecção de uma avaria e destinadas à reposição do funcionamento de uma instalação elétrica.

A manutenção preventiva pode ser efetuada de dois modos diferentes, sendo eles de forma sistemática ou de forma condicionada.

A manutenção preventiva sistemática é executada em intervalos de tempo constantes definidos com base na experiência. Este tipo de manutenção proporciona um bom e adequado funcionamento dos equipamentos, apresentando também a vantagem de o custo de cada operação de manutenção ser predeterminado, tratando-se de uma gestão mais eficaz com a possibilidade de programação com antecedência das intervenções.

Em relação à manutenção preventiva condicionada esta é antecedida a um ou vários tipos de acontecimentos reveladores do estado de deterioração do ativo, pela informação de análises ou avaliação de desgaste, ou outro indicador que possa revelar o estado de degradação do equipamento.

A manutenção corretiva é acionada após a ocorrência de uma avaria numa instalação ou equipamento, que fica sem condições de realizar a sua função, tendo como objetivo restaurar o equipamento para que este retorne ao seu normal funcionamento. [19].

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

4. Caracterização dos incidentes

4.1. Introdução

Um incidente ou uma avaria na rede de distribuição de energia elétrica de baixa tensão é uma não conformidade no funcionamento que pode ocorrer num ou vários componentes. As interrupções de energia elétrica podem ser representadas pela sua frequência (número) ou pela sua duração (minutos) que levam a ser corrigidas, dando origem a dois indicadores que são o SAIDI (Duração Média das Interrupções do Sistema) e o SAIFI (Frequência Média de Interrupções do Sistema).

O acréscimo de propostas para melhoramento da qualidade de serviço que têm vindo a ser efetuadas ao longo dos últimos anos, têm permitido a redução dos referidos indicadores e como consequência a melhoria da qualidade de serviço da RDBT.

Como se pode observar pelo Gráfico 1, os valores dos dois indicadores têm vindo a descer ano após ano, com exceção dos anos compreendidos entre 2007 e 2009. Porém a partir desse último ano, excluindo 2013, tem-se verificado uma nova tendência de redução, estabelecendo-se 2014 o ano com os valores mais baixos.

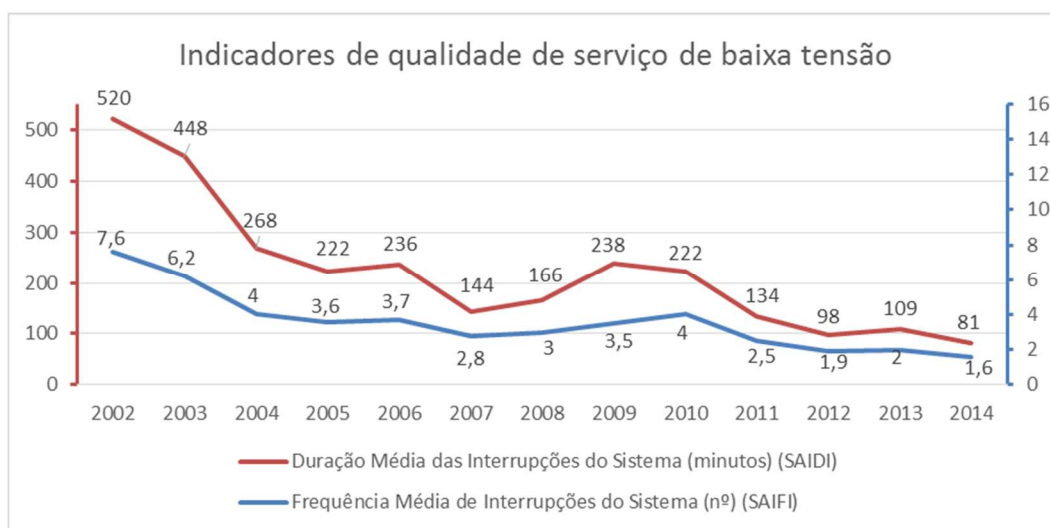


Gráfico 1 – Indicadores de qualidade de serviço [20] [21]

No caso da RDBT, uma avaria ou incidente ocorre quando existe uma descontinuidade de energia elétrica causada por qualquer motivo. Quando é detetada uma interrupção é criado um incidente que pode ser classificado dentro das seis categorias possíveis, sendo elas

anomalias de rede, baixa tensão, cliente coletivo, cliente particular, iluminação pública e transformador.

4.2. Classificação dos incidentes

Como foi dito anteriormente, os incidentes podem ser classificados de seis formas diferentes (anomalia de rede, baixa tensão, cliente coletivo, cliente particular, iluminação pública e transformador) encontrando-se expostos no Gráfico 2 todos os incidentes registados em 2014 para os oito concelhos da AO de Leiria.

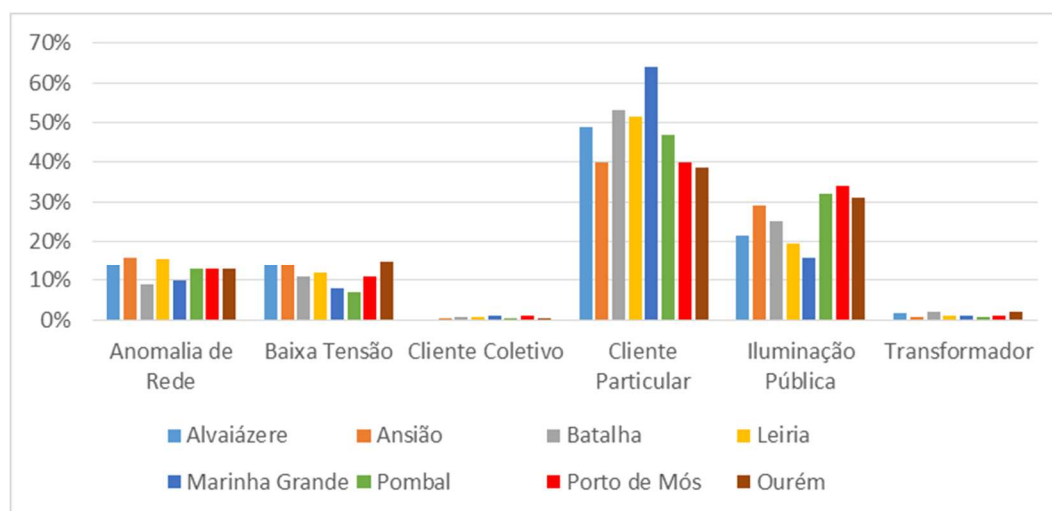


Gráfico 2 – Incidentes registados em 2014 [12]

Analisando o Gráfico 2 verifica-se que a maior quantidade de incidentes corresponde às classificações de cliente particular e iluminação pública, representando, respetivamente, 48,7% e 25,1% do número total de incidentes. Por outro lado o número de incidentes relacionados com transformador e cliente coletivo foram muito reduzidos apresentando, respetivamente, 1,2% e 0,5%.

Nos próximos subcapítulos vai-se proceder a uma análise discriminada, para cada tipo de incidente, permitindo assim conhecer as origens que conduziram ao seu aparecimento.

4.2.1. Anomalia de rede

Incidentes classificados como anomalia de rede, estão associados a incidentes que ocorrem com algum elemento constituinte da RDBT, ou seja, elemento que se encontra entre o PT e a instalação do cliente. Estes incidentes podem não estar associados diretamente a uma falha na distribuição de energia, contudo são situações que podem originar a ocorrência da mesma sendo os casos de postes inclinados, portas dos armários ou dos postos de transformação abertas, entre outros.

Esta classificação apresenta cerca de 13,6% do total dos incidentes e os elementos que levaram à sua origem encontram-se representados no Gráfico 3.

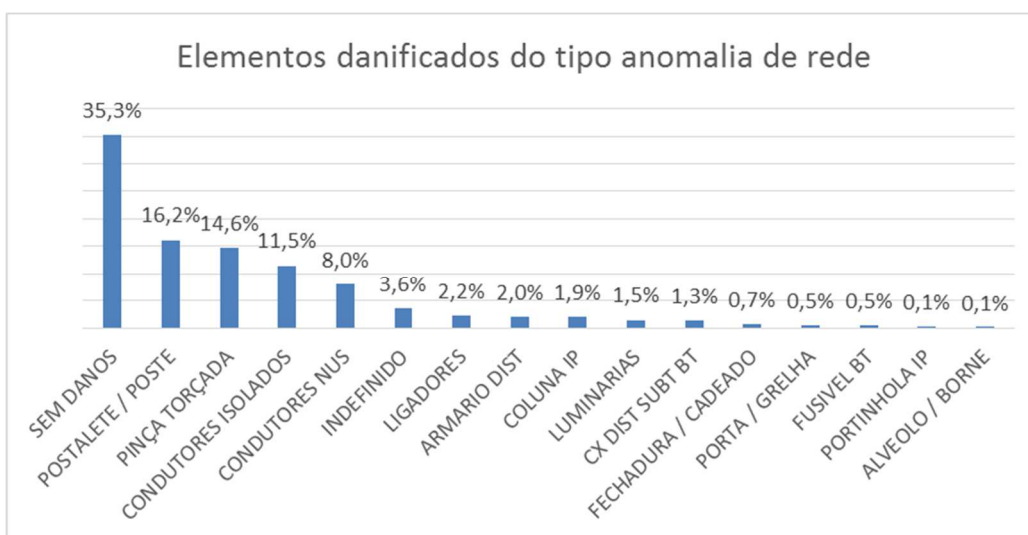


Gráfico 3 – Elementos danificados do tipo anomalia de rede [12]

Verifica-se pelo Gráfico 3 que existem 3,6% dos incidentes que se encontram com a classificação de indefinidos. Neste conjunto estão incluídos os incidentes que por algum motivo foram cancelados.

A coluna “sem danos” é a que apresenta a maior quantidade de incidentes de anomalia de rede, correspondendo a aproximadamente 35%. Tal como o próprio nome indica são incidentes que não causaram prejuízos sendo que o piquete (equipa que se encontra em alerta para a ocorrência de eventuais emergências) não encontrou nenhum defeito. Dentro desta categoria foram diversas as causas que originaram os incidentes estando apresentadas no Gráfico 4.

Recuperação de Ativos na Rede de Distribuição de Baixa Tensão

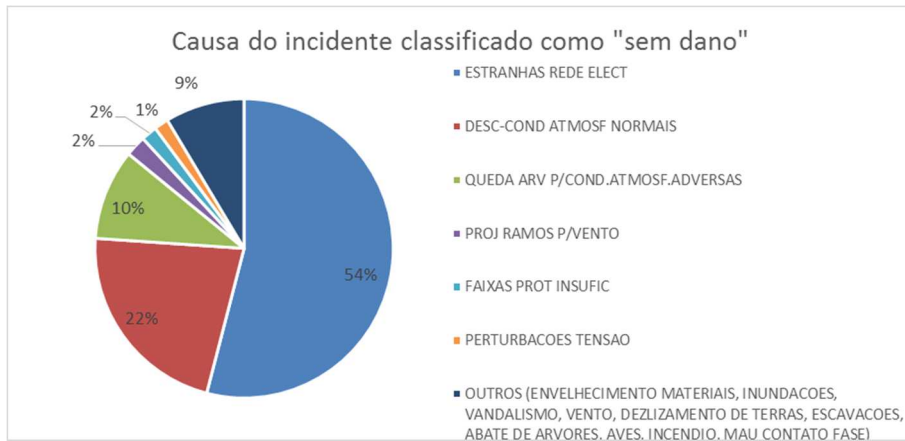


Gráfico 4 – Causas dos incidentes classificados como "Sem dano" [12]

Observa-se que a maioria dos incidentes não está relacionada a um elemento da RDBT, sendo as duas causas com maior percentagem classificadas como “estranhas à rede elétrica” e “desconhecidas”. Em relação aos incidentes classificados como estranhas à rede elétrica, ao analisar os mesmos verifica-se, que este conjunto de incidentes é constituído por situações em que o equipamento com avaria não pertence à EDP. Já no que diz respeito aos incidentes classificados como desconhecida, são incidentes em que o piquete por falta de evidências não lhe é permitido identificar o motivo que levou à ocorrência do mesmo.

Voltando ao Gráfico 3, verifica-se que os elementos com mais danos tiveram origem em poste/polete (16,2%), pinça torçada (14,6%), condutores isolados (11,5%) e condutores nus (8%).

As causas que levaram à origem dos incidentes com poste/polete estão apresentados no Gráfico 5 em baixo, sendo a maioria por causa da colisão de veículos, quedas de árvores devido a condições atmosféricas adversas, deslizamento de terras e envelhecimento dos materiais.

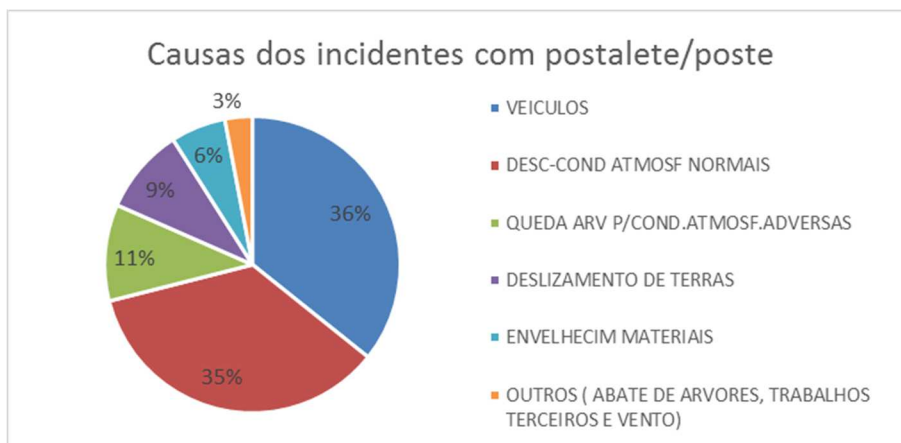


Gráfico 5 – Causas dos incidentes com poste/poleia [12]

Relativamente aos incidentes com pinças em torçada, as causas que provocaram estes incidentes encontram-se dispostas no Gráfico 6.

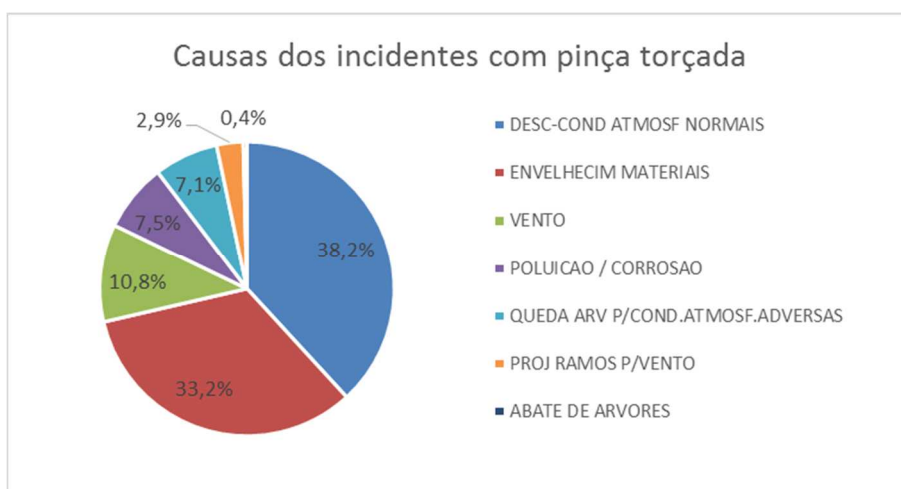


Gráfico 6 – Causas dos incidentes com pinça torçada [12]

Como se pode observar as causas desconhecidas são as que apresentam a maior percentagem dos incidentes. Este desconhecimento justifica-se com a falta de informação/indícios relativamente à origem do incidente não permitindo o piquete ter conhecimento da causa do incidente. De seguida aparece o envelhecimento dos materiais como maior causador de incidentes, seguindo-se o vento.

Em relação aos incidentes com condutores isolados, como se pode observar pelo Gráfico 7 existe uma grande diversidade de causas que levaram à ocorrência de incidentes com este elemento da rede.

Recuperação de Ativos na Rede de Distribuição de Baixa Tensão

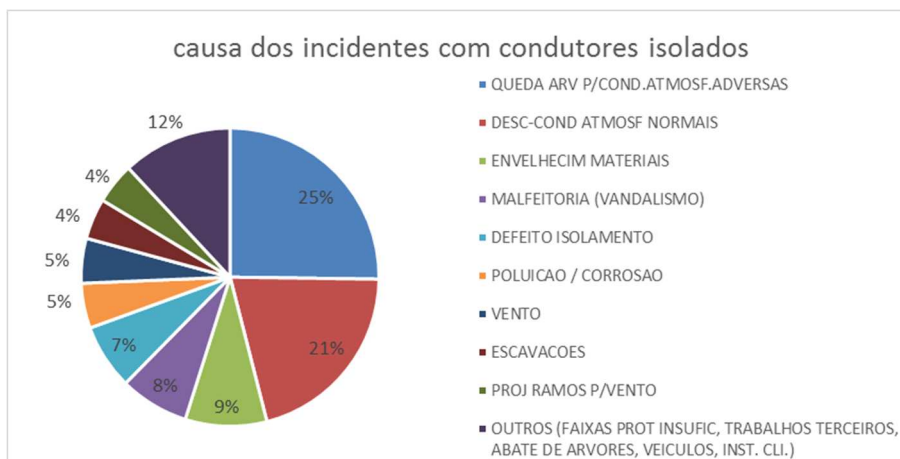


Gráfico 7 – Causa dos incidentes com condutores isolados [12]

Dentro destas destacam-se os incidentes com quedas de árvores devido a condições atmosféricas adversas, envelhecimento de materiais, malfeitoria e poluição/corrosão.

O Gráfico 8 apresenta os motivos que levaram à ocorrência de incidentes com condutores nus.

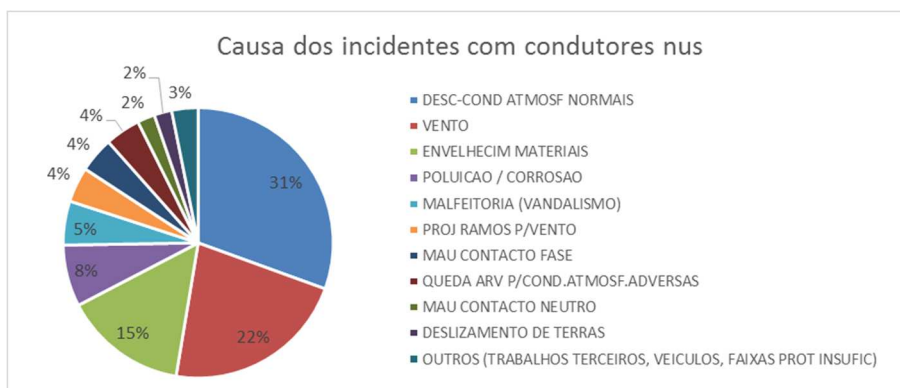


Gráfico 8 – Causa dos incidentes com condutores nus [12]

Pode-se observar que a maior percentagem dos incidentes não se conhece o motivo. Destacam-se assim o vento, o envelhecimento dos materiais, a poluição/corrosão e o vandalismo (furto de condutores nus) como as principais causas, abrangendo 50%.

4.2.2. Baixa tensão

Incidentes de baixa tensão são aqueles que afetam diretamente a distribuição de energia elétrica, mais propriamente os seus condutores e aparelhagem de proteção, representando cerca de 10,9% do total dos incidentes.

Como se pode observar pelo Gráfico 9, o maior número de incidentes que ocorreram nesta classe foram com fusíveis, ligadores de torçada, condutores nus e condutores isolados, representando uma percentagem de aproximadamente 83% dos incidentes.

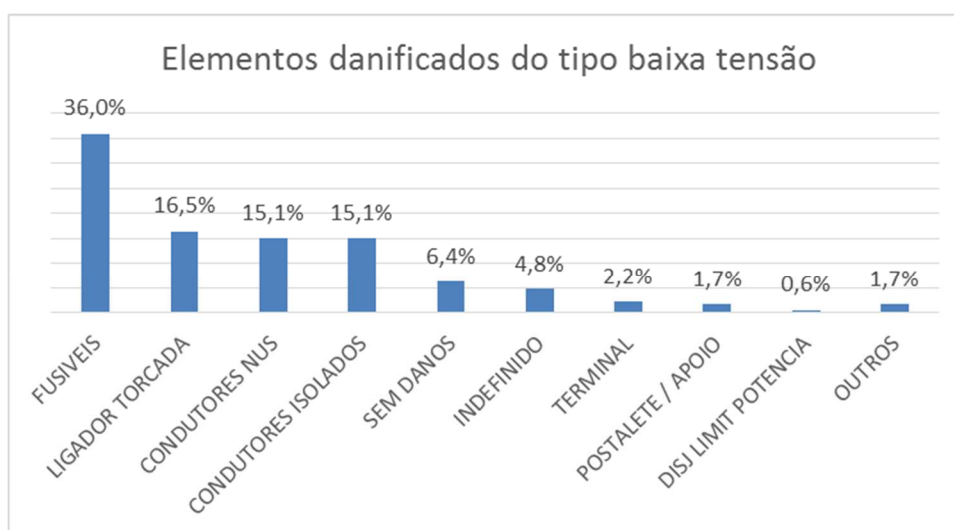


Gráfico 9 – Elementos danificados do tipo baixa tensão [12]

O Gráfico 10 apresenta as causas que levaram à rotura dos fusíveis e como se pode observar a percentagem de incidentes com causa desconhecida apresenta maior porção dos incidentes com este elemento. Logo de seguida as causas que se verificaram com maior frequência são o vento, o mau contacto da fase e o envelhecimento dos materiais.

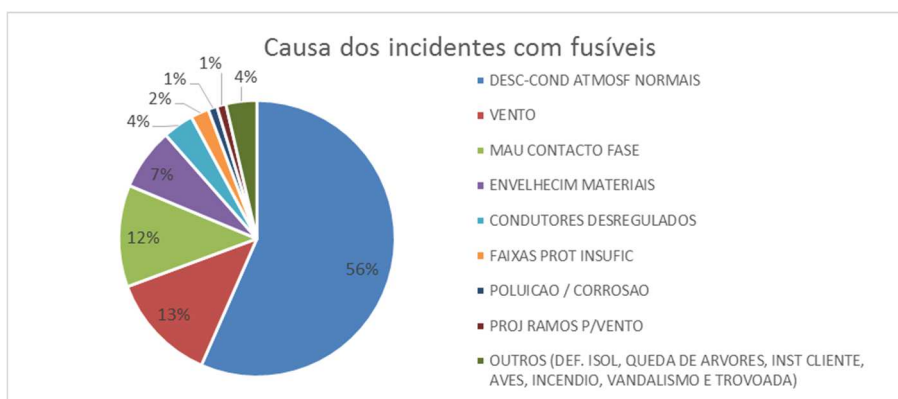


Gráfico 10 – Causa dos incidentes com fusíveis [12]

Recuperação de Ativos na Rede de Distribuição de Baixa Tensão

Após os incidentes com os fusíveis encontram-se os incidentes com os ligadores estando apresentadas no Gráfico 11 as suas origens.

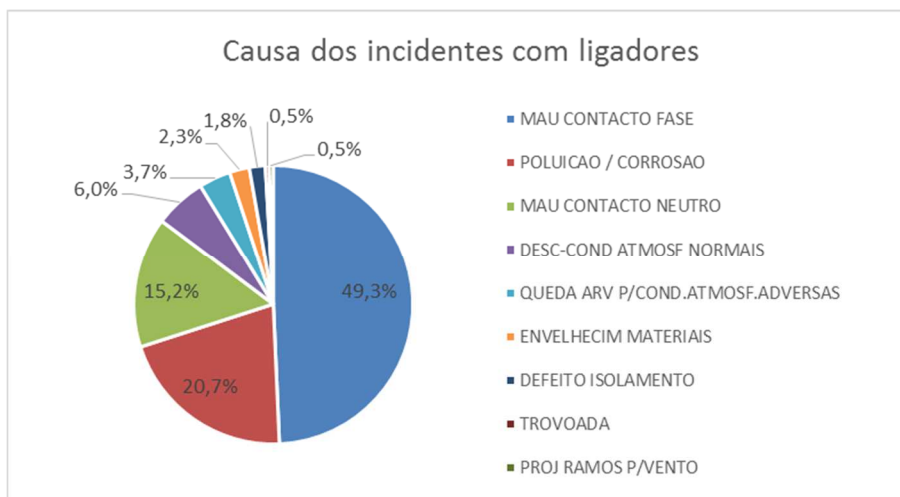


Gráfico 11 – Causa dos incidentes com ligadores [12]

Assim as causas mais relevantes são o mau contacto da fase e do neutro, a poluição/corrosão, desconhecido e queda de árvores representado 95% dos incidentes com ligadores.

Ainda na categoria dos incidentes que apresentam valores elevados encontram-se incidentes com condutores nus e condutores isolados, representando cada um 15% dos incidentes de baixa tensão. O Gráfico 12 e o Gráfico 13 representam respetivamente, as causas dos incidentes com condutores nus e condutores isolados.

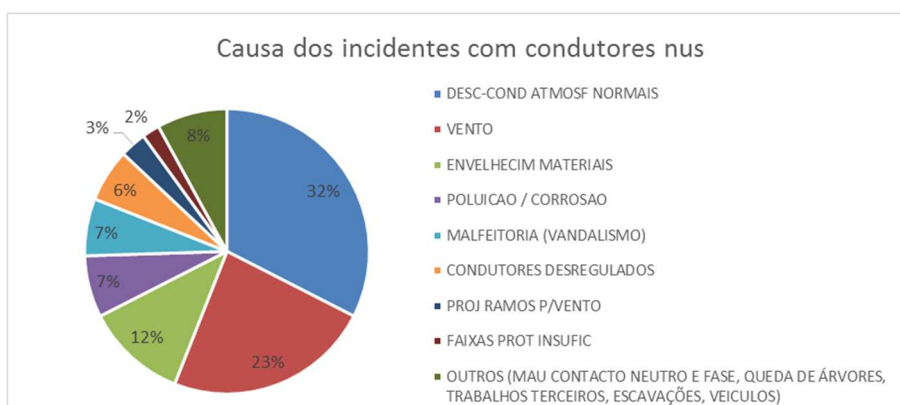


Gráfico 12 – Causa dos incidentes com condutores nus [12]

Recuperação de Ativos na Rede de Distribuição de Baixa Tensão

Pode-se verificar que a principal razão dos incidentes causados pelos condutores nus foram devido ao vento, envelhecimento dos materiais, poluição/corrosão, vandalismo e condutores desregulados significando 64% dos incidentes.

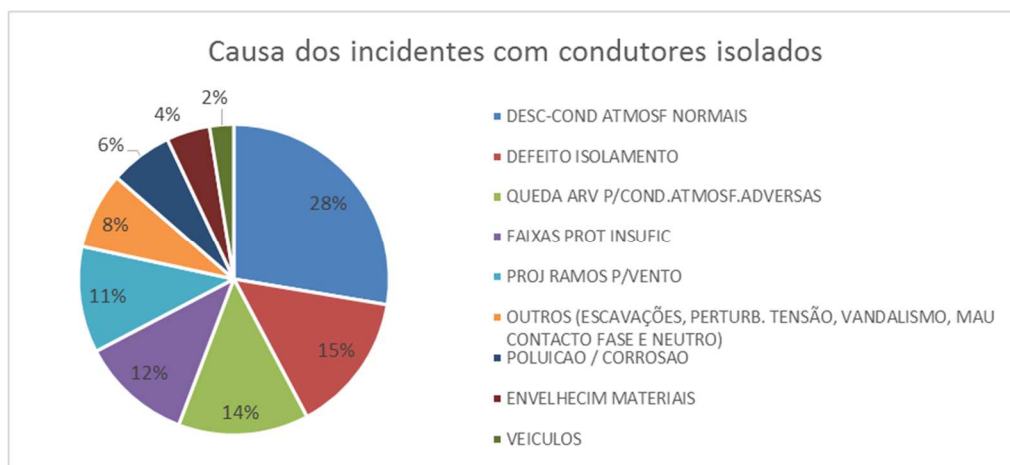


Gráfico 13 – Causa dos incidentes com condutores isolados [12]

Das origens com maior percentagem de incidentes com condutores isolados destacam-se os defeitos de isolamento, as quedas de árvores, as faixas de proteção insuficientes e a projeção de ramos pelo vento, em que este conjunto de incidentes representa 52% dos incidentes dos condutores isolados. Mais uma vez se constata que a causa desconhecida tanto nos incidentes com condutores nus como nos condutores isolados apresenta a maior percentagem.

Tal como se verificou nos incidentes de anomalia de rede, nos de baixa tensão também se encontram causas cuja classificação é representada como “sem dano”. No Gráfico 14 encontram-se organizadas as origens destes incidentes e como se pode constatar a maior percentagem dos incidentes está assinalada como “estranhas à rede elétrica”. Este grupo de incidentes é constituído por incidentes associados, cancelados, de média tensão, clientes que após contacto telefónico já se encontram com energia, etc...

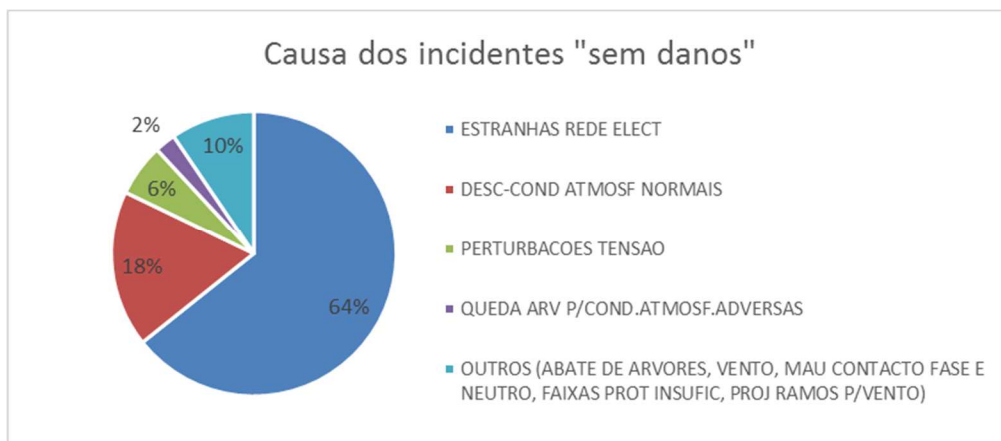


Gráfico 14 – Causa dos incidentes “sem danos” [12]

4.2.3. Cliente coletivo

Os incidentes classificados como cliente coletivo, apresentados no Gráfico 15, são aqueles que afetam mais do que um cliente, sendo maioritariamente incidentes que ocorrem em prédios ou que afetem duas ou mais instalações elétricas.

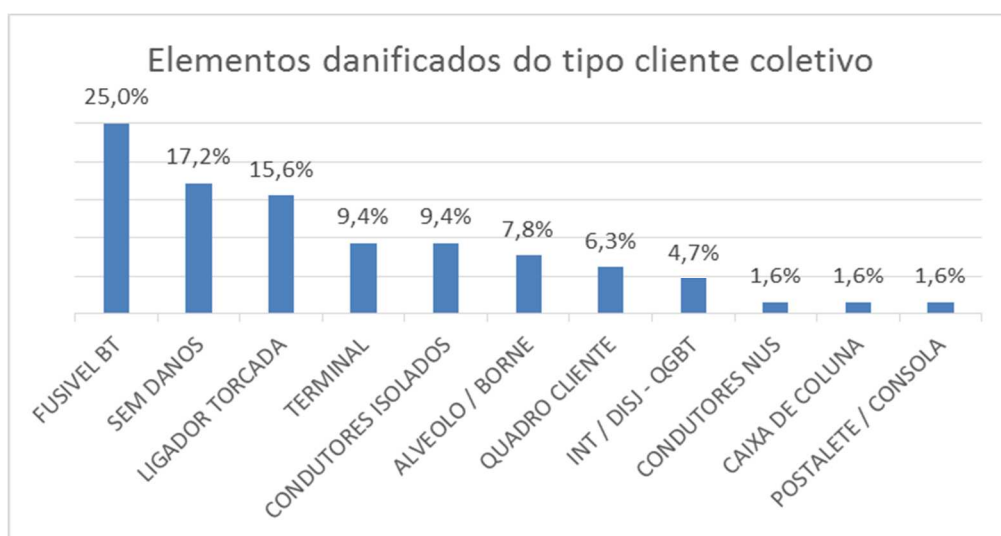


Gráfico 15 – Elementos danificados do tipo cliente coletivo [12]

Como se pode observar pelo Gráfico 15 a quantidade de incidentes é muito pequena, atingindo apenas 64 incidentes. Constata-se também que a maior parte dos incidentes ocorre devido à disrupção de fusíveis e aos ligadores de torçada.

Recuperação de Ativos na Rede de Distribuição de Baixa Tensão

As causas da rotura de fusíveis são apresentadas no Gráfico 16, onde mais uma vez a causa desconhecida é a que apresenta maior percentagem sendo a segunda maior causa associada às instalações dos clientes.

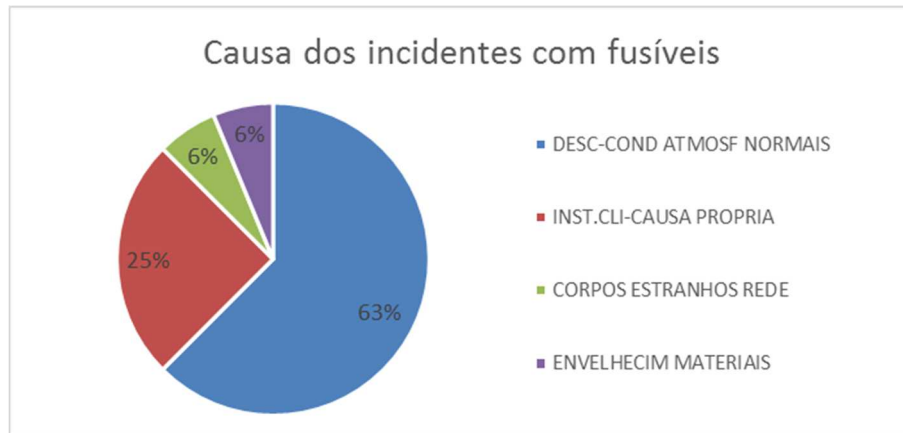


Gráfico 16 – Causa dos incidentes com fusíveis [12]

No que diz respeito aos incidentes com ligadores, no Gráfico 17 estão dispostas as causas que lhes deram origem. Como se pode visualizar o mau contato da fase e do neutro e a poluição/corrosão, são as causas que levaram ao aparecimento dos incidentes com ligadores.

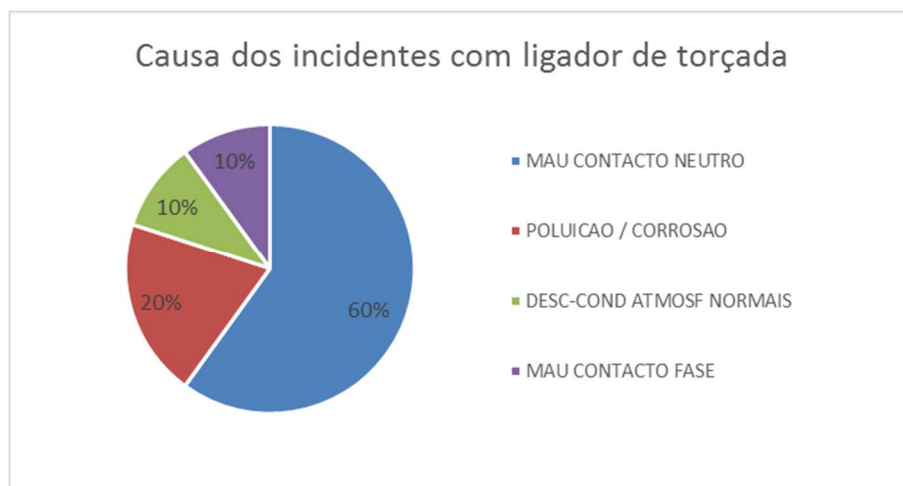


Gráfico 17 – Causa dos incidentes com ligador de torçada [12]

4.2.4. Cliente particular

Ao contrário do que acontecia com os incidentes de cliente coletivo, os incidentes de cliente particular, tal como o próprio nome indica, são incidentes que abrangem apenas uma instalação. Como foi referido no início do capítulo, estes incidentes são os que apresentam a maior quantidade, tendo sido diversificados os elementos com danos, como se observa no Gráfico 18.

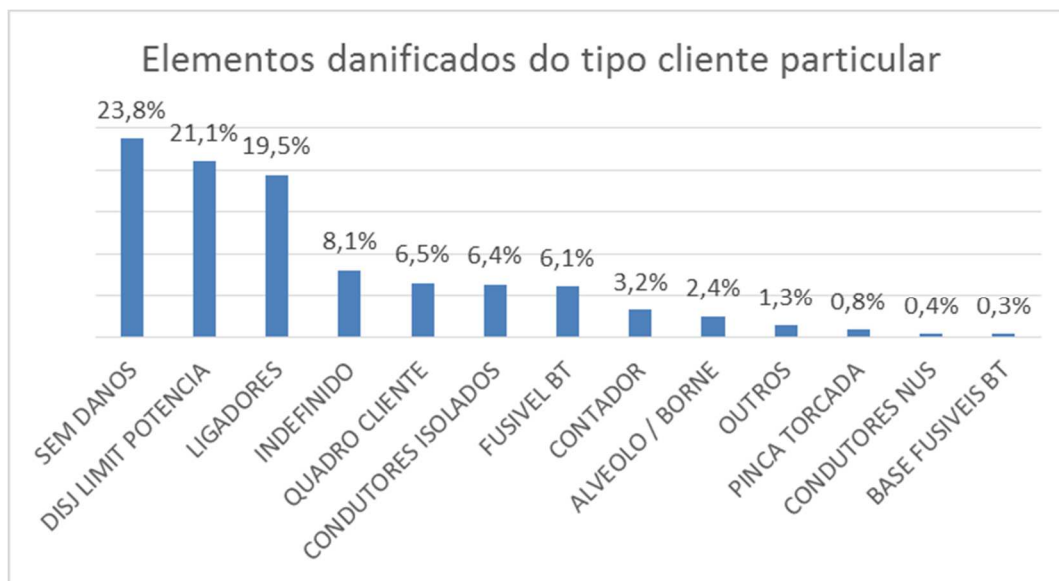


Gráfico 18 – Elementos danificados do tipo cliente particular [12]

Da mesma forma que se verificou nos incidentes de anomalia de rede e baixa tensão, nos elementos danificados do tipo cliente particular, a maior causa destes incidentes também se encontra classificada como “sem danos”, apresentando origens distintas dispostas no Gráfico 19.

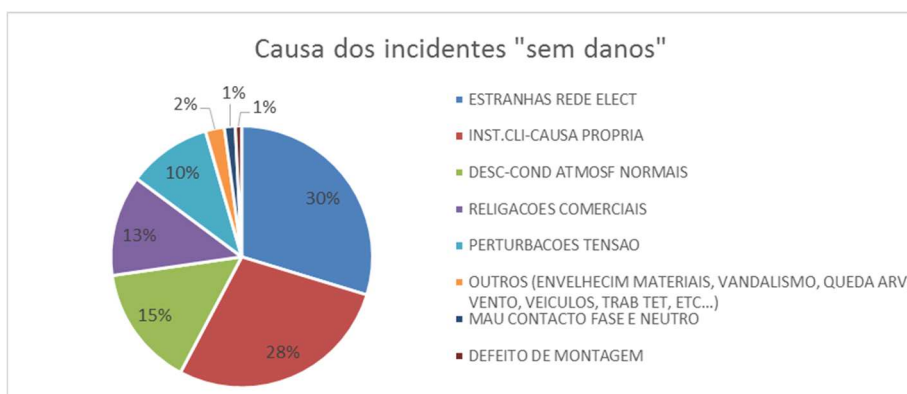


Gráfico 19 – Causa dos incidentes “sem danos” [12]

Recuperação de Ativos na Rede de Distribuição de Baixa Tensão

Como se pode verificar a principal causa dos incidentes encontra-se classificada como estranhas à rede elétrica, sendo seguida dos incidentes causados pelas instalações do cliente, desconhecidas, religações comerciais e perturbações de tensão.

Verifica-se que a causa relacionada com instalações de cliente apresenta a segunda percentagem mais elevada. Estes incidentes estão relacionados com o disparo do Disjuntor de Contato de Potência (DCP). A falta de conhecimentos sobre a área de eletricidade, por parte do cliente, leva a que este assuma que o problema se encontra do lado da EDP e não na sua instalação.

No que respeita às religações comerciais, a maior parte destes incidentes não provocou danos, ou seja, são incidentes em que o departamento comercial comunica a aprovação da ligação do cliente à rede. Como o nome indica, o cliente vai ser religado à rede, o que sugere que este no passado se encontrava ligado à rede e que por algum motivo foi desligado da rede.

Existem quatro motivos que podem levar à desligação do cliente da rede, sendo eles:

- Iniciativa própria;
- Fraude;
- Avaria na sua instalação;
- Falta de pagamento.

Em relação às perturbações de tensão, são situações onde o cliente se depara com quedas/oscilações na mesma. O caso mais perceptível é quando se encontra uma lâmpada acesa e a sua luminosidade oscila com a tensão. As perturbações de tensão podem surgir devido a incidentes na média tensão, situações em que os condutores elétricos não permitem efetuar a distribuição da energia elétrica contratada pelos clientes, sendo geralmente os clientes que se encontram em fim de linha, ou devido à ligação/desligação de equipamentos de grande potência noutras partes de entrega do mesmo circuito.

Os principais motivos associados às quedas de tensão são devido a incidentes na média tensão ou devido à distância da instalação ao PT.

Quando o piquete se depara com um incidente desta natureza o procedimento a efetuar é registar as tensões simples e compostas na instalação do cliente que reportou o incidente. Estes valores são comparados com os valores máximos e mínimos indicados na norma EN50160. Aquando do registo das tensões por parte do piquete, estas tanto podem

Recuperação de Ativos na Rede de Distribuição de Baixa Tensão

encontrar-se dentro como fora dos valores estabelecidos pela referida norma. Quando os registros se encontram dentro dos intervalos, a principal suspeita para que tenha ocorrido uma oscilação/quebra de tensão é a média tensão. Por outro lado, se o piquete verificar que as tensões não se encontram de acordo com as regulamentadas, este reporta a situação para a AO, ficando esta responsável por instalar um analisador de energia. A instalação do analisador de energia tem como finalidade a obtenção de mais dados, permitindo sustentar uma proposta para remodelação de rede.

No Gráfico 18 após a classificação dos elementos danificados como “sem danos” surgem os DCP como o segundo maior elemento com mais incidentes registrados. Existiram diversas causas que contribuíram para que os DCP se tivessem danificado, tal como se pode observar pelo Gráfico 20.

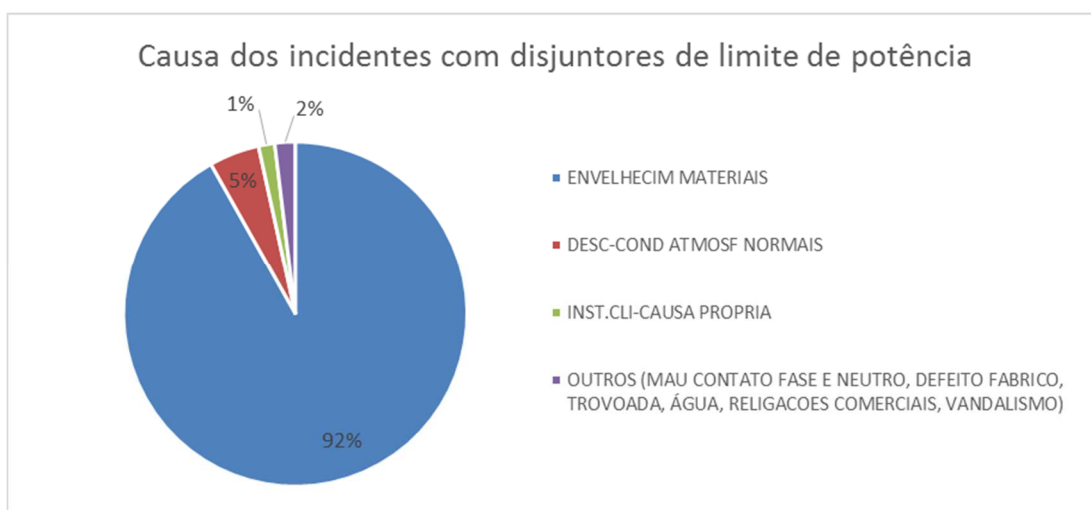


Gráfico 20 – Causa dos incidentes com disjuntores de contato de potência [12]

Constata-se que a maioria dos incidentes causados pelos disjuntores de contato de potência se deveu ao envelhecimento de materiais.

O terceiro elemento que apresentou mais incidentes foram os ligadores, com 20% dos incidentes de cliente particular, estando exibidas as suas causas no Gráfico 21.

Recuperação de Ativos na Rede de Distribuição de Baixa Tensão

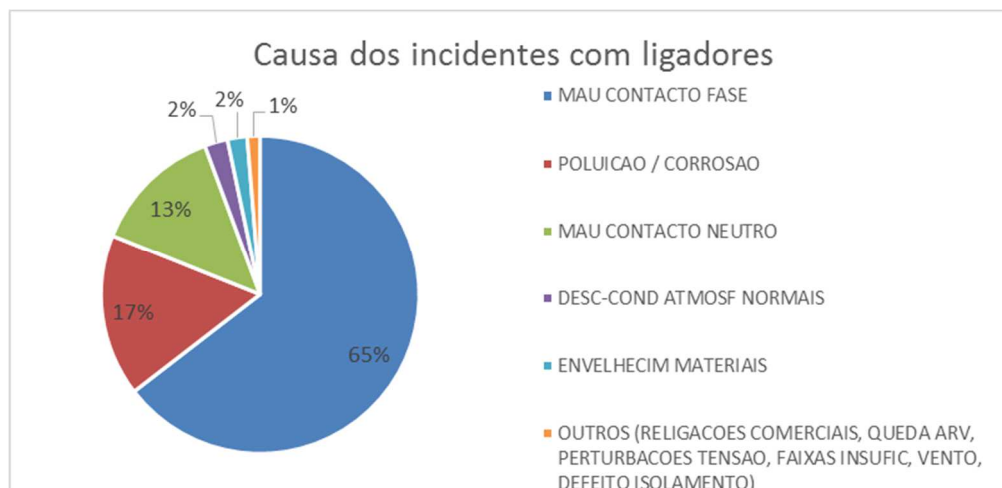


Gráfico 21 – Causa dos incidentes com ligadores [12]

Ao analisar o Gráfico 21 verifica-se que a causa mais comum foi o mau contacto na fase e no neutro, sendo que o mau contato na fase foi muito superior ao no neutro perfazendo um total de 78% dos incidentes com ligadores. Logo de seguida aparece a poluição/corrosão como a segunda maior causa.

À semelhança do que se verificou nos outros tipos de incidentes para a coluna representada como “indefinidos”, também aqui nos incidentes de cliente particular se verifica tal situação, ou seja, o cancelamento dos incidentes.

Em relação às avarias relacionadas com o quadro de cliente, como já foi referido anteriormente, são incidentes em que a avaria se encontra na instalação do mesmo.

Logo de seguida encontram-se os incidentes com os condutores isolados. As razões que conduziram ao aparecimento destes incidentes encontram-se assinaladas no Gráfico 22.

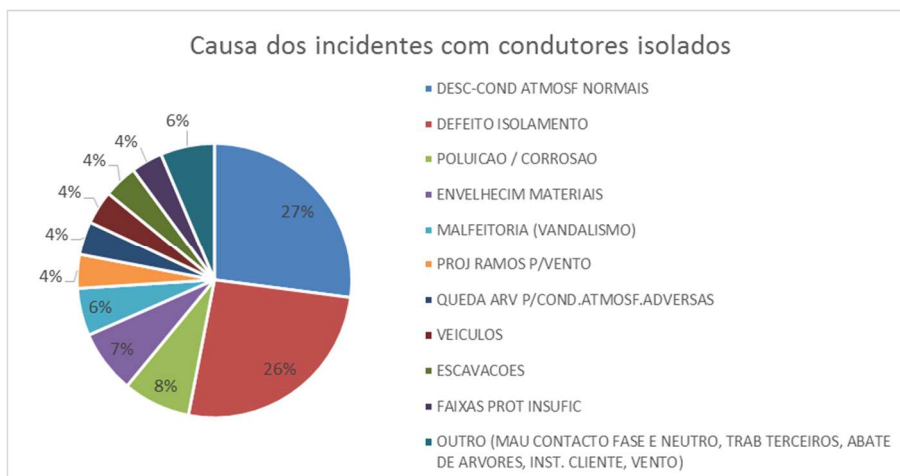


Gráfico 22 – Origem dos incidentes com cabos isolados [12]

Recuperação de Ativos na Rede de Distribuição de Baixa Tensão

Verifica-se que existe uma grande diversidade de causas que provocaram os incidentes com condutores isolados. Dentro delas destacam-se os defeitos nos isolamentos, a poluição/corrosão, o envelhecimento de materiais e o vandalismo sendo que este conjunto apresenta 47% dos incidentes com condutores isolados.

De seguida, no Gráfico 23 encontram-se apresentados os motivos que levaram a que os fusíveis se danificassem.

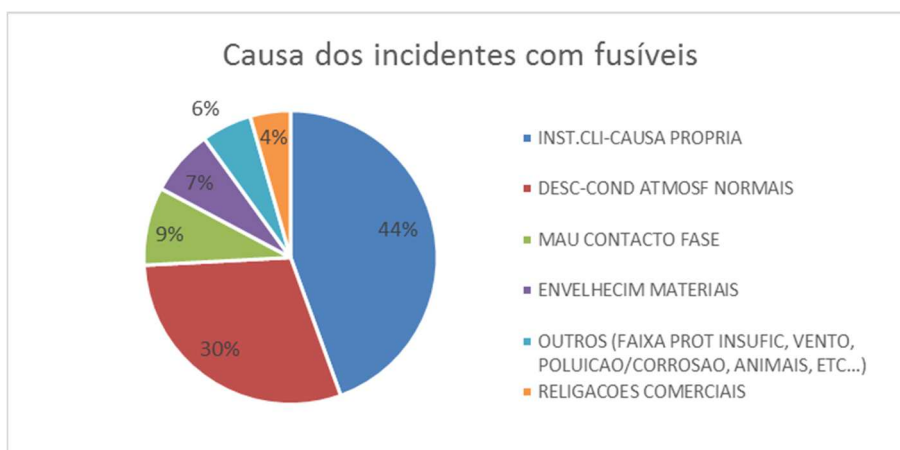


Gráfico 23 – Causa dos incidentes com fusíveis [12]

Dentro destes motivos, destacam-se os incidentes nas instalações dos clientes, o mau contacto de fase e o envelhecimento dos materiais por representarem as causas com maior percentagem

Outro elemento que apresentou um número elevado de incidentes foram os contadores. No Gráfico 24 constata-se as principais causas dos incidentes, sendo mais uma vez o fator desconhecido que apresenta maior percentagem. Logo de seguida, destaca-se o envelhecimento dos materiais, religações de cliente, defeito de montagem como as causas mais comuns e com mais incidentes.

Recuperação de Ativos na Rede de Distribuição de Baixa Tensão

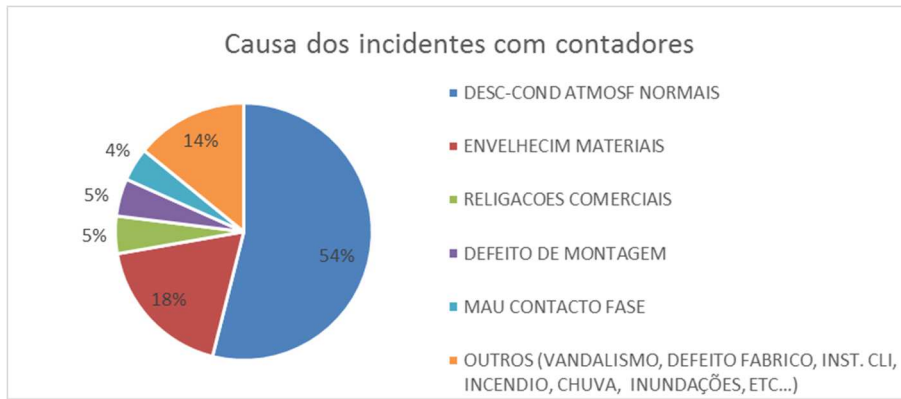


Gráfico 24 – Causa dos incidentes com contadores [12]

Para terminar a análise aos elementos que deram origem aos incidentes de cliente particular, vão ser analisadas as causas que levaram ao surgimento dos incidentes com alvéolos/bornes. No Gráfico 25 estão expostas as causas que originaram estes incidentes nestes elementos.

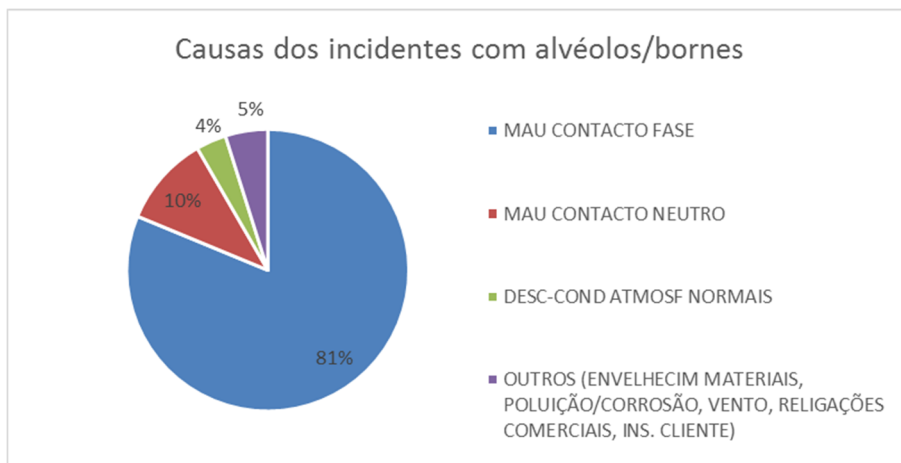


Gráfico 25 – Causas dos incidentes com alvéolos/bornes [12]

Tal como se pode observar no Gráfico 25, o mau contato da fase e do neutro são as principais causas de incidentes com este elemento. Com o passar dos anos os materiais desgastam-se, começando a criar folgas. Estas folgas geralmente são mais comuns em pontos da rede onde existem uniões, chegando a um momento em que essa folga é de tal ordem que a continuidade de energia é interrompida, sendo necessária a intervenção do piquete para fazer o reaperto do alvéolo/borne.

4.2.5. Iluminação pública

Como se constatou pelo Gráfico 2, os incidentes do tipo de iluminação pública foram o segundo tipo de incidentes em maior destaque. Dentro destes verifica-se pelo Gráfico 26 que a maior percentagem dos incidentes está classificada como “sem dano”, correspondendo a 50%.

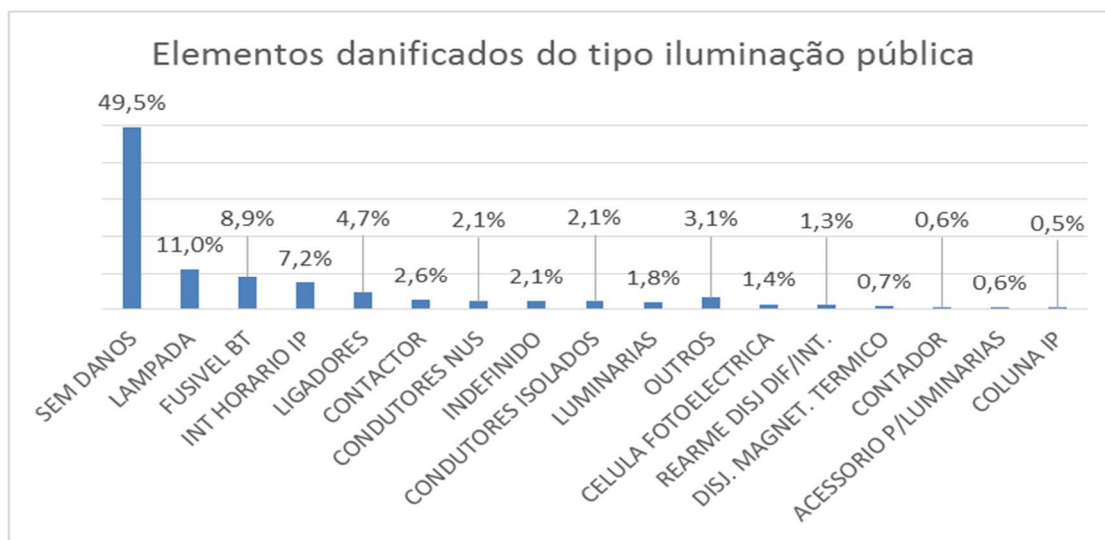


Gráfico 26 – Elementos danificados do tipo iluminação pública [12]

Por forma a perceber melhor quais os motivos que levaram a que a classificação sem danos a apresentasse uma percentagem tão elevada, foram analisadas as causas que conduziram à ocorrência destes incidentes correspondendo 89% dos incidentes a apenas três motivos, sendo eles o rearme de disjuntores (77%), associados (8%) e aquando da deslocação do piquete ao local tudo se encontrava normal (4%).

Como foi mencionado nos outros tipos de incidentes estudados anteriormente, os incidentes classificados como “sem danos” não apresentaram nenhum prejuízo, e como se acabou de verificar, esta constatação mantém-se para os incidentes registados como iluminação pública.

Logo após aos incidentes com classificação “sem danos” os elementos danificados com maior ênfase são com lâmpadas, fusíveis, interruptores horários e ligadores. Uma vez que os restantes elementos não apresentaram valores muito elevados, apenas os que foram referidos serão alvo de análise a fim de perceber quais as origens que levaram ao aparecimento dos incidentes.

Recuperação de Ativos na Rede de Distribuição de Baixa Tensão

Começamos pelas causas que levaram ao aparecimento de incidentes que provocaram danos nas lâmpadas, representadas no Gráfico 27.

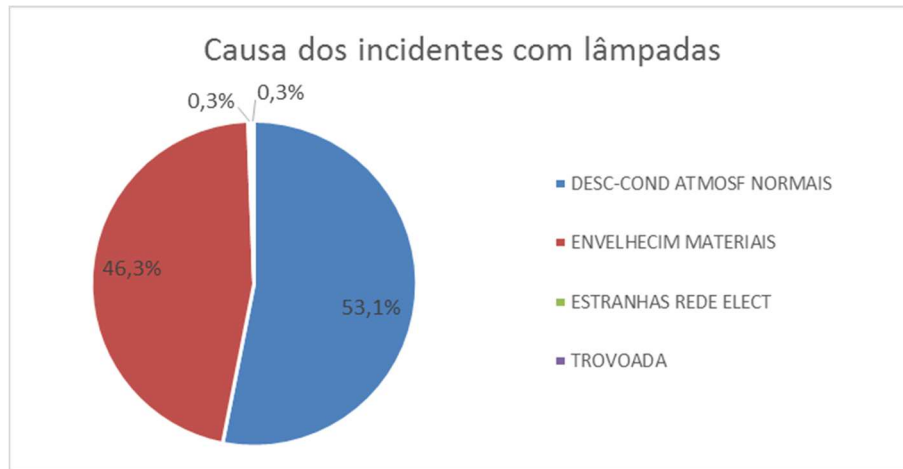


Gráfico 27 – Causa dos incidentes com lâmpadas [12]

Verifica-se que a maioria dos incidentes é desconhecida, ou seja, o piquete não obteve dados suficientes de modo a conhecer a causa que deu origem ao incidente. Logo de seguida o envelhecimento dos materiais surge também com uma percentagem elevada. Por outro lado os incidentes com as causas rotuladas como estranhas de rede elétrica e trovoada não são muito significativos.

Segue-se agora para a análise das causas que levaram ao surgimento dos incidentes com fusíveis, estando expostas no Gráfico 28.

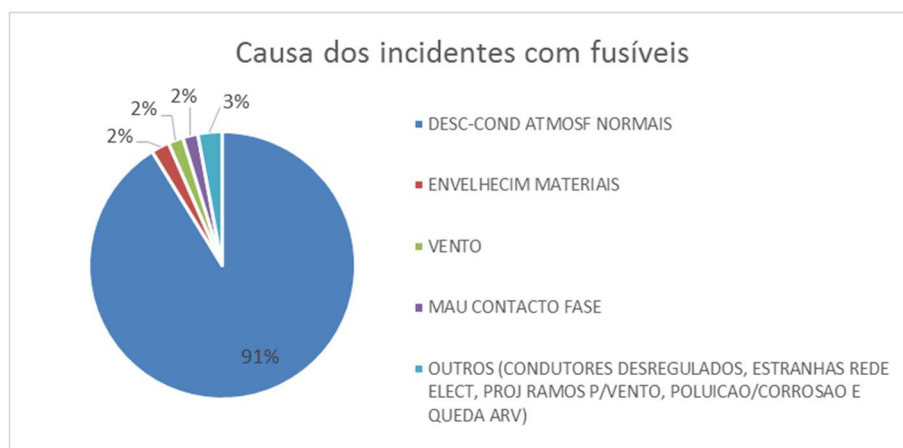


Gráfico 28 – Causa dos incidentes com fusíveis [12]

Recuperação de Ativos na Rede de Distribuição de Baixa Tensão

Tal como aconteceu nas causas que provocaram danos nas lâmpadas, também nos fusíveis se verifica que a principal causa que levou à rotura dos mesmos é desconhecida. Contudo existem duas possibilidades para que o fusível se queime: através do contato entre condutores e objetos estranhos, ou a corrente existente no circuito de iluminação pública ser superior ao seu poder de corte.

Relativamente aos incidentes com interruptores horários, verifica-se novamente que a percentagem de incidentes em que a origem é desconhecida também é elevada, no entanto para este caso o envelhecimento dos materiais apresenta a maior percentagem, atingindo 49,8% dos incidentes. Os outros incidentes com menor peso estão relacionados com defeitos de fabrico, mau contato de fase e estranhas à rede elétrica, tal como se pode apurar pelo Gráfico 29.

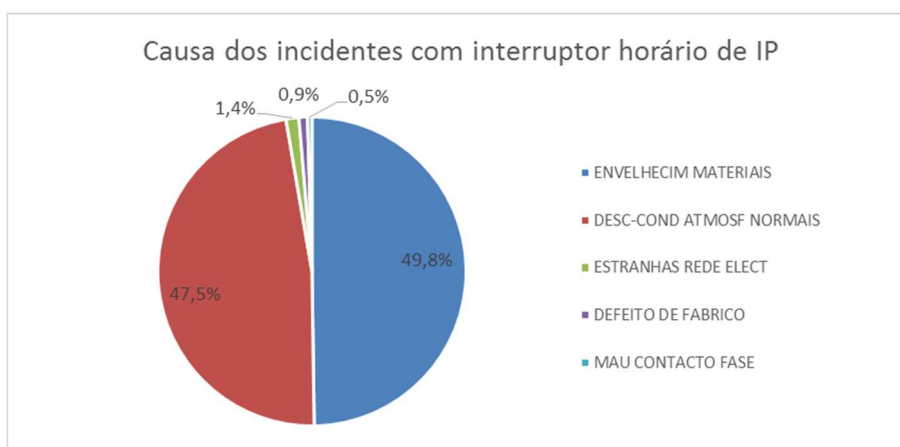


Gráfico 29 – Causa dos incidentes com interruptor horário de IP [12]

Por forma a finalizar a análise aos elementos danificados com a classificação de iluminação pública procedeu-se ao estudo das causas originadas pelos ligadores, estando estas apresentadas no Gráfico 30.

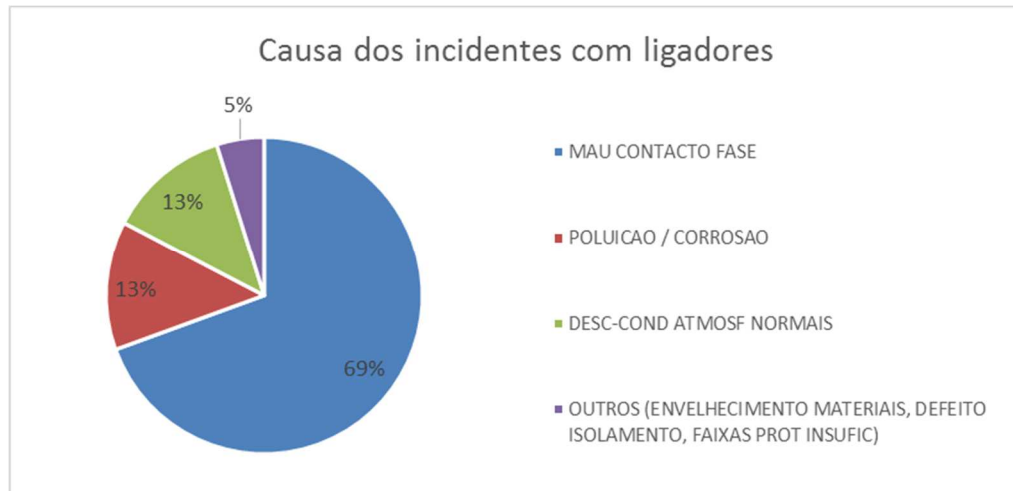


Gráfico 30 – Causa dos incidentes com ligadores [12]

Ao contrário do que aconteceu com os outros elementos analisados, no caso dos ligadores as causas desconhecidas apenas representam 13% dos incidentes, sendo que para a maioria dos incidentes são conhecidos os elementos danificados, destacando-se o mau contato da fase e a poluição/corrosão com 69% e 13% respetivamente.

4.2.6. Transformador

O número de incidentes classificados como transformador que ocorreram ao longo do ano de 2014 em comparação com os outros tipos de incidentes foi ínfimo, representando unicamente 1% do conjunto dos seis incidentes.

Por forma a perceber quais os elementos danificados, os mesmos foram agrupados e encontram-se expostos no Gráfico 31.

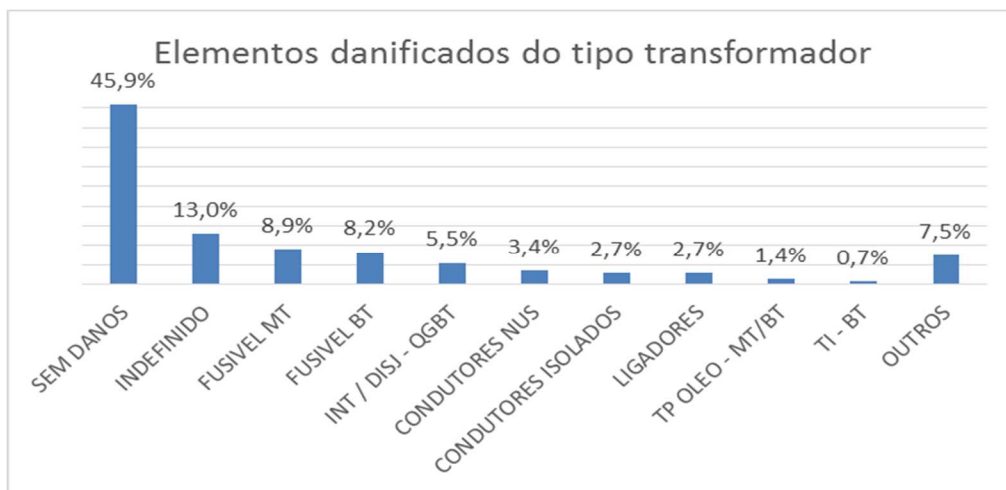


Gráfico 31 – Elementos danificados do tipo transformador [12]

Mais uma vez se verifica que a classificação de “sem danos” é a que apresenta mais incidentes, tendo como origem as causas indicadas no Gráfico 32.

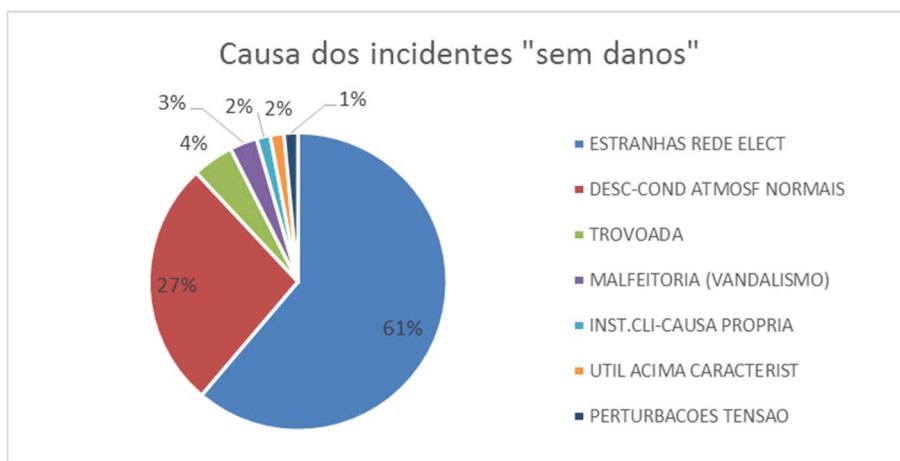


Gráfico 32 – Causa dos incidentes “sem danos” [12]

Constata-se que grande parte dos incidentes se deveu a origens estranhas da rede elétrica sendo a maioria relacionada com incidentes de média tensão e identificados como associados/cancelados (vários incidentes a reportar a mesma situação, ficando associados ao primeiro incidente ou incidentes em que o autor informa que já não existe nenhuma anomalia). Logo de seguida encontram-se os incidentes com origem desconhecida, verificando-se mais uma vez que este fator apresenta uma percentagem elevada.

Pode-se verificar que existe uma diversidade de elementos danificados, dentro dos quais se destacam os incidentes com fusíveis, condutores nus, condutores isolados e ligadores.

4.3. Conclusão

Por forma a fazer um resumo geral dos seis tipos de incidentes, no Gráfico 33 encontram-se evidenciados os elementos que apresentaram a maior quantidade de incidentes.

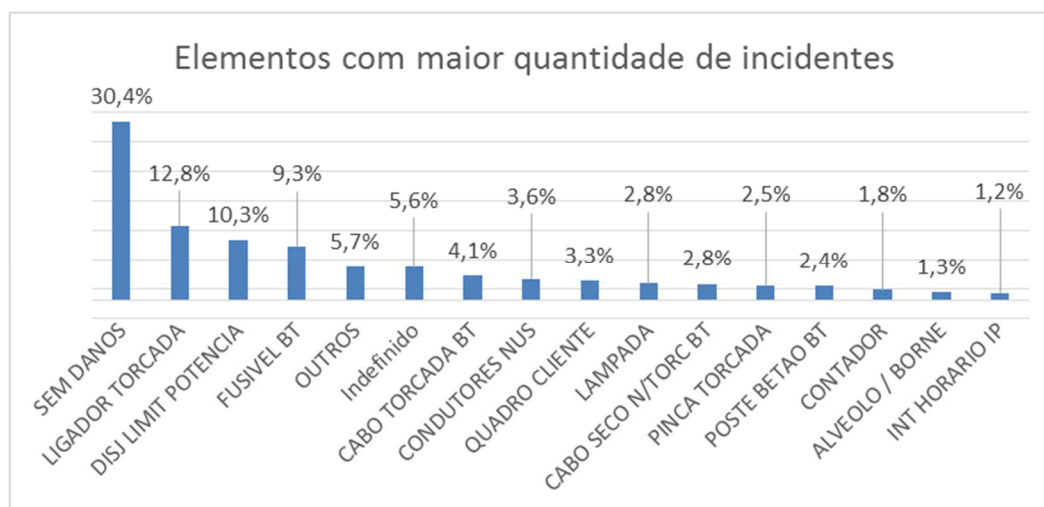


Gráfico 33 – Elementos com maior quantidade de incidentes [12]

Como se pode constatar, a classificação que contem mais incidentes é “sem danos”. Dentro destes a maior percentagem era desconhecida, pelo que por estes elementos não é possível retirar qualquer conclusão.

Logo de seguida surgem os ligadores de torçada como o elemento com mais incidentes em que o maior volume corresponde aos incidentes classificados de cliente particular (80%) e baixa tensão (14%). Como se apurou, as principais causas que levaram ao seu surgimento foram em virtude de mau contato quer da fase quer do neutro e à poluição/corrosão.

Seguidamente encontram-se os danos com os disjuntores de contato de potência, em que destes, cerca de 98% estão classificados como cliente particular. Observou-se que a causa que originou a inutilização dos DCP se deveu ao envelhecimento dos materiais.

Destacam-se ainda os incidentes com fusíveis, que associados aos incidentes com condutores nus têm um peso de 13%. Como já foi referenciado os incidentes com fusíveis

Recuperação de Ativos na Rede de Distribuição de Baixa Tensão

podem ser devido ao contato dos condutores nus com objetos estranhos, ou então devido à corrente que transita na rede ser superior ao poder de corte do fusível, queimando-o.

Para finalizar, um elemento que também apresenta um número elevado de incidentes são os condutores em torçada. Estes também se encontram divididos pelos seis tipos de incidentes, contudo os que apresentam maior destaque são os incidentes de baixa tensão, cliente particular e anomalia de rede, sendo as suas principais causas devido a quedas de árvores, desconhecidas, defeito de isolamento e envelhecimento de materiais.

5. Recuperação de Ativos

5.1. Introdução

De acordo com [22], um ativo é “um item, um objeto ou uma entidade que tem valor real ou potencial para uma organização”.

Segundo [23], existem cinco formas de definir um ativo, sendo:

- Ativos físicos: elementos constituintes da rede (condutores, postos de transformação, fusíveis, etc...), edifícios, veículos;
- Ativos humanos: conhecimento, competências, experiência;
- Ativos financeiros: lucro, ações, capital financeiro, dívidas;
- Ativos intangíveis: reputação, moral, boa vontade, propriedade intelectual;
- Ativos de informação: dados, informação empresarial da organização e de clientes, informação de desempenho financeiro.

Uma vez que o objetivo deste trabalho consiste em efetuar propostas para recuperação de ativos na rede de distribuição de baixa tensão, dos ativos indicados apenas se vão considerar os ativos físicos.

Como já foi referido, a rede de distribuição de baixa tensão é composta por dois tipos de condutores (condutores nus e condutores em torçada). Atualmente os condutores nus não são usados para implementação/remodelação de uma rede, visto que apresentam alguns inconvenientes em relação aos condutores em torçada, indicadas no subcapítulo 3.2.3 - Condutores. No entanto, apesar de já não serem implementados, ainda existem muitas redes com este tipo de condutores.

5.2. Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Elétrica em Baixa Tensão

O regulamento N°67/2011 de 21 de Dezembro ajustou o Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Elétrica em Baixa Tensão à realidade atual e à evolução tecnológica [13]. Neste regulamento verifica-se que no artigo 18 do capítulo IV encontram-se estipuladas secções mínimas para condutores nus, condutores isolados tendo em consideração o tipo de canalização. No quadro da Tabela 2, indicado no regulamento, é possível verificar quais as secções mínimas para os dois tipos de condutores.

Tabela 2 – secção nominal dos condutores de fase [13]

Tipo de Canalização	Secções nominais [mm ²]			
	Condutores nus		Condutores isolados	
	Cobre	Alumínio	Cobre	Alumínio
Canalizações principais	10	20	10	16
Ramais	-	-	6	16
Baixada	-	-	4	10

Analisando Tabela 2 constata-se que os condutores nus, quer sejam de cobre ou de alumínio, para ramais e baixadas não podem ser usados. Podem apenas ser usados em canalizações principais desde que a sua secção não seja inferior a 10 mm², no caso de condutores nus em cobre e 20mm² no caso de condutores nus em alumínio.

Como a rede de baixa tensão não se encontra totalmente cadastrada não se tem o conhecimento preciso da percentagem correspondente aos condutores nus. No entanto ainda existem alguns casos onde as secções mínimas indicadas na Tabela 2 estão violadas, nomeadamente nos condutores nus de cobre com secções de 6 mm² e nos condutores nus de alumínio de 10mm² e 16mm².

A secção dos condutores está relacionada com a quantidade de corrente que é suportada pelos mesmos, ou seja, quanto maior for a secção do condutor, maior é a corrente que este permite transportar sem que se danifique. Com o passar do tempo, as redes têm tendência a expandirem, podendo resultar num aumento da corrente a transitar nela. Surge então a necessidade de adaptar os condutores à realidade, recorrendo ao aumento da secção dos condutores.

Condutores nus de cobre com secções de 6 mm² e condutores nus de alumínio de 10mm² e 16mm² são as secções mínimas utilizadas, sendo por isso aqueles onde a corrente máxima admissível é mais pequena. A estas secções reduzidas, podem estar associados problemas com quedas de tensão tendo surgido então a necessidade de ajustar o Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Elétrica em Baixa Tensão à realidade e à evolução tecnológica.

5.3. Análise dos tipos de incidentes de 2014

Como se verificou no capítulo anterior nem todos os tipos de incidentes apresentam a mesma percentagem, sendo os incidentes de cliente particular e iluminação pública os que apresentaram maior quantidade, encontrando-se no outro extremo incidentes de cliente coletivo e transformador.

O objetivo principal deste relatório é estudar os incidentes com condutores nus, com o propósito de identificar pontos na rede onde os condutores se encontram em mau estado de conservação, atuando de forma preventiva. Após encontrados esses pontos procede-se à remodelação dos mesmos a fim de melhorar a qualidade de serviço da RDBT.

Uma vez que os incidentes de cliente coletivo e de transformador representam uma percentagem muito reduzida, estes podem-se excluir. Pode-se também constatar no Gráfico 15 e no Gráfico 31 (gráficos onde estão identificados os elementos que deram origem aos incidentes de cliente coletivo e transformador), que o número de incidentes com origem nos condutores nus foi muito reduzido.

Excluindo os incidentes de cliente coletivo e transformador, ficam apenas os incidentes de anomalia de rede, baixa tensão, cliente particular e iluminação pública. Como já foi referido no capítulo anterior, os incidentes com fusíveis podem ser originados por dois motivos distintos.

Ao longo do capítulo anterior efetuou-se, para cada tipo de incidente, uma análise das causas que levaram ao aparecimento dos incidentes com fusíveis. Contudo, verificou-se que a maior percentagem das causas que levaram ao aparecimento dos incidentes com fusíveis são desconhecidas. Dentro destas causas desconhecidas existem alguns incidentes que estiveram relacionados com condutores nus, pelo que, os incidentes relacionados com os fusíveis estão contabilizados na análise efetuada.

Começando pelos incidentes de iluminação pública e analisando o Gráfico 26, verifica-se que 11% foram devido a incidentes com condutores nus e fusíveis, correspondendo apenas a 11% dos incidentes de iluminação pública. Uma vez que esta percentagem é pequena, este tipo de incidentes pode ser descartado, não se justificando a sua análise, visto que é necessário examinar uma grande quantidade de dados para obter alguma informação.

Analisando os incidentes classificados como anomalia de rede, através do Gráfico 3 verifica-se que aproximadamente 9% tiveram origem em condutores nus e fusíveis. Observa-se que a percentagem de incidentes com condutores nus é reduzida, no entanto neste tipo de incidentes encontram-se classificados incidentes provocados por quedas de árvores. Esta informação é importante pois caso exista uma grande quantidade de quedas de árvore na mesma zona, significa que é necessário efetuar limpeza à faixa.

Relativamente aos incidentes de cliente particular, pelo Gráfico 18 constata-se que o número de incidentes com condutores nus e fusíveis foi de aproximadamente 7% dos elementos que deram origem a estes incidentes. A percentagem de incidentes com condutores nus e fusíveis nesta classificação é reduzida, porém este tipo de incidente não será excluído da análise, uma vez que permite obter outras informações sobre o estado da rede, nomeadamente quando se verificam quedas de tensão maioritariamente reportadas pelo cliente.

Por fim faltam examinar os incidentes rotulados como baixa tensão, onde pelo Gráfico 9 se averigua que a percentagem de condutores nus e fusíveis compreende 51% dos incidentes. Ao contrário do que se verifica com os fusíveis nos outros incidentes, aqui, nos incidentes de baixa tensão, as causas que levaram à substituição dos mesmos estão bem identificadas, atingindo uma percentagem de 44%, correspondendo os restantes 56% a causas desconhecidas, tal como se pode observar pelo Gráfico 10.

Finalizada a análise aos seis tipos de incidentes existentes, conclui-se que os incidentes de cliente coletivo, iluminação pública e transformador podem ser excluídos de uma futura análise a ser efetuada. Já os incidentes de anomalia de rede e cliente particular não serão imediatamente excluídos, uma vez que contêm informação útil sobre o estado da rede, nomeadamente nos incidentes relacionados com queda de tensão. Restam apenas os incidentes intitulados como baixa tensão, estando esta classificação de incidentes na base dos estudos efetuados nos seguintes subcapítulos.

Foi necessário implementar uma estratégia que possibilite ter conhecimento das redes que se encontram mais degradadas. Tendo como suporte os incidentes de baixa tensão ocorridos em 2014, foi elaborada uma lista, para cada concelho, por ordem decrescente dos postos de transformação que registaram incidentes. Desta lista foram retirados aqueles em que o número de incidentes foi insignificante, ou seja, aqueles que apresentavam cerca de três ou quatro incidentes no período analisado, ficando apenas os que registaram mais incidentes, encontrando-se expostos num *ranking*.

Esta estratégia permitiu assim ter conhecimento de quais os postos de transformação que em 2014 foram mais vezes alvo de intervenção devido à ocorrência de incidentes.

5.4. Incidentes de 2013 e 2014

A análise efetuada aos incidentes ocorridos em 2014 permitiu, retirar algumas conclusões sobre a importância que cada tipo de incidente revela a nível de elementos danificados, particularmente com condutores nus e fusíveis. Concluiu-se que apenas os incidentes de anomalia de rede, baixa tensão e cliente particular apresentavam informações relevantes sobre a RDBT. Todavia para a recuperação de ativos a classe de incidentes que apresenta mais informação são os incidentes de baixa tensão.

Como foi referido no subcapítulo 5.3 - Análise dos tipos de incidentes de 2014, foi efetuada uma listagem, para cada concelho, baseada nos incidentes de baixa tensão com os postos de transformação que obtiveram mais incidentes em 2014. De maneira a constatar se o número/frequência de incidentes que ocorreram nestes postos de transformação já se verificava em 2013, foi aplicada a mesma análise, para o ano de 2013, obtendo assim uma nova listagem com os postos de transformação que registaram incidentes.

Por forma a clarificar quais os postos de transformação cujas RDBT que precisam de intervenção o mais urgente possível, foi aplicada uma comparação, entre os anos de 2013 e 2014. Esta comparação permite compreender se os postos de transformação que se encontram no *ranking* de 2014 estão referenciados no *ranking* de 2013. Caso existam postos de transformação coincidentes nos dois *rankings*, significa que as suas redes apresentam muitas avarias, sendo necessária uma intervenção a fim de eliminar futuros incidentes.

Após a comparação dos dois *rankings*, verificou-se que existiam alguns concelhos onde a quantidade de postos de transformação com um número elevado de incidentes era grande, sendo que noutros se confirmava o oposto, como se pode averiguar na Tabela 3.

Tabela 3 – Postos de transformação coincidentes no ranking de 2013 e 2014 [12]

Alvaiázere	Ansião	Batalha	Leiria	Marinha Grande	Pombal	Porto de Mós	Ourém
66%	23%	26%	19%	30%	8%	40%	24%

Alvaiázere, Porto de Mós e Marinha Grande são, por esta ordem, os concelhos onde a percentagem de postos de transformação coincidentes nos dois anos é maior.

Concluída a comparação entre os dois *rankings* e excluindo os postos de transformação que eram coincidentes em ambos, verificou-se que alguns apresentavam incidentes em 2013, sendo que o número de incidentes registados para esses mesmos postos de transformação em 2014, foi reduzido e em alguns casos nulo.

5.5. Survey ao prestador de serviço

O prestador de serviço usualmente denominado de PSE (Prestador de Serviços Externo), tem como função deslocar-se ao local reportado pelo cliente resolver as avarias de forma definitiva. Caso estas não sejam possíveis de serem resolvidas por si, o PSE resolve a avaria de forma provisória, de modo a restabelecer a energia elétrica aos clientes afetados, reportando a informação à AO que fica responsável por tomar as medidas necessárias para a resolução das mesmas.

A AO de Leiria adjudica todas as suas obras a um empreiteiro, sendo que esse empreiteiro, em alguns concelhos, adjudica as obras a sub-empreiteiros.

Uma vez que o PSE é quem executa as obras na rede elétrica, os seus colaboradores têm um conhecimento geral da rede, tendo referenciados alguns pontos da mesma que se encontram mais degradados e que seja recorrente a sua deslocação para resolver avarias. É com base neste raciocínio que se pediu ao PSE que fizesse uma lista com os pontos da rede que na sua opinião necessitam de intervenção mais urgente.

Na Tabela 4 encontram-se indicados a quantidade de circuitos/PT que o PSE disponibilizou para os concelhos da AO de Leiria. Pode-se verificar que o concelho da

Batalha é o único que não foi reportado qualquer circuito/PT, tendo contudo os concelhos de Leiria, Marinha Grande e Porto de Mós referenciados poucos pontos de intervenção.

Tabela 4 – Circuitos/posto de transformação referenciados

Alvaiázere	Ansião	Batalha	Leiria	Marinha Grande	Pombal	Porto de Mós	Ourém
7	12	-----	1	2	26	4	23

Ao relacionar o número de postos de transformação indicados pelo PSE com as empresas responsáveis dos respetivos concelhos, verifica-se que Batalha, Leiria, Marinha Grande e Porto de Mós são aqueles que apresentam a menor informação e têm a mesma empresa como prestadora de serviço. Pode-se então chegar à conclusão que o fato de o PSE ter apresentado poucos ou nenhuns circuitos/postos de transformação para estes quatro concelhos não significa que a rede se encontra em bom estado, tem no entanto a ver com o fato de a empresa por algum motivo não ter disponibilizado informação suficiente.

Analisando agora os dados disponibilizados pelo PSE e comparando-os com os postos de transformação contidos no *ranking* de 2014, verificou-se que para os concelhos de Alvaiázere, Ansião e Ourém existiram cinco postos de transformação que constavam quer na lista do PSE quer no *ranking* de 2014. No entanto a lista do PSE englobava outros postos de transformação que não estavam referenciados no *ranking* de 2014. Confrontando-os com o *ranking* de 2013, verificou-se que existiam alguns postos de transformação coincidentes.

5.6. Reconhecimento dos ativos técnicos

O reconhecimento dos ativos técnicos é uma tarefa importante, pois permite no terreno visualizar o estado da rede.

Os principais pontos de referência foram para isoladores partidos, estado dos vãos (regulados ou desregulados), condutores nus com emendas e no meio/próximos de árvores.

As figuras em baixo mostram algumas das situações que acabaram de ser referenciadas, encontradas durante as visitas no terreno



Figura 15 – Poste e condutores nus envolvidos por árvore

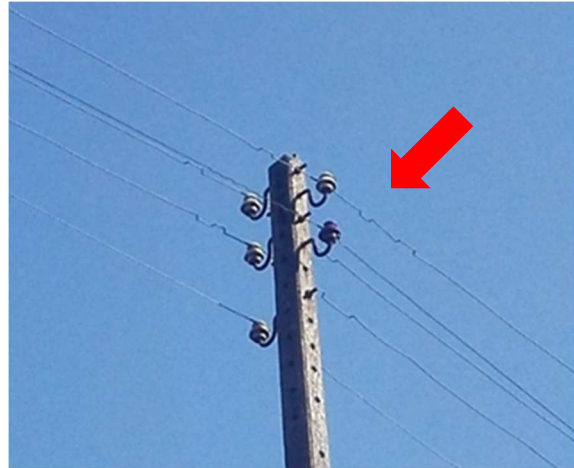


Figura 19 – Técnica aplicada para regular vãos com condutores nus

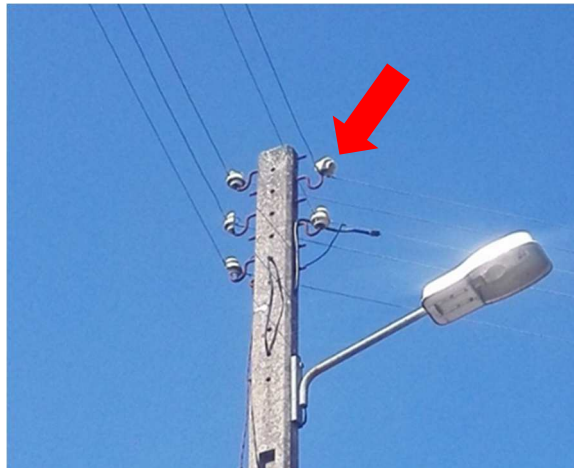


Figura 18 – Isoladores partidos



Figura 14– Emendas através de condutores isolados numa rede de condutores nus



Figura 16 – Condutores nus desregulados

Por forma a registar as anomalias que iam sendo encontradas ao longo da verificação da rede dos postos de transformação, foi criada uma tabela com estes campos, permitindo no terreno verificar a quantidade dos elementos referidos anteriormente. Com base neste método foi possível efetuar a seleção dos postos de transformação que se apresentavam num estado mais degradado.

5.7. Incidentes ao longo do ano

Ao longo do ano existem várias alterações climatéricas, sendo que no inverno registam-se temperaturas baixas e a probabilidade da velocidade de vento ser elevada é grande, diminuindo essa probabilidade no verão. No Gráfico 34, estão representados para cada mês o número de incidentes que ocorreram em 2014, com a classificação de baixa tensão.

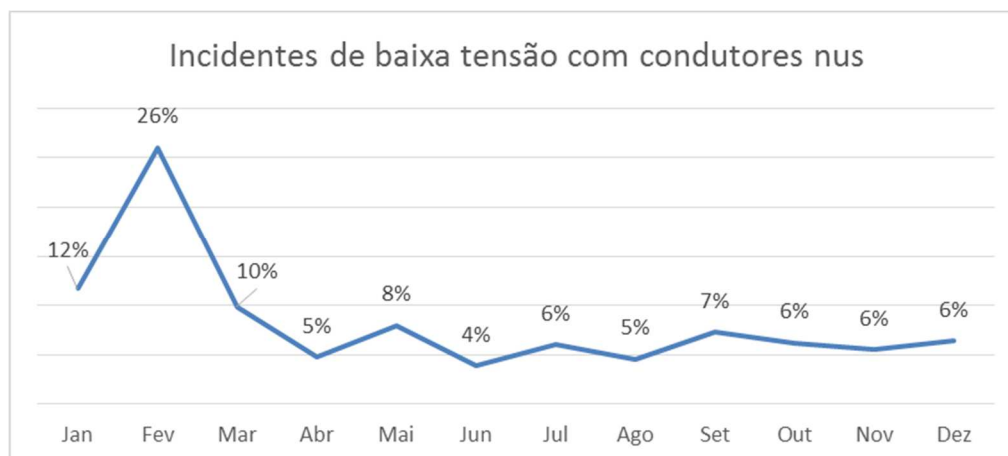


Gráfico 34 – Incidentes de baixa tensão ao longo do ano de 2014 [12]

Como se pode verificar os meses que registaram mais incidentes foram Janeiro, Fevereiro e Março, correspondendo aos meses de inverno.

A variação da temperatura provoca uma expansão/contração dos materiais, designada de dilatação térmica. A dilatação térmica é um fenómeno que ocorre quando se aquece ou se arrefece um objeto. Quando se aquece um objeto, aumenta-se a sua energia térmica (energia associada à agitação térmica entre as moléculas e os átomos que constituem o material), aumentando o estado de agitação das moléculas que o compõem. Esta agitação provoca um aumento do espaço para a deslocação das moléculas, aumentando assim o volume do objeto.

Recuperação de Ativos na Rede de Distribuição de Baixa Tensão

O contrário se verifica para o caso de se arrefecer um objeto, resultando numa redução do volume [24].

Com a chegada da primavera regista-se a primeira alteração de temperatura do ano, caracterizada pelo aumento da mesma. No Gráfico 34 verifica-se que de Abril para Maio registou-se um aumento do número de incidentes. Este aumento poderá estar relacionado com o fato de Maio ser um mês onde se regista a primeira variação das temperaturas, caracterizado pelo aumento das mesmas, levando à dilatação dos materiais que fazem parte da rede de distribuição, refletindo-se nomeadamente na quebra dos isoladores.

No gráfico da Gráfico 34 estavam incorporados todos os incidentes classificados como baixa tensão que apresentam diversos elementos da rede danificados, tais como fusíveis, ligador de torçada, condutores nus, condutores isolados, poste/apoio.

Por forma a verificar se as condições meteorológicas, nomeadamente a velocidade do vento, têm influência na RDBT, mais propriamente nos condutores nus, foi aplicado um filtro ao gráfico anterior de modo a analisar apenas com os incidentes de baixa tensão relacionados com condutores nus, isoladores e fusíveis, resultando no Gráfico 35.

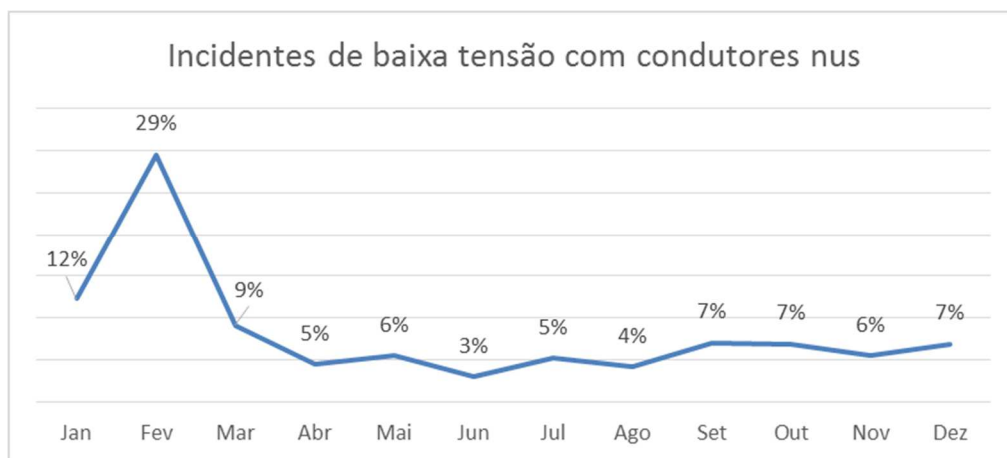


Gráfico 35 – Incidentes com condutores nus [12]

Comparando o Gráfico 34 com o Gráfico 35, verifica-se que as curvas são praticamente idênticas, registando-se também o maior número de incidentes nos meses de inverno. É no inverno que se registam rajadas do vento com maior intensidade, levando ao contato dos condutores com objetos estranhos. Esta situação deve-se ao fato da maior percentagem de incidentes classificados como baixa tensão terem origem em condutores nus.

Por vezes dá-se o caso de não existir outra alternativa para o traçado da rede de distribuição, tendo os condutores nus que passar em zonas com árvores. Contudo está regulamentada uma distância de segurança de um metro [13] entre os condutores nus e as árvores. Com o passar do tempo as árvores desenvolvem-se, aproximando os seus ramos aos condutores nus, sendo que em algumas situações os condutores encontram-se envolvidos pelos ramos. Com o aumento da velocidade do vento os ramos das árvores vão balançar que por sua vez vão provocar o contato dos condutores, levando à disrupção do fusível.

5.8. Avarias de Média Tensão

Por intermédio da análise dos incidentes de 2014 obtidos pelo *software* CRI verificou-se que foram registados cerca de 1,2% do total dos incidentes relacionados com a média tensão, tal como se pode observar na Figura 20.

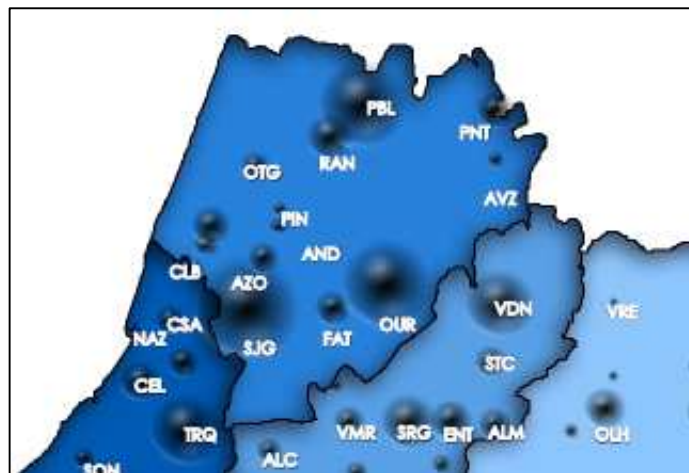


Figura 20 – Total de incidentes MT (acumulado do ano até novembro de 2014) [25]

Estes incidentes tiveram várias origens, tais como as que estão apresentadas no Gráfico 36. Verifica-se que as causas classificadas como estranhas à rede elétrica e desconhecidas apresentam a maioria dos incidentes relacionados com a média tensão. Como já foi dito no capítulo anterior, estas causas encontram-se classificadas assim, pois não foi possível ao piquete inteirar-se dos motivos que levaram ao seu aparecimento.

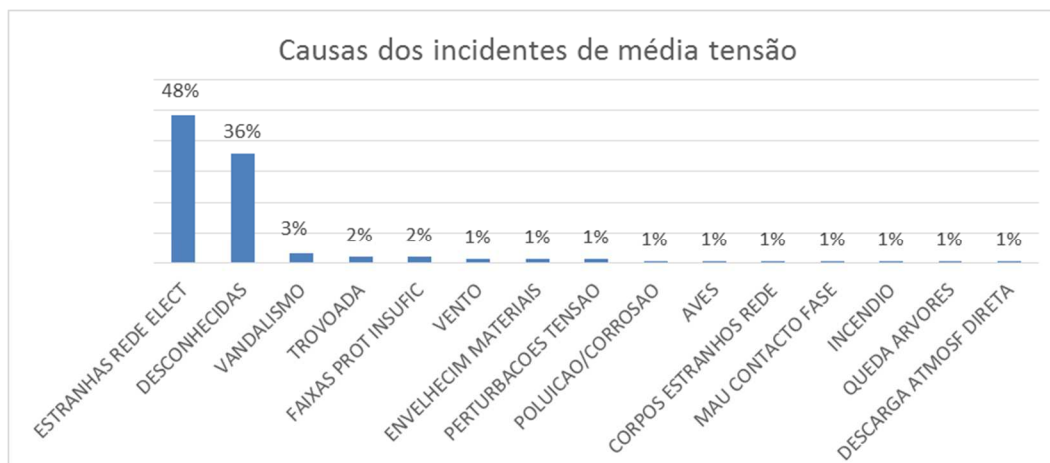


Gráfico 36 – Causas dos incidentes de média tensão [12]

A energia elétrica que transita na rede de baixa tensão primeiramente percorre a rede de média tensão, portanto se existir um incidente nesta, aumenta a probabilidade de se verificar incidentes/perturbações na rede de baixa tensão. É isso mesmo que se verifica nos incidentes, em que na maioria dos mesmos os clientes reclamam que têm quebras de tensão e em alguns casos ficam sem energia. Em situações mais extremas esta variação/quebra da tensão pode causar danos sérios na instalação do cliente.

5.9. Postos de Transformação

5.9.1. Introdução

Um PT estabelece a fronteira entre a MT e a BT, onde a sua função é efetuar a transferência de energia de MT para BT a fim de alimentar a rede de distribuição de BT. Os postos de transformação para além dos transformadores, são constituídos por aparelhagem de proteção, tais como corta-circuitos fusíveis, disjuntores, interruptores e seccionadores. Os corta-circuitos fusíveis destinam-se à proteção de sobreintensidades dos circuitos de média tensão e dos transformadores. Quanto aos disjuntores, estes são interruptores em que abertura se pode fazer automaticamente, protegendo os circuitos de sobreintensidades. Os interruptores são destinados a ligar ou desligar um circuito em carga, sendo dotados de um elevado poder de corte. Para finalizar, os seccionadores são aparelhos destinados a interromper ou estabelecer a continuidade de um condutor, e por não terem um elevado poder de corte não devem ser manobrados em carga.

Os postos de transformação podem ser classificados quanto à natureza da instalação a abastecer, ou seja, podem ser PTC ou PTD. Os PTC são destinados ao abastecimento de instalações de serviço particular, sendo estabelecida a fronteira entre a EDP e os clientes nos seccionadores. Relativamente aos PTD destinam-se à distribuição da energia elétrica em baixa tensão.

5.9.2. Tipo construtivo

A alimentação dos postos de transformação pode ser feita de dois modos (aérea ou subterrânea) dependendo do tipo de alimentação que se pretende implementar. Os postos de transformação aéreos (aéreo-A, aéreo-AS, aéreo-AI, R100, R250) e de cabina alta são alimentados por linhas elétricas aéreas. Por outro lado os postos de transformação de cabina baixa são alimentados por condutores elétricos subterrâneos.

Os postos de transformação aéreo-A é aquele que iniciou a distribuição da energia de baixa tensão, não tendo qualquer tipo de proteção à montante do transformador. Relativamente aos postos de transformação aéreos-AS estes dispõem de aparelhagem de proteção, nomeadamente seccionadores que estão instalados a montante do transformador. As potências que estão normalizadas para este tipo de PT permitem a utilização de transformadores até aos 100 kVA e permitem até um máximo de 2 circuitos. Quanto aos postos de transformação aéreos-AI são compostos por aparelhagem de proteção constituída por um interruptor-seccionador também este instalado a montante do transformador. As potências normalizadas destes postos de transformação permitem a utilização de transformadores até aos 250 kVA e possibilitam até 4 circuitos.

Atualmente os postos de transformação implementados são do tipo R100 (aéreo), R250 (aéreo) e R630 (subterrâneo), onde a principal diferenciação se encontra relacionada com o Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT).

Respeitante aos postos de transformação R100, estes são idênticos aos aéreos-AS com a diferença de apresentarem apenas uma saída para baixa tensão. Os postos de transformação R250 são idênticos aos aéreos-AI, sendo a principal diferença no número de saídas que possibilita permitindo até 3 circuitos por PT. Por fim os postos de transformação R630 são usados em cabina para transformadores até 630 kVA. Os quadros destes postos de

transformação apresentam quatro possibilidades, sendo elas com ou sem circuito IP, com disjuntor ou com acoplamento [26].

Os postos de transformação de cabina alta permitem aplicar qualquer tipo de transformador até 630 kVA e consiste num edifício onde é colocado o transformador e os respetivos elementos de proteção, bem como o quadro elétrico. Relativamente aos postos de transformação aéreos, os de cabina alta apresentam a desvantagem de necessitarem de uma área maior associada ao edifício que a compõe.

Existem três formas diferentes de empregar um PT de cabina baixa que são: cabina pré-fabricada, cabina baixa integrada em edifício e cabina baixa em edifício próprio. Estes tipos de cabina baixa são implementados em zonas urbanas onde a rede é maioritariamente subterrânea.

5.9.3. Análise do tipo construtivo do Posto de Transformação

Como foi dito anteriormente, a RDBT começou com a implementação de postos de transformação aéreo-A, cabina baixa e cabina alta. Dado que estes tipos construtivos de PT são os mais antigos, à partida apresentam uma rede mais obsoleta. Contudo nem sempre esta regra se aplica, uma vez que a RDBT tem vindo a ser alvo de intervenção ao longo dos anos.

Através da análise dos incidentes de baixa tensão, efetuou-se um estudo com a finalidade de perceber se o tipo construtivo dos postos de transformação, nomeadamente os de cabina alta e aéreos-A (por poderem ter associados a eles rede mais antiga), têm alguma influência nos incidentes.

Começou-se então por perceber que tipo construtivo de PT predominava em cada concelho, estando dispostos os resultados na Tabela 5.

Tabela 5 – Percentagem do tipo construtivo dos postos de transformação [7]

Tipo Construtivo	Alvaiázere	Ansião	Batalha	Leiria	Marinha Grande	Pombal	Porto de Mós	Ourém
Aéreo-AI	16%	29%	28%	37%	25%	31%	25%	32%
Aéreo-AS	65%	39%	21%	20%	7%	37%	29%	28%
Aéreo-A	-----	15%	14%	0,3%	2%	9%	8%	4%
Cabina alta	19%	7%	25%	14%	32%	14%	23%	20%
Cabina baixa	-----	9%	13%	29%	35%	10%	16%	15%

Recuperação de Ativos na Rede de Distribuição de Baixa Tensão

Na generalidade dos concelhos a maior percentagem de postos de transformação instalados (preenchidos a azul) são do tipo aéreo-AI e aéreo-AS, com exceção do concelho da Marinha Grande, em que a maior percentagem é de cabina baixa e alta. Por outro lado, os postos de transformação que existem em menor número na rede (preenchidos a amarelo) são aéreo-A, com exceção dos concelhos de Alvaiázere, Ansião e Batalha que são, respetivamente, aéreo-AI, cabina alta e cabina baixa.

Quanto maior for o número de um determinado tipo construtivo de PT maior será a probabilidade de ocorrer incidentes. Contudo, caso a rede associada a estes esteja em bom estado o número de incidentes pode ser muito reduzido.

Por forma a verificar qual o tipo construtivo de PT que apresenta mais incidentes, analisaram-se todos os postos de transformação que registaram alguma irregularidade classificada como baixa tensão em 2014 e foram agrupados consoante o tipo construtivo, obtendo a Tabela 6.

Tabela 6 – Tipo construtivo dos postos de transformação com incidentes de baixa tensão [12]

Tipo Construtivo	Alvaiázere	Ansião	Batalha	Leiria	Marinha Grande	Pombal	Porto de Mós	Ourém
Aéreo-AI	17%	27%	12%	42%	9%	29%	17%	29%
Aéreo-AS	66%	40%	14%	18%	2%	32%	22%	29%
Aéreo-A	-----	24%	20%	0,3%	2%	18%	6%	4%
Cabina alta	17%	-----	43%	22%	50%	14%	41%	30%
Cabina baixa	-----	9%	10%	18%	38%	7%	20%	9%

Comparando a Tabela 5 com a Tabela 6, verifica-se para os concelhos de Alvaiázere, Ansião, Leiria e Pombal que o tipo construtivo de PT em maior quantidade é aquele que apresenta a maior quantidade de incidentes.

Nos restantes concelhos (Batalha, Marinha Grande, Porto de Mós e Ourém) verifica-se pela Tabela 5 que o tipo construtivo de PT que imperam são aéreo-AI (Batalha, e Ourém), aéreo-AS (Porto de Mós) e cabina baixa (Marinha Grande). Contudo, pela Tabela 6 constata-se que o tipo construtivo que apresentou mais incidentes para os quatro concelhos foi de cabina alta, sendo que para Ourém a percentagem de incidentes com postos de transformação aéreos-AI e aéreos-AS encontram-se muito próximas dos postos de transformação de cabina alta.

Na Tabela 6 estão incorporados os postos de transformação que registaram incidentes de baixa tensão, existindo incidentes relacionados com condutores nus, bem como com os restantes elementos constituintes da rede de baixa tensão. Tendo como base os incidentes

Recuperação de Ativos na Rede de Distribuição de Baixa Tensão

com condutores nus, foi necessário aplicar um filtro a fim de permanecerem apenas esses mesmos incidentes, estando expostos na Tabela 7 a percentagem que cada tipo construtivo representa.

Tabela 7 – Tipo construtivo dos postos de transformação com incidentes com condutores nus [12]

Tipo Construtivo	Alvaiázere	Ansião	Batalha	Leiria	Marinha Grande	Pombal	Porto de Mós	Ourém
Aéreo-AI	14%	34%	-----	46%	9%	19%	17%	24%
Aéreo-AS	67%	30%	19%	20%	-----	37%	21%	22%
Aéreo-A	-----	26%	24%	2%	6%	21%	10%	3%
Cabina alta	19%	2%	54%	16%	38%	19%	33%	39%
Cabina baixa	-----	8%	3%	16%	47%	4%	19%	12%

Mais uma vez se verifica que nos concelhos de Alvaiázere, Ansião, Leiria, Marinha Grande e Pombal o tipo construtivo que apresenta mais incidentes é o mesmo que se encontram em maioria no terreno. Verifica-se também que os concelhos da Batalha, Porto de Mós e Ourém são aqueles que apesar de apresentarem mais postos de transformação do tipo AI e AS, têm mais incidentes com postos de transformação do tipo construtivo de cabina alta.

Na Tabela 8 pode-se verificar o número de propostas efetuadas entre 2008 e 2014. Observa-se que a menor quantidade corresponde aos concelhos de Porto de Mós, Marinha Grande, Batalha e Ourém, correspondendo aos concelhos que apresentam mais incidentes com postos de transformação de cabina alta.

Tabela 8 – Propostas de investimento efetuadas [27]

Concelho	Alvaiázere	Ansião	Batalha	Leiria	Marinha Grande	Pombal	Porto de Mós	Ourém
Número de propostas	15	12	4	9	1	61	0	4

Conclui-se que em alguns concelhos, nomeadamente Batalha, Porto de Mós e Ourém existe uma relação entre o número de propostas de investimento e os incidentes, refletindo-se em incidentes originados nos postos de transformação de cabina alta. No entanto o fato de os outros concelhos apresentarem mais propostas, não significa que a rede se encontre em bom estado, existindo em todos os concelhos postos de transformação que as suas redes são constituídas por condutores nus, podendo estar associados a outros tipos construtivos de postos de transformação.

5.10. Critérios de seleção dos Postos de Transformação

Como se verificou no subcapítulo 4.2.2 - Baixa tensão, onde se apurou quais os elementos danificados como baixa tensão, teve-se a oportunidade de verificar que a maior quantidade dos incidentes está relacionada com condutores nus. Com base nisto é necessário implementar um procedimento que permita conhecer quais os postos de transformação que apresentam a rede em pior estado.

O método implementado teve como referência os indicadores que foram referenciados nos capítulos anteriores, mais propriamente, o ranking dos postos de transformação que apresentaram mais incidentes em 2013 e 2014, o tipo construtivo dos postos de transformação, a informação disponibilizada pelos colaboradores do PSE e a informação recolhida no terreno.

Com suporte nestes indicadores, foram usados três critérios que permitiram encontrar os postos de transformação onde a intervenção era prioritária, sendo eles:

- Primeiro critério: Escolha dos postos de transformação que estejam referenciados em todos os indicadores;

- Segundo critério: Escolha dos postos de transformação que se encontrem referenciados no ranking de 2014, pelo prestador de serviço e através da deslocação ao terreno constatou-se que a rede se encontrava em mau estado.

- Terceiro critério: Escolha dos postos de transformação referenciados em apenas dois indicadores, ou seja, encontram-se no ranking de 2014 e são indicados pelo PSE, ou constam do ranking de 2014 e pela visita ao terreno, ou são indicados pelo PSE e pela visita do terreno.

A EDP todos os anos atribui uma quantia destinada às obras para recuperação de ativos, contudo a quantidade de obras que existem e o seu respetivo custo é muito superior ao valor disponibilizado. Sendo assim as propostas de investimento continuam a ser elaboradas, porém quando é atingido o limite atribuído, estas obras ficam a aguardar por uma verba para serem implementadas no terreno, ou passam para o ano seguinte.

Recuperação de Ativos na Rede de Distribuição de Baixa Tensão

Todas as propostas de investimento são registadas nos programas CPPL e EPM. De modo a não efetuar propostas de investimento que já se encontram previamente elaboradas, é necessário consultar estes programas e efetuar uma pesquisa pelo PT que foi obtido pelos critérios anteriores. Caso já existam propostas para um determinado PT, este será excluído.

Com base no que foi referido, o primeiro critério apresentou fracos resultados, uma vez que os postos de transformação onde a rede está mais deteriorada já apresentam propostas que visam à recuperação de ativos.

A recuperação de ativos pode ser efetuada de duas formas possíveis que são com ou sem estudo ao circuito em questão. Nos casos em que não é necessário efetuar estudos são situações em que o circuito apresenta poucos vãos com condutores nus, sendo apenas necessário efetuar a substituição dos mesmos por condutores em torçada, não esquecendo dos respetivos apoios que podem-se encontrar em mau estado ou com vãos muito grandes.

Por outro lado, quando os circuitos apresentam muitos vãos com condutores nus e a eles está associada uma carga elevada deve-se efetuar um estudo pormenorizado ao circuito. Este estudo vai permitir saber qual a secção de cabo a implementar de modo a garantir a qualidade de serviço imposta, permitindo também verificar a existência de quedas de tensão no circuito, tomando assim as medidas necessárias a fim de colmatar as mesmas.

Ainda relativamente aos circuitos onde é necessário efetuar estudo, é importante verificar se os mesmos se encontram carregados em SIT/DM. Caso o circuito esteja carregado no programa, deve-se ter em consideração a data em que este foi carregado, uma vez que pode-se encontrar carregado há algum tempo e estar desatualizado. Nos casos onde a data de carregamento é antiga, o procedimento a tomar é ir ao terreno confirmar os circuitos em questão e efetuar as devidas alterações caso elas existam. No caso de não haver qualquer tipo de informação carregada no programa é necessário efetuar o levantamento da mesma, sendo esta tarefa delegada também ao PSE.

6. Qualidade da Energia Elétrica

6.1. Introdução

De acordo com o manual da qualidade da energia elétrica [28], “qualidade é um conceito para o qual não é muito fácil apresentar uma definição clara e objetiva. Contudo, parece existir um consenso generalizado de que “a qualidade é a adequação de determinado bem ou serviço à sua finalidade ou uso”. No domínio elétrico, pode considerar-se que a energia fornecida por um sistema elétrico tem qualidade quando garante o funcionamento do equipamento elétrico, sem que se verifiquem alterações de desempenho significativas.”

A ERSE é a entidade responsável pela regulação dos setores do gás e da eletricidade em Portugal, onde a sua principal missão consiste em proteger adequadamente os interesses dos consumidores no que concerne a preços, qualidade do serviço, acesso à informação e segurança de abastecimento.

A entidade baseia-se no regulamento de qualidade de serviço do setor elétrico, e que por sua vez este se baseia na norma NP EN 50160, que tem como objetivo estabelecer as obrigações de qualidade de serviço de natureza técnica e comercial a que devem obedecer os serviços prestados no sistema elétrico nacional.

A QEE pode ser abordada relativamente à continuidade de tensão e à qualidade da onda de tensão. A continuidade de tensão é caracterizada pela frequência e duração das interrupções de fornecimento de energia, sendo representada pelos indicadores SAIFI e SAIDI, respetivamente. No que respeita à qualidade da onda de tensão, esta é caracterizada pela forma da onda de tensão, amplitude, frequência e simetria do sistema trifásico de tensões, existindo limites ou valores característicos estabelecidos pelo regulamento indicado anteriormente.

6.2. Qualidade de onda de tensão

Um dos alvos deste trabalho consiste no melhoramento da qualidade de serviço, mais concretamente na redução de quedas de tensão que se encontram fora da gama estipulada.

Verifica-se uma queda de tensão quando a tensão no ponto de entrega ao cliente, em condições de exploração normais, não se encontra em conformidade com os limites ou valores característicos da tensão a que o cliente tem direito, estabelecida pelo regulamento de qualidade de serviço do setor elétrico.

A norma referida anteriormente tem como objetivo definir e descrever os valores que caracterizam a tensão de alimentação, tais como a frequência, a amplitude, a forma de onda e a simetria das tensões trifásicas [29].

Das características referidas anteriormente, a que permite constatar a existência de quedas de tensão são as variações da tensão de alimentação. Na norma encontra-se estabelecido que “em condições normais de exploração, não considerando as situações subsequentes a defeitos ou a interrupções de alimentação, durante cada período de uma semana, 95% dos valores eficazes médios de 10 min devem situar-se na gama da tensão nominal de $\pm 10\%$ ” [29], ou seja, 95% dos valores da tensão têm que se encontrar entre 207V e 253V.

Concluído o período de medição e após analisados os dados obtidos apurar-se que 95% dos valores eficazes médios da tensão não se encontram dentro da gama definida, significa que é essencial tomar as medidas necessárias com o objetivo de melhorar a qualidade de serviço, passando pelo estudo do circuito em questão. Este estudo é em tudo idêntico ao que já foi referido no capítulo anterior, ou seja, é necessário ter o circuito carregado em SIT/DM para poder exportar para DPLAN e através deste programa efetuar as devidas alterações de modo a que se garanta a qualidade de serviço adequada.

Nos próximos subcapítulo vão ser estudados diversos casos, tendo a sua proposta para recuperação de ativos sido motivado em virtude de quedas de tensão, ou condutores nus em mau estado de degradação, ou a conciliação dos dois.

6.3. Caso de estudo 1

Como foi dito ao longo do documento, as propostas para recuperação de ativos podem ter ou não como base um levantamento. Neste caso de estudo será apresentado um estudo em que a quantidade de vãos com condutores nus, a serem remodelados não justificava o levantamento prévio ao circuito.

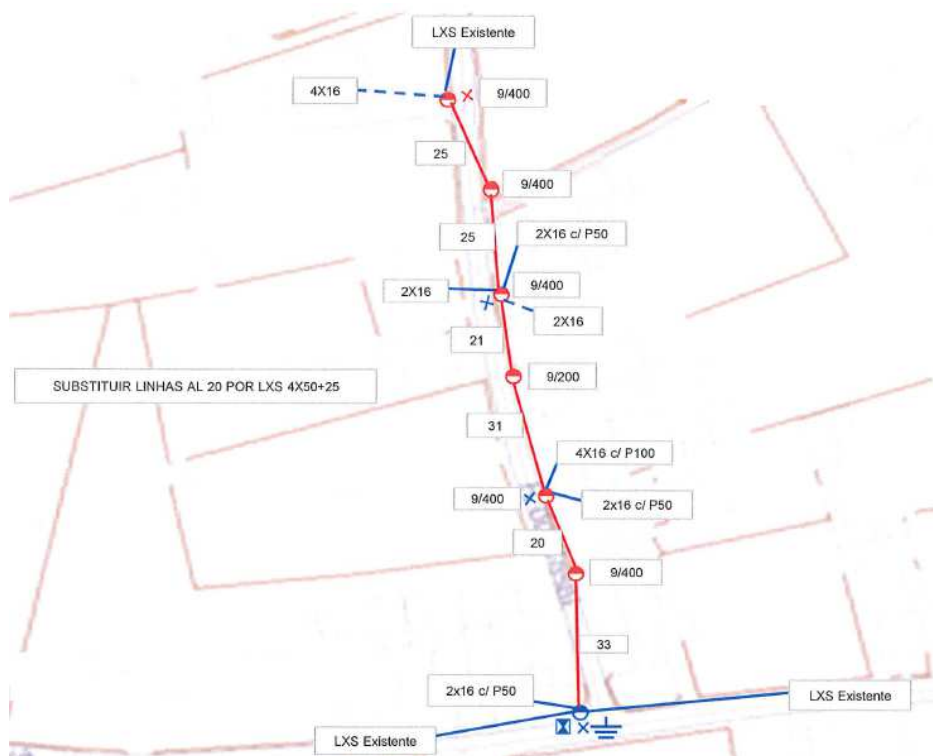


Figura 21 – Proposta para melhoria da rede do posto de transformação

Como se pode visualizar na Figura 21 os elementos do circuito encontram-se representados a vermelho ou a azul. Os elementos a azul são aqueles que já se encontram no terreno, e como apresentam condições adequadas de funcionamento, não são alvos de intervenção. Por outro lado, os elementos representados a vermelho, são os elementos que são alvo de proposta.

A proposta para este circuito consistiu em:

- Substituir 155 metros de condutores nus (linhas) de alumínio de 20mm^2 , por cabo LXS 4x50+25;
- Retirar os apoios antigos e colocar cinco apoios 9/400 e um apoio 9/200;
- Substituir uma luminária que se encontrava obsoleta por uma nova.

O caso em questão apresenta apenas 6 vãos com condutores nus, sendo que o restante circuito se encontra com condutores LXS, ou seja, isolados. Tendo os condutores nus uma secção de 20mm^2 , a escolha do condutor a substituí-los passa pela aplicação da mesma secção ou secção superior à secção dos condutores isolados que já se encontram no circuito.

6.4. Caso de estudo 2

O posto de transformação que será apresentado de seguida surgiu através da aplicação do primeiro critério indicado no subcapítulo 5.10 - Critérios de seleção dos Postos de Transformação, ou seja, encontrava-se referenciado no rankings de 2013 e 2014, o prestador de serviços externo indicou como um posto de transformação com urgência para uma remodelação, e os condutores nus constituintes do circuito apresentam uma secção inferior, à regulamentada, sendo neste caso os condutores são de alumínio com 10mm^2 de secção.

Como se trata de um circuito em que a quantidade de vãos é grande, existe a necessidade de efetuar um levantamento ao circuito, a fim de poder efetuar um estudo com maior precisão.

A Figura 22 representa o circuito do posto de transformação após ter sido feito o levantamento. Pode-se observar, que apesar de não se encontrar nenhum cliente com quedas de tensão (a vermelho), existem alguns clientes localizados no fim de linha do circuito em que as quedas de tensão se encontram muito próximas do limite máximo admissível (a amarelo), apresentando uma queda de tensão máxima de 7,73% muito próxima do limite que é 8%.

Recuperação de Ativos na Rede de Distribuição de Baixa Tensão

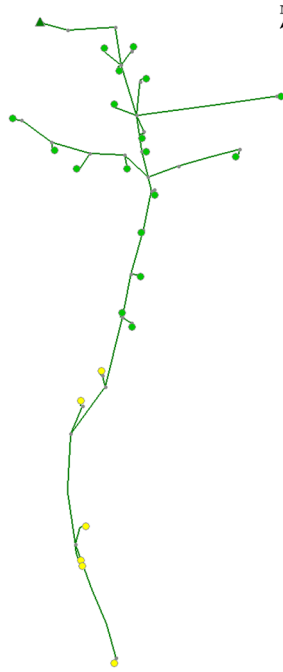


Figura 22 – Estado atual da rede de um circuito associado ao posto de transformação [10]

A melhor solução implementada tendo em vista o fator técnico-económico encontra-se apresentada na Figura 23, em que se optou pela substituição de condutores nus por cabo LXS 4x70+25 em aproximadamente 634 metros.

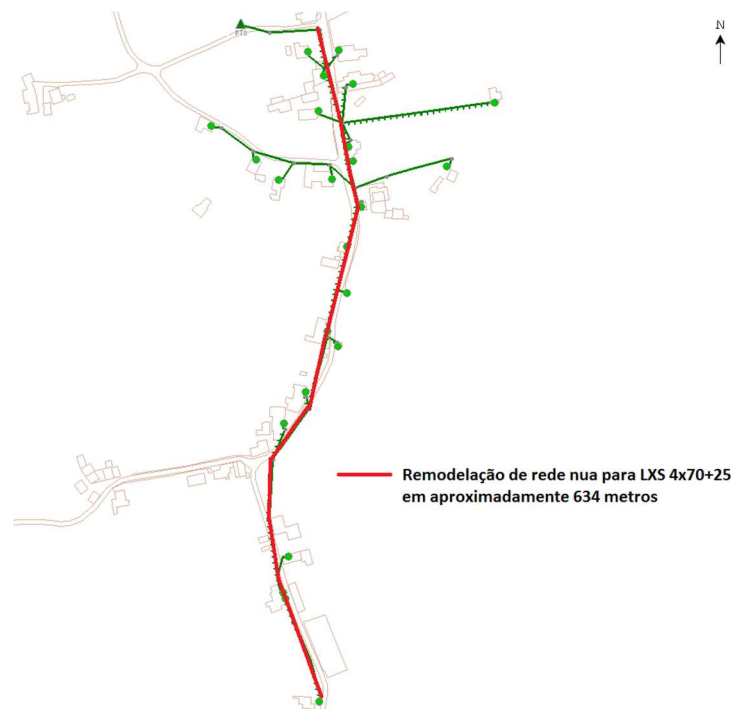


Figura 23 – Proposta para melhoria do circuito da rede do posto de transformação [10]

6.5. Caso de estudo 3

Neste subcapítulo será apresentado um caso estudado, que resultou da análise efetuada no subcapítulo 5.10 - Critérios de seleção dos Postos de Transformação. Dos postos de transformação escolhidos para efetuar a respetiva proposta para recuperação de ativos, deparou-se com um circuito onde os condutores (nus) se encontravam degradados e após efetuado o estudo à rede constatou-se que existiam quedas de tensão no mesmo, sendo que neste caso a qualidade de serviço estava comprometida.

No regulamento de segurança de redes de baixa tensão, no artigo nove do terceiro capítulo está indicado que “as variações de tensão em qualquer ponto da rede de distribuição não devem ser superiores a $\pm 8\%$ da tensão nominal” [13].

A Figura 24 representa o estado atual da rede associada ao posto de transformação em questão, onde cada círculo representa um ponto de entrega ao cliente. Observa-se que existem três cores diferentes, as quais revelam a variação de tensão no local, podendo encontrar-se abaixo (verde), próxima (amarelo) ou acima (vermelho) dos 8% regulamentados.

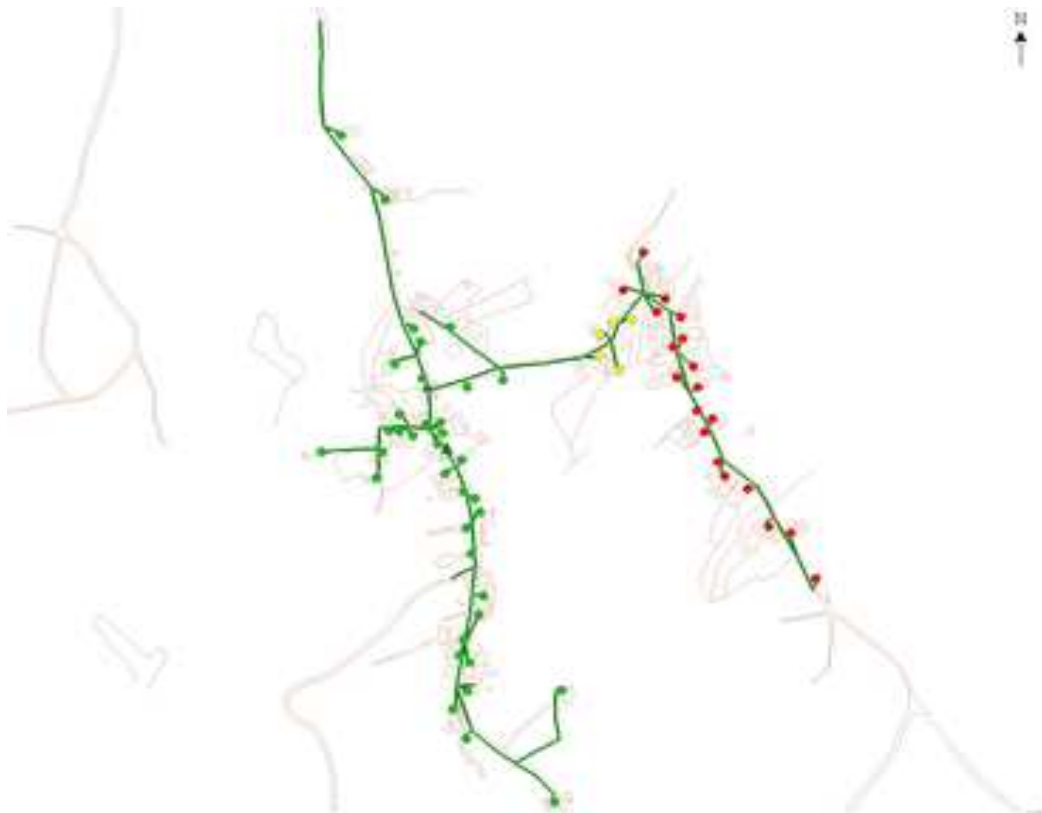


Figura 24 – Estado atual da rede associada ao posto de transformação [10]

À medida que a rede se torna mais extensa devido ao aumento do número de clientes ou ao aumento da potência contratada pelos mesmos, a intensidade de corrente a transitar aumenta, chegando a um ponto em que os condutores que se encontram na rede não permitem a distribuição da energia elétrica nas melhores condições. Esta situação leva ao aparecimento de quedas de tensão, tal como se pode observar na Figura 24, encontrando-se frequentemente associadas a clientes que se encontrem em fim de linha.

A Tabela 9 foi extraída do *software* DPLAN e através dela verifica-se a variação de tensão máxima para cada circuito. Consta-se que o circuito 1 apresenta 5,56%, enquanto o circuito 2 apresenta 13,65%.

Tabela 9 – Desempenho do posto de transformação [10]

Saída	Circuito 1	Circuito 2
Variação de tensão máxima (BT)	5,56 %	13,65 %

Analisando os valores obtidos na Tabela 9, observa-se que o circuito 1 encontra-se a abaixo dos 8% estabelecidos pelo regulamento, não existindo qualquer problema. No entanto, o circuito 2 apresenta uma variação de tensão máxima que atinge os 13,65%, muito superior aos 8% impostos pelo regulamento de segurança. Sendo assim torna-se urgente efetuar o estudo para melhorar a qualidade de serviço do referido circuito, tendo como objetivo obter a menor variação de tensão com a melhor relação do ponto de vista técnico e económico.

A abordagem que se efetua passa pelo aumento da secção dos condutores, uma vez que está associado ao aumento da capacidade de corrente que estes suportam sem provocar danos.

Para este caso, como a rede é muito extensa, mesmo que fosse aplicada a secção mais elevada (95mm²), verifica-se que as quedas de tensão são superiores aos 8% regulamentados.

Tendo em consideração que o circuito apresenta uma grande distância, a solução a implementar passou pela criação de um novo circuito, permitindo assim a divisão das cargas. Como o posto de transformação que se encontra no local é do tipo aéreo-AS, e como se viu no subcapítulo 5.9.2 - Tipo construtivo, estes postos de transformação só permitem a existência de dois circuitos. Posto isto, é necessário substituir o tipo construtivo do posto de transformação para um R250, no qual permite a existência de até três circuitos, satisfazendo as necessidades. Outra alteração que teve que ser efetuada foi na substituição do

Recuperação de Ativos na Rede de Distribuição de Baixa Tensão

transformador, dado que a potência do transformador era baixa, passando de 100 KVA para 160KVA, permitindo uma maior margem de progressão da rede.

Na Figura 25 encontra-se a proposta elaborada com o propósito de elaborar a recuperação de ativos e eliminar as quedas de tensão, melhorando a qualidade de serviço da rede.

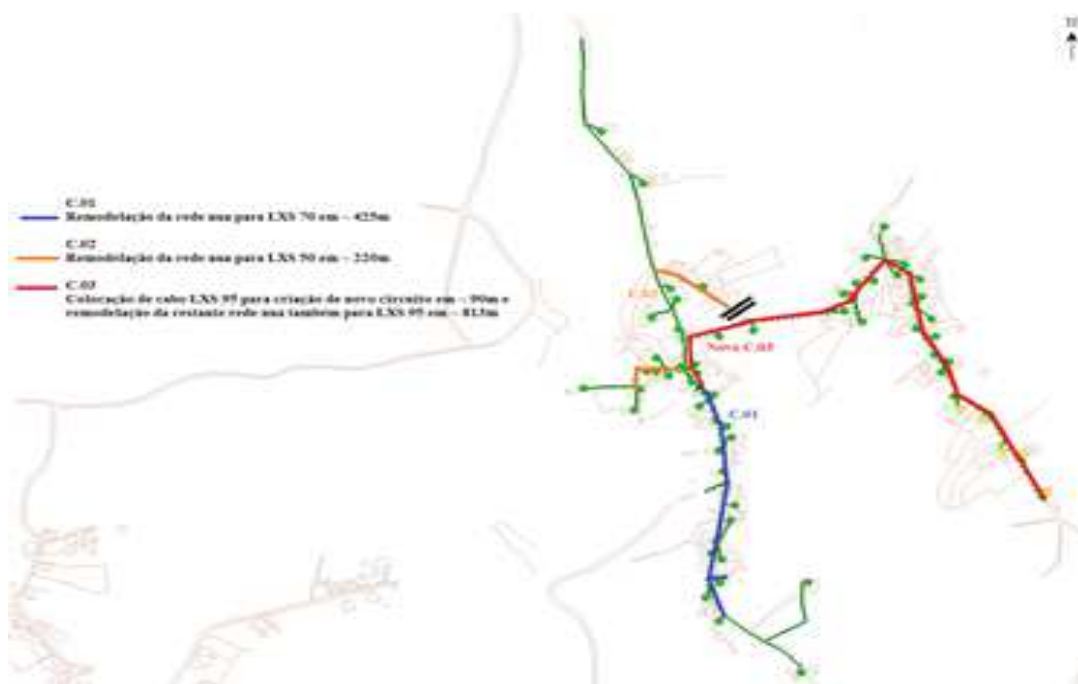


Figura 25 – Proposta para melhoria da rede do posto de transformação [10]

A azul encontra-se as alterações efetuadas ao circuito 1. Como se viu as quedas de tensão associadas a este circuito eram inferiores ao valor regulamentado, sendo que a única alteração consistiu na remodelação da rede nua para condutores isolados LXS 4x70 mm² + 16mm².

A cor de laranja encontram-se as alterações ao circuito 2, que foi reduzido uma vez que a criação do novo circuito foi abranger os clientes que se encontravam com quedas de tensão, sendo apenas efetuado a remodelação da rede nua para condutores isolados LXS 4x50 mm² + 16mm².

O circuito que se encontra marcado a vermelho representa a novo circuito, e como se pode observar pela Figura 25, as alterações efetuadas permitem normalizar a variação de tensão. A solução que se implementou passou pela substituição dos condutores existentes por um condutor LXS 4x95 mm² + 16mm².

Recuperação de Ativos na Rede de Distribuição de Baixa Tensão

Verifica-se pela Tabela 10 que as alterações referidas anteriormente vêm melhorar a qualidade da energia elétrica associada ao posto de transformação, encontrando-se a variação de tensão máxima para os três circuitos abaixo dos 8% impostos pelo regulamento.

Tabela 10 – Desempenho do posto de transformação proposto [10]

Saída	Circuito 1		Circuito 2		Circuito 3	
Varição de tensão máxima (BT)	2,43	%	1,83	%	6,46	%

Resumindo as alterações a efetuar são:

- Substituição do tipo construtivo do posto de transformação de aéreo-AS para R250;
- Aumento da potência do transformador de 100KVA para 160KVA;
- Criação de novo circuito;
- Remodelar 425 metros de rede nua por condutores isolados LXS 4x70mm² + 16mm² no circuito 1;
- Remodelar 220 metros de rede nua por condutores isolados LXS 4x50mm² + 16mm² no circuito 2;
- Criar circuito com 90 metros e remodelar 813 metros de rede nua por condutores isolados LXS 4x95mm² + 16mm² no circuito 3.

Finalizado o estudo e de modo a que este possa ser implementado no terreno é imperativo que este seja carregado na aplicação EPM. Como foi referido é nesta ferramenta que são carregados todas as propostas que pretendam a recuperação de ativos, bem como aquelas onde existem quedas de tensão não regulamentares

O estudo apresentado expõe as duas situações, porém as questões relacionadas com quedas de tensão são situações mais vitais de resolução, visto que põem em causa a qualidade de serviço da rede de distribuição.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

7. Conclusão

A execução deste trabalho permitiu aprofundar os conhecimentos sobre os diversos elementos que integram a rede de distribuição de baixa tensão, nomeadamente na parte da recuperação de ativos. Permitiu ainda adquirir conhecimentos em relação aos procedimentos a tomar, afim de reformular redes de baixa tensão com problemas em relação à qualidade de serviço.

Um dos objetivos deste trabalho consistia na elaboração de uma ferramenta que permitisse, através de uma panóplia de indicadores, assinalar as redes que se encontram num estado mais degradado, com a finalidade de serem efetuadas propostas de investimento para melhorar a qualidade de serviço, imposta pelos regulamentos em vigor. O objetivo indicado não foi conseguido pois existiram dificuldades na procura de informação, tendo baseado o trabalho numa vertente mais prática.

Com base nos indicadores reunidos (incidentes registados em 2014, comparação dos incidentes de 2014 com os de 2013, informação cedida pelo prestador de serviço, tipo construtivo do posto de transformação, verificação das redes no terreno e legislações em vigor) foram efetuadas um conjunto de propostas para recuperação de ativos, cumprindo assim outro dos objetivos estabelecidos, ou seja, a elaboração de um conjunto de propostas.

Existem duas possibilidades para efetuar propostas de recuperação de ativos (com ou sem estudo). Para a elaboração das propostas através de estudo, é necessário que a rede em questão esteja carregada no programa SIT/DM para, posteriormente, ser alvo de alterações. Porém como para a rede de baixa tensão não existe muita informação cadastrada, a maioria das redes que se pretende efetuar a recuperação de ativos tem que se enviar ao prestador de serviços externo para efetuar o respetivo levantamento.

Praticamente todos os dias existem pedidos de clientes que pretendem ser ligados à rede de distribuição de baixa tensão. Como tal, desde que o cliente efetua o referido pedido de ligação, a EDP tem prazos e limites com os quais tem que cumprir.

A quantidade de pedidos dos clientes para ligação à rede nestes últimos meses foi elevada, atrasando muito os pedidos dos levantamentos destinados à recuperação de ativos. Esta situação foi um entrave para que a quantidade de propostas elaboradas não tenha sido mais elevada.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Bibliografia

- [1] J. Torres, *O caso da EDP Distribuição - Caminhos para melhor qualidade de serviço*, Maio 2012.
- [2] EDP Distribuição, “Quem somos - EDP Distribuição,” <http://www.edpdistribuicao.pt/pt/edpDistribuicao/Pages/aEDPDistribuicao.aspx>. [Acedido em Julho 2015].
- [3] EDP Distribuição, *Encontros da ligação*, Março 2011.
- [4] EDP Distribuição, *Direção de Rede e Clientes Tejo*, 2012.
- [5] EDP Distribuição, *E-SIT (software)*, 2015.
- [6] EDP Distribuição, “geoedp,” <http://www.geoedp.edp.pt/site/>. [Acedido em Julho 2015].
- [7] EDP Distribuição, *Sistema de Informação Técnica Design Manager (SIT/DM) (Software)*, 2015.
- [8] EDP Distribuição, “wikiedp - DM,” <http://wikiedp.edp.pt/index.php/DM>. [Acedido em Julho 2015].
- [9] F. Mira, C. Santos, L. Jorge, N. Santos, P. Afonso, L. Ferreira, F. Silva, E. Quaresma, A. El-Zein, P. Carvalho, “AN ARCHITECTURE FOR FLEXIBLE GIS INTEGRATION OF DISTRIBUTION PLANNING,” *19th International Conference on Electricity Distribution*, 2007.
- [10] EDP Distribuição, *DPLAN (software)*, 2015.
- [11] EDP Distribuição, “wikiedp - CRI,” <http://www.wikiedp.edp.pt/index.php/CRI>. [Acedido em Julho 2015].
- [12] EDP Distribuição, *Controlo e Relatórios de Incidentes (CRI) (software)*, 2015.
- [13] “Decreto n.º 67/2011 - Regulamento de Segurança das instalações eléctricas”.
- [14] C. Galvão, *Tese - Redes eléctricas de média e baixa tensão*, 2010.

- [15] EDP Distribuição, “DMA-C67-205N-adt1 - Postes de betão para redes de baixa tensão,” 2003.
- [16] F. N. Távora, *Lições e Textos de Apoio da Unidade Curricular “Produção, Transporte e Distribuição de Energia Elétrica”*, ESTG / Instituto Politécnico de Leiria, 2007.
- [17] EDP Distribuição, “DMA-C33-209N - Cabos em torçada para linhas aéreas de baixa tensão”.
- [18] L. Simeí, “A Gestão da Manutenção,” 19 Setembro 2012. <http://manutenabilidade.blogspot.pt/2012/09/a-definicao-da-manutencao.html>. [Acedido em 10 Julho 2015].
- [19] C. Peixoto Castro, Tese - Operações em Redes de Distribuição, 2010.
- [20] EDP Distribuição, “Relatório e contas 2013”.
- [21] EDP Distribuição, “Relatório e contas 2014”.
- [22] “The Institute of Asset Management,” <https://theiam.org/what-asset-management>. [Acedido em Junho 2015].
- [23] B. S. Institution, *Asset management: PAS 55-1, Part 1*, ISBN: 978-0-580-50975-9, 2008.
- [24] “Efeito joule,” <http://www.efeitojoule.com/2009/09/dilatacao-termica-termica-dilatacao.html>. [Acedido em Julho 2015].
- [25] EDP Distribuição, “Relatório de Análise Mensal da Gestão da Qualidade de Serviço,” Outubro, 2014.
- [26] EDP Valor, “19/SQF/2013 Quadros Gerais de Baixa Tensão,” 2015.
- [27] EDP Distribuição, *Controlo de propostas de investimento*, 2015.
- [28] EDP Distribuição, *Manual da qualidade da energia elétrica*, 2005.
- [29] IEP, *Norma Europeia EN 50160*, 2001.