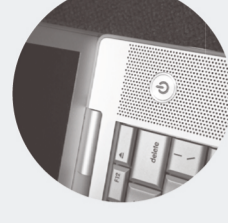
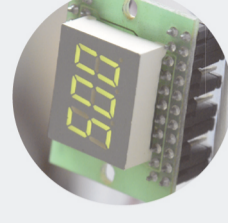
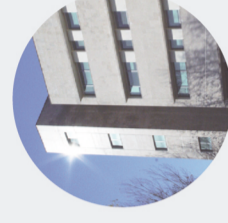
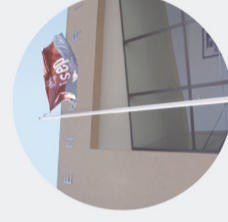


SOLUÇÃO DE ENGENHARIA NO PROJETO ELETROTÉCNICO DE UMA UNIDADE INDUSTRIAL DE PRODUÇÃO DE CERVEJA

NUNO MIGUEL PEREIRA GONÇALVES

novembro de 2017



SOLUÇÃO DE ENGENHARIA NO PROJETO ELETROTÉCNICO DE UMA UNIDADE INDUSTRIAL DE PRODUÇÃO DE CERVEJA



SOLUÇÃO DE ENGENHARIA NO PROJETO ELETROTÉCNICO DE UMA UNIDADE INDUSTRIAL DE PRODUÇÃO DE CERVEJA

Nuno Miguel Pereira Gonçalves



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

2017

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

Candidato: Nuno Miguel Pereira Gonçalves, Nº 1111035, 1111035@isep.ipp.pt

Orientação científica: António Augusto Araújo Gomes, aag@isep.ipp.pt.



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

2017

Ao meu Pai

Agradecimentos

A elaboração do presente trabalho apenas foi possível com o apoio e ajuda das diversas pessoas que, ao longo dos anos, me têm acompanhado no meu percurso académico e profissional.

Dedico este trabalho ao meu pai, Hermínio Queirós Gonçalves, pela sua afeição, amizade, orientação, partilha de experiências e de conhecimento e por tudo aquilo que representa para mim.

Gostaria de agradecer a todos os meus colegas e amigos da OHM-E, em particular ao Paulo Sousa, Vitor Pereira, Sérgio Pinto, João Ferreira e José Carlos Gonçalves, que tanto me ajudaram e apoiaram neste meu percurso académico e profissional.

Agradeço ao Eng.º Fernando Gusmão pela oportunidade de integrar esta equipa, por todo o apoio e ajuda prestada ao longo dos anos e principalmente por acreditar no meu trabalho.

Queria também agradecer a todas as pessoas do ISEP que, de alguma forma, contribuíram para os bons anos passados nesta instituição. Gostaria de agradecer a todos os meus colegas de curso, em particular ao Joaquim Lopes, Joaquim Tavares e Carlos Vieira por todo o apoio e ajuda.

Agradeço ao Prof. António Gomes pela disponibilidade, apoio e orientação.

Agradeço aos meus amigos Bruno Oliveira e Ricardo Cardoso por sempre me incentivarem e apoiarem.

Agradeço à minha mãe Emília Gonçalves toda a ajuda, apoio e compreensão durante toda a minha vida, em particular no meu percurso académico.

Por último agradeço à minha namorada e amiga Mónica Leal por todo o seu amor, apoio, compreensão e paciência ao longo de todos os anos que passamos juntos.

Resumo

Esta dissertação possui como principal objetivo demonstrar todas as etapas necessárias ao desenvolvimento de um projeto eletrotécnico de um edifício industrial, nas vertentes das instalações elétricas, telecomunicações e segurança. O trabalho centra-se nas tecnologias e equipamentos utilizados nas diferentes especialidades.

Pretende-se também demonstrar as dificuldades e a enorme responsabilidade no desenvolvimento neste tipo de atividade que recai sobre o projetista.

O projeto eletrotécnico não é uma solução estanque, nem muito menos uma cópia de edifício para edifício ou de projeto para projeto. O projetista necessita de ir ao encontro das pretensões do cliente e conjugar estas com as soluções de mercado, sempre com uma especial atenção aos regulamentos e à segurança das pessoas. Necessita de efetuar uma análise técnico-económica contínua dos diversos equipamentos a utilizar no projeto.

O seu desenvolvimento é portanto fundamental para o cumprimento dos objetivos do cliente.

O projeto da unidade industrial de produção de cerveja destaca-se pela complexidade e pela reunião de diversas especialidades bastante importantes do ponto de vista técnico e ao mesmo tempo académico, é por isso um caso de estudo bastante importante e que obriga a um grande estreitamento dos temas a abordar em pormenor.

Palavras-Chave

Projeto, Instalações Elétricas, Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios, Instalações de Segurança, KNX, DALI, Esquemas de Terras, ATEX, Proteção contra descargas atmosféricas.

Abstract

This work has as main objective to demonstrate all the steps required to develop an electrotechnical design of an industrial building in the areas of electrical, telecommunications and security. The work focuses on technologies and equipment used in the different specialties.

It is also intended to demonstrate the difficulties and the huge responsibility in developing this type of activity that falls on the designer.

The electrotechnical project is not a fixed solution, much less a building to copy building or project to project. The designer needs to meet the customer's wishes and combine these with market solutions, always with special attention to regulations and safety of persons. Need to make a continuous technical and economic analysis of the various equipment to be used in the project.

The design of the industrial brewery stands out due to the complexity and the meeting of several specialties that are very important from a technical and academic point of view. It is therefore a very important case study and requires a great issues to be addressed in detail.

Keywords

Project, Electrical Installations, Telecommunications Infrastructures in Buildings, Security Installations, KNX, DALI, Earthworks, ATEX, Protection against lightning.

Résumé

Ce travail a pour objectif principal de démontrer toutes les étapes nécessaires pour développer une conception Électrotechnique d'un bâtiment industriel dans les domaines de l'électricité, les télécommunications et la sécurité. Le travail se concentre sur les technologies et les équipements utilisés dans les différentes spécialités.

Il est également destiné à démontrer les difficultés et l'énorme responsabilité dans le développement de ce type d'activité qui tombe sur le concepteur.

Le projet est Électrotechnique pas une solution étanche, beaucoup moins un bâtiment pour copier la construction ou les projets. Le concepteur doit répondre aux souhaits du client et les combiner avec des solutions du marché, toujours avec une attention particulière à la réglementation et à la sécurité des personnes. Besoin de faire une analyse technique et économique continue des différents équipements à utiliser dans le projet.

Son développement est donc essentiel à la réalisation des objectifs du client.

L'usine de projet de production de la bière se distingue par sa complexité et le nombre de réunions très importantes spécialités d'un point de vue technique et en même temps scolaire, c'est pourquoi une étude de cas très important et qui nécessite un grand plus les questions à traiter en détail.

Mots-clés

Projet, Installations électriques, Infrastructures de télécommunications dans les bâtiments, Installations de sécurité, KNX, DALI, Terrassement, ATEX, Protection contre la foudre.

Índice

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
RESUME	VII
ÍNDICE	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ÍNDICE DE TABELAS	XXIII
LISTA DE ACRÓNIMOS E SIGLAS	XXV
1. INTRODUÇÃO	1
1.1.ASPETOS GERAIS	1
1.2.ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS DO TRABALHO	7
1.3.METODOLOGIA DE TRABALHO	8
1.4.ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO	9
2. PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS, TELECOMUNICAÇÕES E SEGURANÇA ... 1	
2.1.ASPETOS GERAIS	1
2.2.DIPLOMAS LEGISLATIVOS, REGULAMENTOS E NORMAS MAIS RELEVANTES NO PROJETO.....	2
2.2.1.INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.....	2
2.2.1.1.CLASSIFICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.....	3
2.2.2.INSTALAÇÕES SEGURANÇA	4
2.2.3.INSTALAÇÕES TELECOMUNICAÇÕES.....	5
2.3.QUALIFICAÇÃO PARA ELABORAR PROJETOS DE ENGENHARIA	5
2.3.1.TÉCNICOS RESPONSÁVEIS PELO PROJETO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.....	6
2.3.2.TÉCNICOS RESPONSÁVEIS PELO PROJETO DE INFRAESTRUTURAS DE TELECOMUNICAÇÕES EM EDIFÍCIOS	
6	
2.3.3.TÉCNICOS RESPONSÁVEIS PELO PROJETO DE INSTALAÇÕES DE SISTEMAS DE SEGURANÇA	7
2.4.FASES DE DESENVOLVIMENTO DE UM PROJETO	7
2.5.INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	10
2.5.1.ASPETOS GERAIS	10
2.5.2.REGIMES DE NEUTRO	12
2.5.2.1.ESQUEMA DE LIGAÇÃO À TERRA TN	13
2.5.2.2.ESCOLHA DO REGIME DE NEUTRO	15
2.5.3.PROTEÇÃO DAS INSTALAÇÕES CONTRA SOBRETENSÕES	18
2.5.3.1.ASPETOS GERAIS.....	18

2.5.3.2.LEGISLAÇÃO.....	19
2.5.3.3.PROTEÇÃO EXTERNA	19
2.5.3.4.PROTEÇÃO INTERNA	24
2.5.4.ATMOSFERAS POTENCIALMENTE EXPLOSIVAS – (ATEX)	26
2.5.4.1.CLASSIFICAÇÃO DE ZONAS E EQUIPAMENTOS	27
2.5.4.2.PRINCIPAIS NORMAS APLICÁVEIS.....	29
2.5.4.3.ASPETOS GERAIS DE PROJETO	30
2.5.5.ILUMINAÇÃO	33
2.5.5.1.ASPETOS GERAIS.....	33
2.5.5.2.VANTAGENS DA TECNOLOGIA LED	34
2.5.6.PROTOCOLO KNX.....	37
2.5.6.1.ASPETOS GERAIS.....	37
2.5.6.2.COMPONENTES DO SISTEMA	44
2.5.6.3.PROJETO ELÉTRICO DE INSTALAÇÕES COM KNX.....	48
2.5.7.SISTEMA DIGITAL ADRESSBLE LIGHT INTERFACE (DALI)	48
2.5.7.1.ASPETOS GERAIS.....	48
2.5.7.2.TOPOLOGIA DE REDE	50
2.5.7.3.COMPONENTES DO SISTEMA	50
2.5.8.SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	52
2.5.8.1.ASPETOS GERAIS.....	52
2.5.8.2.VANTAGENS E DESVANTAGENS DA TECNOLOGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	53
2.5.8.3.LEGISLAÇÃO APLICÁVEL AO AUTOCONSUMO	54
2.5.8.4.CONSTITUIÇÃO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO	54
2.6.INSTALAÇÕES SEGURANÇA	55
2.6.1.ASPETOS GERAIS	55
2.6.2.SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETEÇÃO DE INCÊNDIO	55
2.6.2.1.PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO.....	56
2.6.2.2.COMPONENTES DO SISTEMA	58
2.6.3.SISTEMA DE DETEÇÃO DE GASES TÓXICOS	61
2.6.3.1.PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO.....	61
2.6.3.2.COMPONENTES DO SISTEMA	62
2.6.4.SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETEÇÃO DE INTRUSÃO	64
2.6.4.1.PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO.....	64
2.6.4.2.COMPONENTES DO SISTEMA	65
2.6.5.SISTEMA AUTOMÁTICO DE CONTROLO DE ACESSOS	66
2.6.5.1.PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO.....	66
2.6.5.2.COMPONENTES DO SISTEMA	67
2.6.6.VIDEOVIGILÂNCIA.....	69
2.6.6.1.PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO.....	70

2.6.6.2.COMONENTES DO SISTEMA.....	70
2.6.7.SISTEMAS DE EXTINÇÃO DE INCÊNDIOS POR AGENTES GASOSOS	72
2.6.7.1.TIPOS DE AGENTES EXTINTORES	73
2.6.7.2.APLICAÇÕES DOS AGENTES EXTINTORES.....	73
2.6.7.3.PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO	74
2.6.7.4.COMONENTES DO SISTEMA.....	75
2.6.8.GESTÃO CENTRALIZADA DE PERIGOS	77
2.7.INSTALAÇÕES TELECOMUNICAÇÕES	79
2.7.1.ASPETOS GERAIS	79
2.7.2.REDE DE TUBAGEM	79
2.7.3.SISTEMAS DE CABLAGEM.....	80
3. TRABALHO DESENVOLVIDO	81
3.1.ASPETOS GERAIS.....	81
3.2.O PARQUE INDUSTRIAL	82
3.3.A UNIDADE INDUSTRIAL DE PRODUÇÃO DE CERVEJA	84
3.4.NECESSIDADES ENERGÉTICAS E DE TELECOMUNICAÇÕES	85
3.5.LEGISLAÇÃO ANGOLANA.....	86
3.6.PROGRAMA PRELIMINAR	88
3.7.ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA DAS INSTALAÇÕES	90
3.7.1.POSTOS DE SECCIONAMENTO E TRANSFORMAÇÃO	94
3.7.2.DIMENSIONAMENTO E PROTEÇÃO DE CANALIZAÇÕES	98
3.7.3.SISTEMA DE <i>BUSBAR</i>	101
3.7.4.ALIMENTAÇÃO SOCORRIDA	107
3.7.5.SISTEMA DE UNIDADES DE ALIMENTAÇÃO ININTERRUPTA	111
3.7.6.QUADROS ELÉTRICOS.....	113
3.8.ILUMINAÇÃO.....	115
3.8.1.SELEÇÃO DE EQUIPAMENTOS	116
3.8.2.CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS	118
3.8.3.PROJETO LUMINOTÉCNICO	118
3.8.4.SISTEMAS DE COMANDO E GESTÃO	121
3.9.ILUMINAÇÃO DE SEGURANÇA	126
3.10.SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS	128
3.10.1.ANÁLISE DE RISCO	132
3.10.2.GAIOLA DE FARADAY E PARA RAIOS	133
3.10.3.DESCARREGADORES DE SOBRETENSÕES	138
3.11.TOMADAS E ALIMENTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS	139
3.12.SISTEMA DE CAMINHOS DE CABOS	146
3.13.SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	152
3.13.1.ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÓMICA.....	153

3.13.2.REGULAMENTOS.....	154
3.13.3.CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA.....	154
3.13.4.COMPONENTES DO SISTEMA	156
3.14.SISTEMAS DE SEGURANÇA DE INCÊNDIO	160
3.15.SISTEMAS DE SEGURANÇA CONTRA INTRUSÃO E ROUBO.....	167
3.16.INSTALAÇÕES DE TELECOMUNICAÇÕES EM EDIFÍCIOS	171
4. CONCLUSÕES.....	177
4.1.CONCLUSÕES GERAIS	177
4.2.COMPONENTE ACADÉMICA.....	178
4.3.PERSPETIVAS DE TRABALHO FUTURO	178
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	180

Índice de Figuras

Figura 1 - Logótipo do Grupo OHM-E	4
Figura 2 - Organograma do Grupo OHM-E	7
Figura 3 - Esquema organizacional do projeto	9
Figura 4 - Esquema TN-C [Indusmelec, 2013]	14
Figura 5 - Esquema TN-S [Indusmelec, 2013].	14
Figura 6 - Esquema TN-C-S [Indusmelec, 2013]	15
Figura 7 - Para-raios ionizante equipado com dispositivo de teste à distância [06]	21
Figura 8 - Gaiola de Faraday.	23
Figura 9 - Anel de terras embebido nos elementos de construção	24
Figura 10 - Descarregador de sobretensões do tipo 1+2 [07].	25
Figura 11 - Explosão num silo de armazenamento de cereais.	27
Figura 12 - Exemplo de uma definição de zonas potencialmente explosivas [Indusmelec, 2014].	29
Figura 13 - Marcação de produtos de acordo com a diretiva 94/9/CE e com a norma IEC 60079-0 [Indusmelec, 2014]	30
Figura 14 - Diagrama de composição de um componente LED tipo SMD.	34
Figura 15 - Depreciação do fluxo luminoso ao longo do tempo [08].	35
Figura 16 - Programação de um sistema KNX através do software ETS [09].	39
Figura 17 - Topologia de rede [09].	41

Figura 18 - Arquitetura de rede KNX [09]	43
Figura 19 - Gateway KNX – DALI [10].	46
Figura 20 - Central meteorológica KNX e detetor combinado de luminosidade, vento chuva e temperatura [11].	48
Figura 21 - Rede DALI com interligação com sistema KNX [Santos, 2012].	49
Figura 22 - Topologia de rede DALI [Santos, 2012].	50
Figura 23 - Controlador DALI [12].	51
Figura 24 - Balastro DALI [12].	51
Figura 25 - Diagrama tipo de um sistema automático de deteção de incêndios endereçável [13]	57
Figura 26 - Detetor linear de fumos (esquerda), recetor (direita) [14]	59
Figura 27 - Detetor ótico de fumos intrinsecamente seguro [14].	60
Figura 28 - Interface de comando [14].	61
Figura 29 - Diagrama sistema de deteção de dióxido de carbono	62
Figura 30 - Central de dióxido de carbono.	63
Figura 31 - Detetor de dióxido de carbono.	63
Figura 32 - Arquitetura de um sistema de intrusão [15]	64
Figura 33 - Teclado de operação [16].	65
Figura 34 - Sistema de controlo de acessos	67
Figura 35 - Unidade central de controlo de acessos.	68
Figura 36 - Diagrama de um sistema de videovigilância IP [18].	70
Figura 37 - Conversor UTP-fibra ótica.	72

Figura 38 - Sistema de extinção automático [APSEI, 2008].	74
Figura 39 - Sistema mecânico de armazenamento do agente extintor [19].	76
Figura 40 - Software gestão centralizada [20].	78
Figura 41 – Layout do parque industrial e empresarial da Silvestre Tulumba Investimentos	
84	
Figura 42 - Estrutura atual do setor elétrico Angolano	87
Figura 43 - Limites de responsabilidade do projeto	89
Figura 44 - Planta identificação dos edifícios (extrato do desenho original)	91
Figura 45 - Excerto do organigrama de energia (extrato do desenho original)	93
Figura 46 - Planta do PST2 (extrato do desenho original)	94
Figura 47 - Esquema unifilar do PST1 (extrato do desenho original)	96
Figura 48 - Esquema unifilar do PST2 (extrato do desenho original)	97
Figura 49 - Excerto da rede de distribuição da unidade industrial de produção de cerveja (extrato do programa)	98
Figura 50 - Definição dos modos de operação da alimentação (extrato do programa)	99
Figura 51 - Excerto da rede de distribuição – análise de seletividade (extrato do programa)	
100	
Figura 52 - Excerto da rede de distribuição – controlo da seletividade (extrato do programa)	
101	
Figura 53 - Sistema de busbar tipo [21].	102
Figura 54 - Excerto da simbologia das instalações elétricas (extrato do desenho original)	
104	
Figura 55 – Ligação do <i>Busbar</i> ao quadro elétrico	104

Figura 56 - Sistema de <i>busbar</i> vertical	105
Figura 57 - Barra de conexão <i>busbar</i> ao transformador (extrato do desenho original)	106
Figura 58 - Subida do <i>busbar</i> desde os transformadores e respetiva ligação aos quadros elétricos (extrato do desenho original)	107
Figura 59 - Grupo gerador de socorro utilizado no projeto	108
Figura 60 - Quadro elétrico das <i>facilities</i> (extrato do desenho original)	109
Figura 61 - Diagrama dos geradores e tanque de combustível (extrato do desenho original)	110
Figura 62 - UPS e quadro geral do sistema do edifício das <i>utilities</i> (extrato do desenho original)	112
Figura 63 - Exemplo de quadro elétrico de UPS (extrato do desenho original)	113
Figura 64 – Marcação em planta dos quadros elétricos (extrato do desenho original)	114
Figura 65 – Esquema unifilar de um quadro elétrico (extrato do desenho original)	115
Figura 66 - Luminária utilizada no projeto de iluminação interior [02].	116
Figura 67 - Luminária utilizada em zonas potencialmente explosivas [03]	117
Figura 68 - Luminária utilizada no projeto de iluminação exterior [02].	118
Figura 69 - Vista de cores no cálculo luminotécnico exterior.	118
Figura 70 - Marcação de iluminação e referência das luminárias (extrato do desenho original)	119
Figura 71 - Ficha luminotécnica da luminária L3	120
Figura 72 - Simbologia do sistema de gestão e comando (extrato do desenho original)	121
Figura 73 - Sistema de comando através de detetores de movimento (extrato do desenho original)	122

Figura 74 - Sistema de comando através de comandos manuais (extrato do desenho original)	123
Figura 75 - Excerto de quadro elétrico com saídas binárias KNX (extrato do desenho original)	124
Figura 76 - Excerto de quadro elétrico com entradas binárias KNX e controlador KNX-DALI (extrato do desenho original).	125
Figura 77 - Luminária de emergência para zonas de atmosfera potencialmente explosiva [22].	126
Figura 78 - Diagrama do sistema CGLine+[01]	127
Figura 79 – Excerto da implementação da iluminação de segurança (extrato do desenho original).	127
Figura 80 – Excerto de quadro elétrico com iluminação de segurança (extrato do desenho original).	128
Figura 81 - Parte da simbologia afeta à especialidade de proteção contra descargas atmosféricas – condutores e haste captora (extrato do desenho original)	129
Figura 82 - Simbologia afeta à especialidade de proteção contra descargas atmosféricas – Barra coletora de terra e para-raios (extrato do desenho original)	130
Figura 83 - Pormenor da haste captora do sistema de gaiola de Faraday (extrato do desenho original)	130
Figura 84 - Pormenor do emalhado de cobertura e transição para as prumadas (extrato do desenho original)	131
Figura 85 - Pormenor do ponto de terra no pavimento (extrato do desenho original)	131
Figura 86 - Pormenor de ligação da gaiola de Faraday à terra (extrato do desenho original)	132

Figura 87 – Menu de entrada de dados do programa de cálculo do índice de risco de uma instalação	133
Figura 88 - Resultado do cálculo do índice de risco	133
Figura 89 - Emalhado da cobertura, hastes captoras e curvas de expansão (extrato do desenho original)	134
Figura 90 - Localização do para raios e respetivas baixadas (extrato do desenho original)	135
Figura 91 - Rede de terras (extrato do desenho original)	136
Figura 92 - Ligação do neutro dos transformadores à terra (extrato do desenho original)	137
Figura 93 - Pormenor de ligação dos transformadores à terra (extrato do desenho original)	137
Figura 94 - Descarregador de sobretensões equipado num quadro elétrico (extrato do desenho original)	138
Figura 95 - Simbologia utilizada usada nos circuitos de tomadas dos equipamentos de tomadas e de alimentações específicas (extrato do desenho original)	140
Figura 96 - Posicionamento de tomadas em zona ATEX (extrato do desenho original)	141
Figura 97 - Posicionamento de tomadas normais em calhas técnicas (CT) e embebidas nos elementos de construção (extrato do desenho original)	141
Figura 98 - Simbologia usada nos circuitos de quadros de tomadas dos equipamentos de tomadas e de alimentações específicas (extrato do desenho original)	142
Figura 99 - Representação em planta dos circuitos de quadros de tomadas de equipamentos de tomadas e de alimentações específicas sem equipamentos de corte e proteção (extrato do desenho original)	143

Figura 100 - Representação em planta dos circuitos de quadros de tomadas de equipamentos de tomadas e de alimentações específicas com equipamentos de corte e proteção (extrato do desenho original)	144
Figura 101 - Tomadas de energia especificadas no projeto de equipamentos de tomadas e de alimentação especificada (da esquerda para a direita: Quadro de Tomadas; Tomada ATEX; Tomada 3P+N+T 16A)	144
Figura 102 - Esquema elétrico de um quadro de tomadas com equipamento de corte e proteção (extrato do desenho original)	145
Figura 103 - Cálculo da capacidade de um caminho de cabos de instalações de telecomunicações	147
Figura 104 - Simbologia utilizada usada nos caminhos de cabos e esteiras verticais (extrato do desenho original)	148
Figura 105 - Codificação dos caminhos de cabos (extrato do desenho original)	149
Figura 106 - Exemplo da aplicação da codificação dos caminhos de cabos em projeto (extrato do desenho original)	149
Figura 107 - Caminhos de cabos no chão falso e no teto falso (extrato do desenho original)	150
Figura 108 - Caminhos de cabos no teto falso (extrato do desenho original)	151
Figura 109 - Caminhos de cabos utilizados no projeto (da esquerda para a direita: caminho de cabos do tipo A; caminho de cabos do tipo B) [23].	151
Figura 110 - Mapa-mundo com indicação da irradiação solar média [24].	152
Figura 111 – Estudo viabilidade económica do sistema fotovoltaico.	153
Figura 112 - Esquema do Q.DC.01 (extrato do desenho original)	155
Figura 113 - Esquema parcial do Q.G.PV.Utilities (extrato do desenho original)	156
Figura 114 - Cabo Solar	157

Figura 115 - Painele fotovoltaico 260W	157
Figura 116 - Relé de controle de tensão EU302 [07].	160
Figura 117 - Excerto da simbologia utilizada no projeto dos sistemas de segurança de incêndio (extrato do desenho original).	161
Figura 118 - Diagrama de princípio do sistema automático de detecção de incêndio (extrato do desenho original).	162
Figura 119 - Limites de altura dos tetos e raio de ação dos detetores [ANPC, 2013a].	163
Figura 120 - Sistema automático de detecção de incêndio (extrato do desenho original).	164
Figura 121 - Diagrama de princípio do sistema automático de detecção dióxido de carbono (extrato do desenho original).	164
Figura 122 - Diagrama de princípio do sistema automático extinção de incêndio (extrato do desenho original).	165
Figura 123 - Sistema automático de extinção de incêndio (extrato do desenho original).	165
Figura 124 - Sistema de detecção de incêndios em zonas potencialmente explosivas (extrato do desenho original)	166
Figura 125 - Excerto da simbologia do circuito fechado de televisão (extrato do desenho original).	167
Figura 126 - Excerto da simbologia do sistema de controle de acessos (extrato do desenho original).	168
Figura 127 - Excerto da simbologia do sistema de intrusão (extrato do desenho original).	168
Figura 128 - Excerto do diagrama do circuito fechado de televisão (extrato do desenho original)	169
Figura 129 - Excerto do diagrama do sistema de controle de acessos (extrato do desenho original)	169

Figura 130 - Excerto do diagrama do sistema de controlo de intrusão (extrato do desenho original)	170
Figura 131 - Excerto da planta onde se podem identificar os três sistemas a operar (extrato do desenho original)	171
Figura 132 - Excerto da simbologia das instalações de telecomunicações (extrato do desenho original)	172
Figura 133 - Diagrama da rede de telecomunicações (extrato do desenho original).	173
Figura 134 - Diagrama da rede coaxial (extrato do desenho original)	174
Figura 135 - Bastidor principal do edifício das <i>facilities</i> (extrato do desenho original)	175
Figura 136 - Distribuição das tomadas de pares de cobre no laboratório e zona administrativa (extrato do desenho original)	176

Índice de Tabelas

Tabela 1	Vantagens e Desvantagens dos regimes de neutro	16
Tabela 2	Tabela resumo das aplicações dos esquemas de neutro.	17
Tabela 3	Dimensões do emalhado e distâncias entre baixadas de acordo com o nível de proteção.	22
Tabela 4	Definição das zonas explosivas [Indusmelec, 2014].	28
Tabela 5	Classes de temperatura [Indusmelec, 2014].	32
Tabela 6	Nível de proteção material [Indusmelec, 2014]	33
Tabela 7	Valores tipo do IRC	36
Tabela 8	Potências elétricas das diversas especialidades.	90
Tabela 9	Especificações técnicas do <i>busbar</i> .	103
Tabela 10	Características técnicas das células fotovoltaicas.	158
Tabela 11	Características elétricas das células fotovoltaicas	158
Tabela 12	Características técnicas dos módulos fotovoltaicos	158

Lista de acrónimos e siglas

ATEX	–	Atmosferas Explosivas
BCI	–	BatiBUS Club International
CO2	–	Dióxido de Carbono
DALI	–	Digital Addressable Lighting Interface
DGEG	-	Direção Geral de Energia e Geologia
EIB	–	European Installation Bus Association
EHSA	–	European Home System Association
ENDE	–	Empresa Nacional de Distribuição de Electricidade
ETAR	-	Estação de Tratamento de Águas Residuais
IRSE	–	Autoridade Reguladora do Sector Eléctrico
PRODEL	–	Empresa Pública de Produção de Electricidade
PST	–	Posto de Seccionamento e Transformação
RNT	–	Rede Nacional de Transporte de Electricidade
SACA	-	Sistema Automático de Controlo de Acessos
SADI	-	Sistema Automático de Detecção de Incêndio
SADIR	-	Sistema Automático de Detecção de Intrusão
SADG	-	Sistema Automático de Detecção de Gás
SF6	–	hexafluoreto de enxofre

SPDA - Sistema de proteção contra descargas atmosféricas

STI - Silvestre Tulumba Investimentos

1. INTRODUÇÃO

1.1. ASPETOS GERAIS

Os projetos eletrotécnicos constituem uma grande importância no âmbito da construção. O seu correto desenvolvimento traduz-se em inúmeras vantagens quer para o dono de obra quer para os utilizadores finais das instalações. Estes são instrumentos preciosos para que a execução da respetiva instalação possa ser realizada de modo a garantir o funcionamento satisfatório e a segurança de pessoas, bens e animais, tendo em conta a utilização prevista para a mesma e as pretensões dos clientes.

A crescente e imparável demanda consumista da sociedade atual reflete-se grandemente na construção de novas estruturas capazes de corresponder às necessidades das populações e países.

Esta corrida à produção de bens consumíveis obriga a uma procura incessante de soluções inovadoras, fiáveis e seguras mas ao mesmo tempo economicamente viáveis. As infraestruturas técnicas necessitam ser dimensionadas considerando a evolução da produção e os ciclos produtivos. Sempre numa ótica de redução do consumo energético e considerando práticas de sustentabilidade.

O planeamento das instalações é cada vez mais um dos pontos fundamentais para a obtenção de resultados económicos positivos e com garantia de rentabilidade para os investidores. Aliado a isso existem inúmeros perigos que necessitam de ser mitigados em fase de projeto

para que durante a construção, e principalmente durante a exploração das instalações, o risco seja eliminado quase por completo.

O principal desafio deste trabalho assenta na conceção de projetos de instalações elétricas, telecomunicações e de segurança capazes de dotar as instalações de uma unidade de produção de cerveja, de acordo com as pretensões do cliente, cumprindo a regulamentação aplicável e garantindo a segurança dos seus utilizadores. Outro dos objetivos passa pela prescrição de sistemas de elevada fiabilidade, tecnologicamente evoluídos, com alta rendibilidade capazes de assegurar a laboração contínua da unidade industrial.

Dentro da enorme panóplia de soluções possíveis para cada especialidade e subespecialidade do projeto torna-se imperativo filtrá-las e efetuar um estudo exaustivo das soluções a adotar.

A opção pelas energias renováveis, embora apresentadas como ideais em termos de sustentabilidade, é quase uma utopia, quer em termos económico-financeiros, quer ao nível técnico e logístico, no entanto é pretensão do cliente tornar a fábrica pioneira na utilização deste tipo de sistemas em Angola.

Relativamente ao aluno Nuno Miguel Pereira Gonçalves nasceu em Vila Nova de Gaia a 20 de Setembro de 1987.

Desde novo se mostrou interessado pela área da engenharia eletrotécnica, tendo para isso muito contribuído os ensinamentos do seu pai, eletricitista de profissão. Em 2002 inscreve-se no Curso Tecnológico de Eletrotecnia-Eletrónica/Técnico de Eletrónica Industrial no Colégio de Gaia, concluído no ano de 2005 com uma média final de 15 valores.

Em Junho de 2004 começa a laborar na empresa OHM-E, Gabinete de Engenharia Eletrotécnica, Lda., começando por realizar pequenos projetos, tais como moradias e lojas.

Em 2005 concorre ao ensino superior sendo colocado no Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Não conseguindo concluir o curso devido à incompatibilidade de horários entre a sua atividade profissional e académica, decide inscrever-se na Licenciatura em Engenharia Eletrotécnica - Sistemas Elétricos de Energia, em regime pós-laboral, no Instituto Superior de Engenharia do Porto. Com a conclusão da licenciatura em 2014, decide inscrever-se no

mestrado em engenharia eletrotécnica – sistemas elétricos de energia com o intuito de dar continuidade à sua formação e consolidar conhecimentos.

Com o passar dos anos vai adquirindo valências e responsabilidades na OHM-E, sendo responsável pela realização e gestão de trabalhos de maior dimensão, tais como unidades fabris e hotéis.

É atualmente responsável pela gestão e coordenação de todos os projetos desenvolvidos pela OHM-E no mercado Moçambicano e Angolano.

O presente trabalho foi orientado, no Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) pelo Eng.º António Gomes, docente no Departamento de Engenharia Eletrotécnica e subdiretor da Licenciatura em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia.

Na empresa, Grupo OHM-E, o presente trabalho foi orientado pelo Eng.º Fernando Joaquim da Rocha Gomes da Silva Gusmão. Nascido em Vila Nova de Gaia em 1955, forma-se em Engenharia Eletrotécnica no Instituto Superior de Engenharia do Porto em 1976.

Professor de Eletrotecnia, responsável pela área da Luminotecnia desde 1977.

Em 1989, funda a empresa OHM-E, Gabinete de Engenharia Eletrotécnica, Lda. Em 2002, funda a LIGHTPLAN - Consultores, Luminotecnia e Engenharia, Lda.

É membro do Centro Português de Iluminação - e Coordenador da Região Norte, desde o ano 2006.

Realizou diversas palestras na temática da Luminotecnia na Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto, Ordem dos Arquitetos, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Universidade do Minho, São Tomé e Príncipe.

De 2007 a 2009, lecionou a cadeira de Iluminação de Museus e Conservação Preventiva no Mestrado na Área de Museologia na Universidade Católica do Porto.

Frequentou diversos cursos internacionais de especialização na área da luminotecnia, *lighting design*, energias alternativas e gestão de energias (França, Suíça, Alemanha, Áustria, Bélgica e Espanha).

Autor de vários projetos nas áreas da Eletrotécnica e Luminotécnica onde a sustentabilidade, através da eficiência energética e do uso de energias alternativas, é marca dominante.

Publicou diversos artigos científicos em revistas da especialidade.

A OHM-E, Gabinete de Engenharia Eletrotécnica, Lda. foi fundada em 1989 pelo Eng.º Fernando Silva Gusmão e possui como atividade principal o desenvolvimento de projetos nas áreas de Engenharia Eletrotécnica, Telecomunicações, Informática e Segurança Integrada.

De forma a suprimir uma grande lacuna do mercado português na área da luminotécnica a OHM-E associa-se, em 2002, à recém-criada LIGHTPLAN - Consultores, Luminotécnica e Engenharia, Lda. formando assim o GRUPO OHM-E.

A figura 1 apresenta o logótipo da empresa OHM-E.



Figura 1 - Logótipo do Grupo OHM-E

O trabalho do grupo OHM-E define-se pela realização de Projetos, Consultadoria, Fiscalização e *Commissioning* nas seguintes áreas:

- Instalações Elétricas de Alta, Média e Baixa Tensão;
- Instalações de Telecomunicações e Informática;
- Instalações de Segurança Integrada;
- Luminotécnica;
- Energias Renováveis;
- Gestão Técnica;

- Auditorias Energéticas;
- Coordenação de projetos multidisciplinares.

A longo destes 25 anos de existência o Grupo OHM-E desenvolveu inúmeros projetos de especial relevância, quer a nível nacional como internacional, destacando-se os seguintes:

- AVENIDA E ROTUNDA DA BOAVISTA | Porto | Arq. Siza Vieira;
- MUSEU DO CARRO ELÉCTRICO | Porto | Arq. Alcino Soutinho;
- IGREJA SANTÍSSIMA TRINDADE | Fátima | Arq. Tombazis e Arq. Paula Santos;
- MUSEU DO NEOREALISMO | Vila Franca de Xira | Arq. Alcino Soutinho;
- INST. ABEL SALAZAR E FAC. DE FARMÁCIA DA UP| Porto | Arq. José Manuel Soares;
- INEGI – FEUP| Porto | Arq. Pedro Ramalho;
- ESTÁDIO DO DRAGÃO | Porto | Risco - Projectistas e Consultores de Design S.A. | Arq. Manuel Salgado e Arq. Jorge Estriga;
- PAVILHÃO “DRAGÃO CAIXA” | Porto | Arq. Manuel Salgado;
- Consultoria luminotécnica ESTÁDIO KARAIKAKI | Atenas, Grécia | Stelios Aghiostratidis;
- HOSPITAL PRIVADO DE GAIA | V.N. de Gaia | Arq. Ricardo Oliveira;
- IPO – Unidade de Radioterapia | Porto | Arq. Balonas;
- HOSPITAL GERAL DE MAPUTO | Maputo | Ministério Saúde de Moçambique;
- YEATMAN HOTEL | V. N. Gaia | Arq. Victor Miranda;
- HOTEL HILTON | Óbidos | Arq. Souto de Moura;
- SEDE BANCO ÚNICO | Maputo | Arqº. Frederico Valsassina;

- BOLSA DE VALORES DO PORTO E PALÁCIO DA BOLSA | Porto | Arq. Alcino Soutinho;
- GRAN PLAZA | Tavira | Martifer;
- ITARION SOLAR | Vila do Conde | Arq. Fernando Sá;
- EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO E ESCRITÓRIOS FACIM | Maputo | Arq. Frederico Valsassina;
- EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO E ESCRITÓRIOS SOCIMO | Maputo | Arq. Frederico Valsassina;
- ABB – NOVA SEDE | Barcelos | BIG Arquitectura;
- AUTOSUECO | Anhanguera, Brasil | OpenBook;
- SEDE ODEBRECHT | São Paulo, Brasil | Atelier Daciano da Costa;
- SEDE BANCO DE MOÇAMBIQUE | Maputo | Arq.º Castro Amaro.

A sociedade atual exige a todos um trabalho consciente e conducente à sustentabilidade do mundo, numa aposta de racionalização de recursos, nomeadamente os energéticos.

É esta atitude de cidadania responsável a grande missão do Grupo OHM-E.

A empresa definiu como principais objetivos a motivação dos seus colaboradores, a qualidade dos serviços e a satisfação do cliente, sempre aliada à inovação e à tecnologia.

Na elaboração de todos os seus projetos, a harmonia entre estética, economia e sustentabilidade são vetores fundamentais. Destacando-se, ao longo do seu longo percurso, o desenvolvimento de projetos tecnologicamente inovadores, onde as energias renováveis ocupam um lugar de destaque.

O Grupo OHM-E aposta em equipas multidisciplinares, integrando engenheiros eletrotécnicos, desenhadores e arquitetos que se encontram organizados de acordo com o organograma apresentado na figura 2.

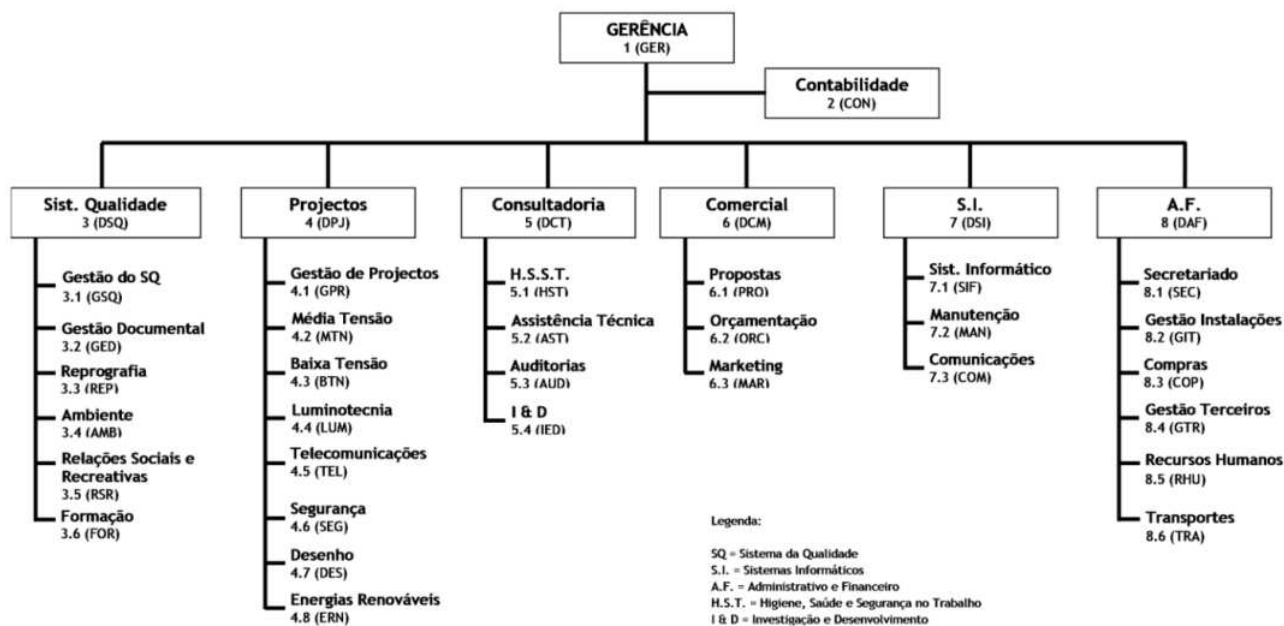


Figura 2 - Organograma do Grupo OHM-E

As ramificações representam a estrutura hierárquica da empresa, a comunicação entre os diversos setores é efetuada em diversas direções garantindo assim uma melhor gestão e coordenação da empresa.

Cada um dos grupos apresentados possui um único gestor, com exceção do quarto grupo (DPJ - Projetos). Este grupo, devido ao volume de trabalho que representa para a empresa encontra-se sob a alçada de vários gestores. Cada um destes é responsável por um determinado subgrupo ou conjuntos de projetos.

1.2. ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS DO TRABALHO

O presente trabalho, enquadra-se no âmbito do mestrado em engenharia eletrotécnica – sistemas elétricos de energia e pretende apresentar a dinâmica e extensão de um projeto de instalações elétricas, telecomunicações, segurança ativa e fotovoltaicos de uma unidade industrial, pensada para a produção de cerveja.

Os projetos sobre os quais este relatório se debruça apresentam uma série de subsistemas que se interligam e se relacionam entre si, estando estes dependentes uns dos outros para o seu correto funcionamento.

No desenvolvimento de projetos são inúmeros os objetivos que os seus executantes se propõem, nomeadamente:

- Cumprimento de prazos e de todas as diretrizes do cliente;
- Apresentação de soluções às adversidades inerentes a um projeto deste tipo;
- A melhor relação qualidade preço – tanto a nível construtivo como ao nível do projeto;
- Apresentação de soluções novas, sofisticadas e integradas com o espaço e a função a que se destina;
- Otimizar o projeto e conseqüentemente a instalação ao nível da quantidade/tipo de materiais a utilizar.

1.3. METODOLOGIA DE TRABALHO

O projeto da unidade industrial de produção de cerveja foi encarado no seio da empresa como uma oportunidade de desenvolver uma unidade industrial de grande envergadura e de extrema importância para a economia local.

No desenvolvimento deste projeto estiverem envolvidas equipas multidisciplinares tais como arquitetos, engenheiros eletrotécnicos, engenheiros civis, engenheiros mecânicos e responsáveis pela produção, tratamento e armazenamento da cerveja.

Tendo em conta a dimensão e complexidade desta unidade industrial o desenrolar do trabalho obedeceu a uma planificação exaustiva e a um controlo rigoroso, foram delineadas metas preliminares de controlo e ajuste do processo produtivo.

A figura 3 apresenta o esquema organizacional do projeto desenvolvido.

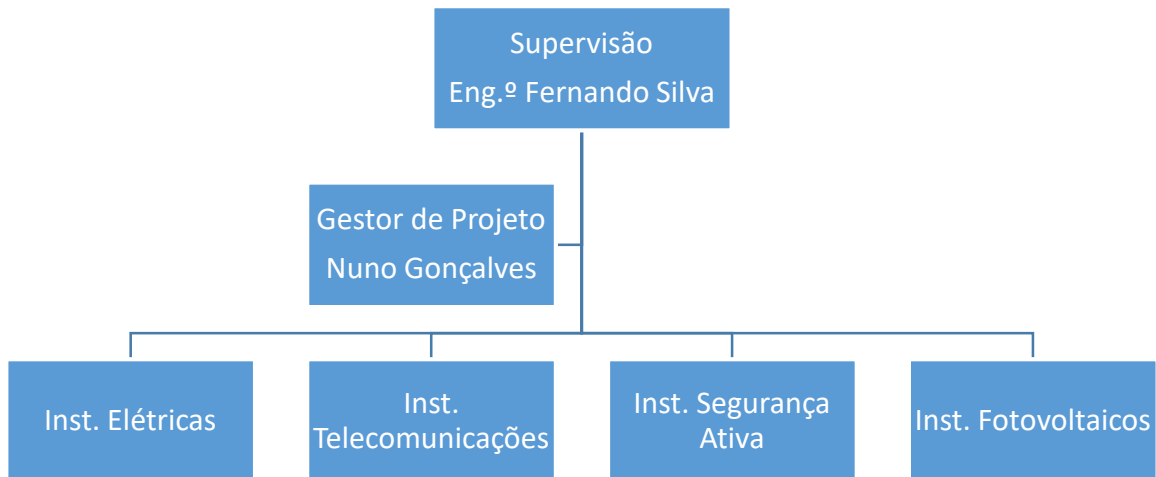


Figura 3 - Esquema organizacional do projeto

Conforme podemos verificar pela figura anterior todo o trabalho foi supervisionado pelo Eng.º Fernando Silva, tendo designado Nuno Gonçalves como gestor do processo.

A função de gestor de projeto possuiu como principais funções:

- Definição do conceito a adotar para cada uma das especialidades e subespecialidades;
- Coordenação e controlo de toda uma equipa de projetistas e desenhadores que compuseram as diversas subespecialidades do projeto;
- Reuniões periódicas com a restante equipa de projeto e cliente;
- Desenvolvimento de diversas subespecialidades que compõem o projeto.

1.4. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

Este relatório encontra-se dividido por três grandes capítulos onde serão dissecados os pontos mais importantes do presente trabalho.

O primeiro capítulo “Introdução” é dedicado à apresentação do aluno, dos orientadores do trabalho, tanto a nível curricular como empresarial, e da empresa na qual foi realizado o projeto que dá origem a este relatório.

No segundo capítulo “Projeto de instalações elétricas, telecomunicações e sistemas de segurança” pretende-se envolver o leitor na temática do projeto e da sua verdadeira necessidade face à realidade Angolana e à sua complexidade, em prol de serem atingidos todos os objetivos da empresa e do promotor, apresenta-se como uma breve introdução às temáticas mais importantes utilizadas no projeto da fábrica de cervejas.

No terceiro capítulo “Trabalho desenvolvido” será apresentado o projeto da fábrica, com especial incidência nos sistemas desenvolvidos no segundo capítulo do presente trabalho, alargando a análise aos pontos mais corriqueiros de um projeto.

2. PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS, TELECOMUNICAÇÕES E SEGURANÇA

2.1. ASPETOS GERAIS

A atividade de técnico responsável pelo projeto, execução e exploração de instalações elétricas é, e será sempre, cada vez mais, uma atividade de elevada responsabilidade e com necessidade de conhecimentos científicos, tecnológicos, regulamentares e normativos.

O projeto de instalações elétricas, telecomunicações e segurança deverá ser objeto de um estudo específico para que o mesmo não seja uma mera cópia adaptada de um outro, de uma instalação semelhante, mas que a solução final proposta traduza as necessidades e características próprias da instalação, adequada aos requisitos do cliente.

O projeto deverá funcionar ainda como um elemento dinamizador da aplicação de novos aparelhos, equipamentos e conceitos até então desconhecidos ou pouco aplicados, bem como uma garantia superiormente fornecida acerca da correta utilização dos aparelhos, bom senso na conceção das instalações e adequada segurança e conforto dos utilizadores.

A existência de um projeto de instalações elétricas, telecomunicações e segurança, de licenciamento ou de execução, deve conferir, por si só, uma garantia de qualidade, segurança e funcionalidade, flexibilidade e fiabilidade das instalações, bem como, por vezes, a diminuição dos custos de execução e exploração das mesmas.

O projeto de especialidades eletrotécnicas, nomeadamente instalações elétricas, telecomunicações e segurança, é de extrema importância para o correto desenvolvimento das instalações, conferindo ao projetista um elevado grau de responsabilidade no seu desenvolvimento.

O projetista no desenvolvimento do projeto necessita de efetuar uma análise constante ao projeto e aos diversos vetores que o compõem, articular a informação recebida por outras especialidades e enquadrá-la no seu projeto, com vista à compatibilização de todas as instalações. Necessita também de fazer cumprir os regulamentos e normas relativas às especialidades pelas quais é responsável.

2.2. DIPLOMAS LEGISLATIVOS, REGULAMENTOS E NORMAS MAIS RELEVANTES NO PROJETO

Tendo em conta a insuficiência regulamentar no país, no que toca às componentes deste projeto, e tendo em conta a exigência do cliente e a necessidade de uma base legal onde assentar todo o trabalho, no desenvolvimento dos projetos foram considerados os seguintes regulamentos:

2.2.1. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

- Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e de Seccionamento (RSSPTS), aprovado no Decreto-Lei nº 42895, de 31 de março de 1960 alterado pelo Decreto Regulamentar nº 14/77, de 18 de fevereiro;
- Portaria Nº 949-A/2006 de 11 de Setembro – Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão – R.T.I.E.B.T;
- Normas técnicas da Direção Geral de Energia e do Distribuidor de Energia, nomeadamente: classes de isolamento em quadros elétricos, esquemas tipo de

unidades de produção para autoconsumo com tecnologia solar fotovoltaica, guia técnico das classes de reação ao fogo dos cabos elétricos para instalações elétricas de baixa tensão;

- Normas Europeias, em caso de inexistência ou manifesta insuficiência de legislação ou regulamentação nacional, nomeadamente: IEC 61439, IEC 60364-8-1, IEC 61439, etc.;
- Recomendações técnicas da CEI e outra regulamentação, aplicáveis ao equipamento incluído neste projeto, nomeadamente: CEI 60909, CEI 60364, etc.;
- Regulamento de segurança de linhas elétricas de alta tensão.

2.2.1.1. CLASSIFICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

O decreto-Lei n.º 96/2017 estabelece a disciplina das instalações elétricas de serviço particular alimentadas pela rede elétrica de serviço público em média, alta, ou em baixa tensão, e das instalações com produção própria, de carácter temporário ou itinerante, de segurança ou de socorro. O presente decreto-lei caracteriza, nomeadamente, os seguintes pontos:

- Classifica as instalações elétricas de serviço particular em três tipos:
 - Tipo A - Instalações de carácter permanente com produção própria, não incluídas no tipo C;
 - Tipo B - Instalações que sejam alimentadas por instalações de serviço público em média, alta ou muito alta tensão;
 - Tipo C - Instalações alimentadas por uma rede de distribuição de serviço público em baixa tensão ou instalações de carácter permanente com produção própria em baixa tensão até 100 KVA, se de segurança ou de socorro.
- Define procedimentos simples e desmaterializados para regular a atividade dos profissionais;

- Define a emissão de declarações de responsabilidade ou conformidade do serviço prestado – para o projeto, a execução da instalação ou a inspeção final para entrada em exploração;
- Define a emissão de certificado de exploração pela DGEG para entrada em exploração de instalações elétricas de maior complexidade ou maior potência, (tipos A e B);
- Define a emissão de declarações de inspeção que atestem a sua conformidade, emitidos pelos profissionais habilitados para o efeito;
- Define a obrigatoriedade de realização de inspeções periódicas a instalações elétricas não sujeitas a acompanhamento por técnico responsável pela exploração, que hoje já estavam sujeitas a esta obrigação, mas eleva para cinco anos a periodicidade da inspeção.

2.2.2. INSTALAÇÕES SEGURANÇA

- Decreto-Lei n.º 220/2008 de 12 de Novembro – Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (RJ-SCIE);
- Portaria n.º 1532/2008 de 29 de Dezembro – Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (RT-SCIE);
- Despacho n.º 2073/2009 – Critérios Técnicos para Determinação da Carga de Incêndio Modificada;
- Portaria n.º 949-A/2006, de 11 de Setembro – Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEB);
- Portaria n.º 1456-A/95, de 11 de Dezembro – Prescrições mínimas de colocação e utilização da sinalização de segurança e de saúde no trabalho;
- Normas Europeias, em caso de inexistência ou manifesta insuficiência de legislação ou regulamentação nacional, nomeadamente: NP EN 54.14/1999, etc.;
- Recomendações técnicas da APSEI e outra regulamentação, aplicáveis ao equipamento incluído neste projeto, nomeadamente: Ficha técnica nº39 – Sistema de

alarme e intrusão, Ficha técnica n.35 – Sistemas de Videovigilância, Ficha técnica n.º21 – Sistemas de extinção de incêndios por agentes gasosos, etc.;

- Notas Técnicas da Autoridade Nacional de Proteção Civil, nomeadamente: Nota Técnica n.º 12 - Sistemas automáticos de deteção de incêndio.

2.2.3. INSTALAÇÕES TELECOMUNICAÇÕES

- Decreto-Lei 123/2009 de 21 de maio, e posterior alteração: Lei nº 82-B/2014 de 31 de dezembro; Lei nº 47/2013 de 10 de julho (com republicação); Decreto-Lei nº 258/2009 de 25 de setembro e Declaração de retificação nº 43/2009 de 25 de junho.
- Manual ITED (Prescrições e Especificações Técnicas) – ANACOM, 2ª edição – Novembro de 2009;
- Manual ITUR (Prescrições e Especificações Técnicas) – ANACOM, 1ª edição – Novembro de 2009.

2.3. QUALIFICAÇÃO PARA ELABORAR PROJETOS DE ENGENHARIA

As qualificações relativas à elaboração de projetos de especialidades de engenharia são definidas na Lei n.º 40/2015, de 1 de junho. De acordo com o nº 3 do artigo 10.º os projetos das especialidades de engenharia são elaborados por engenheiros ou engenheiros técnicos que sejam reconhecidos pelas respetivas Ordens profissionais, conforme definido no quadro Anexo III à referida lei.

Esse anexo define as competências e qualificações mínimas dos técnicos, em função do tipo de projetos por especialidade e categoria, em alguns casos com limitações relacionadas com os anos de experiência exigida para determinados projetos, conforme notas finais no anexo.

Apesar de não existir regulamentação vigente em Angola relativamente a este tema, foram adotados os regulamentos portugueses, com o objetivo de sustentar as atividades de projeto.

2.3.1. TÉCNICOS RESPONSÁVEIS PELO PROJETO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

No capítulo IV da Lei nº 14/2015, de 1 de junho, é regulamentada a atividade dos técnicos responsáveis pelo projeto e pela exploração das instalações elétricas de serviço particular.

O técnico responsável pelo projeto deve ser engenheiro da especialidade de engenharia eletrotécnica ou engenheiro técnico da especialidade de engenharia de energia e sistemas de potência, nos termos e condições definidas no artigo 19º.

O técnico responsável pela exploração, quando exigido nos termos do respetivo regime legal, nomeadamente para as instalações de maior risco e de maior complexidade, de acordo com o artigo 20º, deve ser: engenheiro da especialidade de engenharia eletrotécnica ou engenheiro técnico da especialidade de engenharia de energia e sistemas de potência, ou outros técnicos com qualificação de dupla certificação de pelo menos nível 4 do Quadro Nacional de Qualificações obtida em unidade de formação de curta duração na área das instalações elétricas ou mínimo 12º ano de escolaridade, nas condições definidas nas alíneas c) e d), do mesmo artigo.

Outras condições para os técnicos responsáveis pela exploração são ainda definidas nos pontos 2 a 6 do artigo 20º, com destaque para o ponto 6 em que o técnico responsável pela exploração de uma instalação elétrica de serviço particular pode desempenhar atividade de técnico responsável pela execução do mesmo tipo de instalações.

De referir ainda que o técnico responsável pela exploração deve inspecionar a instalação elétrica pela qual é responsável, com a frequência exigida pelas características da instalação, sobretudo a sua complexidade e perigosidade, no mínimo 2 vezes por ano, uma nos meses de verão outra nos meses de inverno, a fim de proceder às verificações, ensaios e medições regulamentares, mencionando os resultados num relatório a enviar anualmente à Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG).

2.3.2. TÉCNICOS RESPONSÁVEIS PELO PROJETO DE INFRAESTRUTURAS DE TELECOMUNICAÇÕES EM EDIFÍCIOS

A elaboração dos projetos de infraestruturas de telecomunicações em edifícios (ITED) é da responsabilidade de engenheiros eletrotécnicos, engenheiros técnicos de eletrónica e de

telecomunicações ou engenheiros técnicos de energia e sistemas de potência, todos qualificados com o título profissional de projetista ITED, habilitado pela Autoridade Nacional das Comunicações (ANACOM), nos termos do Decreto-Lei n.º 123 de 21 de maio, alterado pela Lei n.º 47/2013 de 10 de julho.

A qualificação como técnicos instaladores ou projetistas ITED é obtida em formação habilitante específica da atividade, ministrada por entidades formadoras certificadas pela ANACOM, de acordo com a mesma legislação. Os técnicos habilitados nesta especialidade estão sujeitos a formação contínua de atualização científica e técnica, em cada período de três anos, com duração mínima de 50 horas, pelas mesmas entidades formadoras.

2.3.3. TÉCNICOS RESPONSÁVEIS PELO PROJETO DE INSTALAÇÕES DE SISTEMAS DE SEGURANÇA

Os projetos de instalações de segurança contra incêndios em edifícios são elaborados por técnicos qualificados nos termos do regime aplicável à segurança contra incêndios em edifícios (SCIE). No Decreto-Lei n.º 220/2008 de 12 de novembro, artigo 16º, para edifícios e recintos classificados na 3ª e 4ª categoria de risco, a responsabilidade pelo projeto tem de ser assumida exclusivamente por arquiteto, engenheiro ou engenheiro técnico, reconhecidos pelas respetivas Ordens Profissionais, com um mínimo de cinco anos de experiência profissional em SCIE e formação específica nesta mesma área, reconhecida pela autoridade nacional de proteção civil (ANPC).

Para os sistemas de segurança integrada, os projetos podem ser elaborados por engenheiros especialistas em segurança ou engenheiros eletrotécnicos, engenheiros técnicos de energia e sistemas de potência, engenheiros técnicos de eletrónica e de telecomunicações, engenheiros técnicos de proteção civil ou engenheiros técnicos de segurança.

2.4. FASES DE DESENVOLVIMENTO DE UM PROJETO

A organização e planeamento contínuo de um projeto desta dimensão é fundamental para a concretização de todos os objetivos e requisitos apontados pelo cliente. Neste capítulo serão apresentadas as diversas fases, pelas quais passou todo o projeto da fábrica, bem como a composição de cada uma destas.

Segundo a portaria n.º 701-H/2008 de 29 de Julho, secção II - instalações, equipamentos e sistemas elétricos, secção III – instalações, equipamentos e sistemas de comunicações, secção VII – sistemas de segurança integrada devem obedecer à seguinte organização:

- Programa Preliminar - é o conjunto de elementos e informação reunida pelo Dono de Obra e fornecida ao Autor do Projeto para definição dos objetivos deste, necessidades funcionais, condicionamentos financeiros, prazos de execução e outros elementos considerados relevantes;
- Programa Base - documento elaborado pelo Autor do Projeto com base no programa preliminar fornecido pelo dono da obra; O programa base resulta da particularização do programa preliminar e pode apresentar soluções alternativas que se revelem mais eficazes ou mais ajustadas às condições locais. Após aprovação do programa base por parte do dono da obra este servirá de ponto de partida para as restantes fases do projeto;
- Estudo Prévio - compreende a produção de peças escritas e desenhadas em número suficiente para que seja transmitida a ideia desenvolvida. No seguimento da aprovação do estudo prévio pelo dono da obra, são formalizados os elementos que serão entregues junto das entidades licenciadoras;
- Anteprojeto – vulgarmente designado de licenciamento ou projeto base, o anteprojeto compreende a produção de todos os elementos, desenhados e escritos, exigidos pelas entidades que irão proceder à sua análise/aprovação;
- Projeto de execução – este projeto é fundamental para garantir a qualidade da obra e constitui o processo a apresentar às empresas de construção interessadas na adjudicação da empreitada. Inclui toda a informação para a obra, com indicação de detalhes de execução desta e é com base nestes elementos que os orçamentos para construção são elaborados. Nesta fase é definida a qualidade mínima de todos os equipamentos a instalar na obra que deverão ser respeitados integralmente pelos construtores;
- Assistência técnica especial – esta é a última fase de envolvimento do projetista com a obra/projeto. Esta compreende uma maior interação com o construtor possuindo como tarefas principais as seguintes:

- Apreciação ou elaboração de quaisquer alterações às especificações e do dimensionamento dos equipamentos e materiais ou traçados das redes, quer durante o desenvolvimento dos projetos, quer durante a execução da obra;
- Aprovação dos mapas de ensaio;
- Apoio e aprovação da parametrização das instalações e equipamentos;
- Participação nos ensaios de receção e aprovação dos seus resultados.

Tal como referido anteriormente o projeto da unidade industrial de produção de cerveja seguiu quase integralmente o faseamento acima discriminado com exceção de alguns dos pontos, nomeadamente:

- Programa preliminar – o dono da obra transmitiu a todos os intervenientes nos diversos projetos os objetivos, as necessidades e valências que pretende que a fábrica possua. Estas indicações podem ser verificadas no capítulo seguinte;
- Programa base e estudo prévio – tendo em conta os prazos reduzidos para elaboração do projeto, nenhuma destas fases foi formalizada em documentos para entregar ao dono da obra, optou-se por dissecar todas as soluções e respetivas alternativas durante as reuniões semanais com o dono da obra e restante equipa de projeto;
- Anteprojeto – apesar de não existir a obrigatoriedade perante as entidades nacionais angolanas, a equipa de projeto decidiu realizar um anteprojeto apenas para formalizar todas as questões discutidas na fase referente ao programa base e estudo prévio. Para tal foram emitidas peças desenhadas sem traçados, apenas com posicionamento de equipamentos, e memórias descritivas com os princípios a adotar em cada uma das subespecialidades que compõem o projeto. Este projeto foi enviado para o dono da obra e restantes equipas de projeto, para que seja efetuada a coordenação prévia de todos os trabalhos. Após aprovação das peças emitidas, pelos diversos intervenientes, foi iniciado o projeto de execução;
- Projeto de execução – Nesta etapa do projeto foram apresentados todos os documentos, peças desenhadas e escritas, necessários à construção da fábrica. A execução tomou

como base o anteprojeto aprofundando todos os temas envolvidos, realizando para isso as seguintes peças:

- Memória descritiva e justificativa, incluindo a análise prospectiva de desempenhos, descrevendo e justificando as soluções projetadas, tendo em atenção o anteprojeto aprovado e as disposições legais em vigor;
 - Condições técnicas, gerais e especiais, especificando as condições de execução ou montagem e as características técnicas das instalações e equipamentos previstos;
 - Planta geral dos locais servidos pelas instalações e equipamentos;
 - Plantas com o traçado e constituição das redes e localização dos equipamentos, com a indicação dos elementos indispensáveis à sua conveniente apreciação;
 - Pormenores necessários à definição detalhada e boa execução das instalações e equipamentos projetados;
 - Esquemas de princípio das instalações e da sua interligação espacial e funcional;
 - Dimensionamento das instalações e dos equipamentos;
 - Medições e mapas de quantidade de trabalhos.
- Assistência técnica especial – à data de realização deste relatório esta fase ainda não tinha sido iniciada, pois a obra ainda se encontrava na fase de escavações e terraplanagens.

2.5. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

2.5.1. ASPETOS GERAIS

Os projetos das instalações elétricas deve apresentar todos os elementos e esclarecimentos necessários para darem a ideia perfeita da natureza, importância, função e características da instalação, com indicação das principais características técnicas dos materiais, aparelhos de

utilização previstos, indicação do sistema adotado para proteção das pessoas, descrição dos circuitos de proteção e de outros equipamentos, como transformadores, conversores, geradores de energia elétrica, máquinas motoras e outras eventualmente previstas na instalação. As peças desenhadas do processo devem conter os traçados e constituição das canalizações elétricas, esquema dos quadros elétricos com indicação das características das canalizações, aparelhos de proteção e restante equipamento, será então fundamental conhecer os locais dos pontos de utilização previstos, equipamentos com as respetivas características técnicas e conhecer de forma tão precisa quanto possível a sua funcionalidade na utilização da instalação, para assim dimensionar e distribuir os circuitos da forma mais racional no projeto. Tratando-se de instalação industrial será ainda fundamental conhecer o “*layout*” dos equipamentos nos vários espaços da instalação.

Segundo o Decreto-Lei n.º 101/2007 de 2 de abril e posteriormente o decreto-Lei n.º 96/2017 a instalação da unidade industrial de produção de cerveja é considerada como uma instalação de categoria A, pela existência de grupos geradores com potência superior a 100kVA, e de categoria B pela existência de postos de transformação e de seccionamento

Pretende-se nos próximos capítulos abordar de uma forma mais detalhada as principais tecnologias e os pontos de maior relevo adotados na elaboração do projeto de instalações elétricas da unidade industrial de produção.

Servirá este capítulo como uma explicação abreviada dos principais sistemas implementados, com vista a dotar os leitores de bases suficientes para uma correta análise do caso de estudo a que este relatório diz respeito.

Por questões de dimensão do estado da arte sobre o tema, neste apenas serão abordados os temas menos comuns no âmbito do projeto de instalações elétricas, nomeadamente a temática dos esquemas de ligação à terra, com particular enfoque no esquema TN-C, que é utilizado no trabalho prático desenvolvido, e projeto em zonas potencialmente explosivas (ATEX), sistemas de domótica e gestão técnica, no enfoque no KNX e sistemas de controlo de iluminação, com enfoque no sistema DALI.

Faz-se também referência aos sistemas de proteção contra descargas atmosféricas devido à sua importância para as instalações em geral e, em particular em Angola, onde os índices ceráunios são bastante elevados.

2.5.2. REGIMES DE NEUTRO

Os regimes de neutro, ou esquemas de ligação à terra, são uns dos elementos mais importantes na conceção de um projeto elétrico, neles assentam a base de toda a conceção de distribuição de energia e de proteção de pessoas.

A utilização de um determinado regime em detrimento de outro prende-se com inúmeros fatores, tais como, o tipo de recetores da instalação, a importância ou não da continuidade de alimentação em caso de defeito, da existência ou não de equipas de manutenção, das características da rede, entre outras.

A norma CEI 60364 determina que a posição do neutro e das massas de uma instalação de baixa tensão determinam o regime de neutro desta.

Esta norma especifica os três esquemas de neutro existentes TT, TN e IT, sendo que o sistema TN possui três subsistemas: TN-C, TN-S e o TN-C-S.

Os esquemas de terra podem ser aplicados independentemente uns dos outros ou então, em caso de necessidade, em coexistência na mesma instalação.

As siglas atrás apresentadas reportam à nomenclatura do regime de neutro. A primeira letra indica a posição do condutor de neutro do transformador em relação à terra, isto é:

- T – ligação à terra (terra de serviço) num ponto do sistema elétrico, tipicamente o centro da estrela de um transformador MT/BT em triângulo/estrela;
- I – sistema com neutro isolado da terra ou ligado através de uma impedância de valor elevado.

A segunda letra indica a posição relativa das massas dos aparelhos conectados à instalação, isto é:

- T – ligação das massas dos aparelhos de utilização à terra (terra de proteção);
- N – ligação das massas dos aparelhos de utilização ao neutro do transformador;

No caso dos subsistemas do esquema TN existe uma terceira letra que indica como estão ligados o condutor neutro e o condutor de proteção elétrica, nomeadamente:

- C – combinação do condutor de neutro e de proteção num só condutor, designado de condutor PEN;
- S – o condutor de neutro e de proteção elétrica são considerados distintos.

Tal como referido anteriormente os regimes de neutro desempenham um papel fundamental numa instalação, com a ocorrência de um defeito de isolamento ou um contato acidental entre uma fase e a terra, o valor tomado pela corrente de defeito, as tensões de contacto e as sobretensões estão intrinsecamente ligadas ao regime de neutro implementado.

Os principais objetivos de um regime de neutro são:

- Facilitar a deteção do defeito e elimina-lo;
- Limitar as sobretensões transitórias;
- Garantir a segurança das pessoas na utilização dos equipamentos numa instalação.

2.5.2.1. ESQUEMA DE LIGAÇÃO À TERRA TN

No esquema de ligação à terra TN o neutro do transformador é conectado diretamente à terra, as massas dos recetores são ligadas ao condutor de neutro.

Na ocorrência de um defeito fase-massa, este torna-se num curto-circuito fase-neutro, sendo eliminado pelos aparelhos de proteção contra as sobreintensidades.

Existem dois subsistemas do esquema TN:

- **Esquema TN-C** – neste esquema o condutor de neutro possui também a função de condutor de proteção (PEN), sendo proibido efetuar o corte deste condutor. A proteção contra contatos indiretos é efetuada com recurso aos dispositivos de proteção contra sobreintensidades (fusíveis ou disjuntores).

A figura 4 apresenta o esquema de princípio do sistema TN-C.

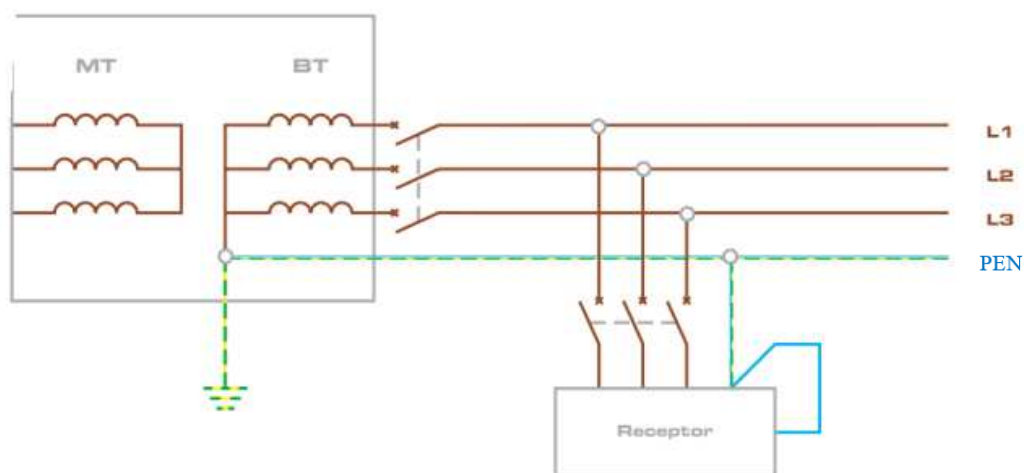


Figura 4 - Esquema TN-C [Indusmelec, 2013]

- **Esquema TN-S** – neste esquema o condutor de neutro é separado do condutor de proteção, sendo obrigatório o condutor do condutor de neutro. A proteção contra contato indiretos é assegurada com recurso aos dispositivos de proteção contra sobrecorrentes (fusíveis ou disjuntores) ou por dispositivos de proteção diferencial.

A figura 5 apresenta o esquema de princípio do sistema TN-S.

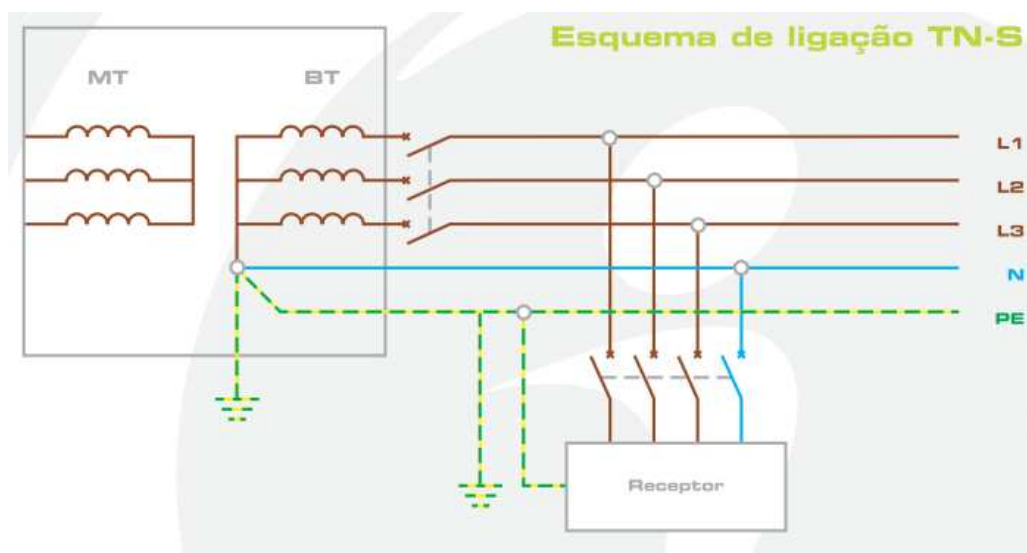


Figura 5 - Esquema TN-S [Indusmelec, 2013].

No caso do esquema TN existe uma outra variante deste que passa pela combinação dos dois subsistemas apresentados anteriormente que convergem no sistema TN-C-S, sendo que o TN-C é sempre instalado a montante do TN-S, por forma a evitar que o condutor de proteção seja percorrido em permanência por uma parte da corrente de funcionamento normal da instalação. A ligação do condutor de proteção e o neutro tem de ser efetuada antes do dispositivo de proteção diferencial.

A figura 6 apresenta o esquema de princípio do sistema TN-C-S.

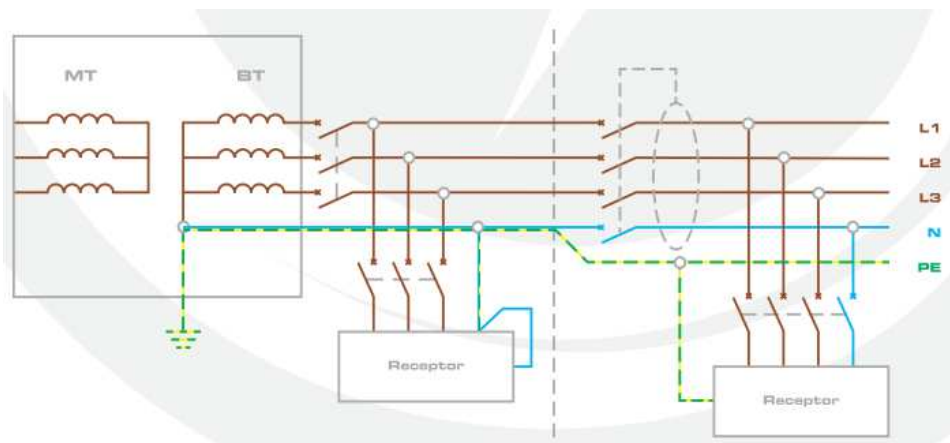


Figura 6 - Esquema TN-C-S [Indusmelec, 2013]

2.5.2.2. ESCOLHA DO REGIME DE NEUTRO

As instalações elétricas necessitam que os sistemas de terra possuam características que se ajustem a todos os seus equipamentos e situações.

Nas instalações surge muitas vezes a necessidade de se instalar os diversos regimes de neutro.

É então importante conhecer as vantagens e desvantagens de cada um dos sistemas antes de proceder à sua escolha.

A tabela 1 apresenta as principais vantagens e desvantagens dos regimes de neutro.

Tabela 1 Vantagens e Desvantagens dos regimes de neutro

Sistemas	Vantagens	Desvantagens
TT	<ul style="list-style-type: none"> - Solução mais simples no estudo e implementação; - Não necessita de uma vigilância permanente da instalação por um técnico qualificado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Possibilidade de aumento de custos na prevenção de disparos intempestivos e de seletividade diferencial.
TN	<ul style="list-style-type: none"> - O esquema TNC pode traduzir-se numa economia substancial da instalação, pois permite a supressão de um polo na aparelhagem e de um condutor (utilização do condutor PEN). 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema implica maiores cuidados na exploração das instalações, com a necessidade de existir pessoal técnico qualificado; - No esquema TNC é obrigatório que a secção dos condutores não seja inferior a 10mm² em cobre e 16mm² em alumínio.
IT	<ul style="list-style-type: none"> - Solução que assegura a melhor continuidade de serviço de uma instalação; - Limita as correntes de defeito da instalação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema implica maiores cuidados na exploração das instalações, com a necessidade de existir pessoal técnico qualificado; - Verificação das condições de proteção ao segundo defeito; - Aumento do custo da instalação e exploração pela inclusão de equipamentos complementares de controlo do sistema; - Favorece o aparecimento de sobretensões elevadas.

Apesar de ser aconselhado o estudo pormenorizado de cada instalação, do tipo de utilização, da existência ou não de equipas de manutenção, das características da rede, entre outras, existem algumas características tipo que levam os projetistas a inclinarem-se, numa fase inicial do projeto, mais para uns esquemas que outros.

Seguidamente, na tabela 2, apresentam-se algumas dessas características.

Tabela 2 Tabela resumo das aplicações dos esquemas de neutro.

Características das instalações	Regimes de neutro aconselhados e graus de viabilidade		
	Adequado	Possível	Desaconselhado
Instalação extensa com terras inferiores a 10 Ohm	TT	TN	IT(a)
Instalação extensa com terras superiores a 10 Ohm	TT	-	TN e IT (a)
Instalação suscetível a sobretensões	TN	TT	IT
Instalações com correntes de fuga superiores a 500 mA	TN	TT	IT
Instalações com linhas aéreas exteriores	TT	TN	IT (b)
Instalações com recetores de baixo nível de isolamento (por exemplo motores)	TN	TT e IT	-
Instalação com numerosos aparelhos elétricos portáteis monofásicos	TT	-	-
Instalação com locais sujeitos a risco de incêndio e/ou explosão	TT e IT	-	TN
Instalações com elevada possibilidade de modificações	TT	IT	TN (c)

- | |
|--|
| <p>(a) A partir de certos comprimentos é irreal falar em sistemas IT em virtude das capacidades parasitas existentes;</p> <p>(b) Os riscos são acrescidos devido à humidade e presença de poeiras condutoras;</p> <p>(c) Os risco de manutenção eficiente não aconselham a utilização deste sistema.</p> |
|--|

2.5.3. PROTEÇÃO DAS INSTALAÇÕES CONTRA SOBRETENSÕES

2.5.3.1. ASPETOS GERAIS

Cada vez mais as sociedades atuais são mais dependentes da tecnologia e dos seus equipamentos, todos eles “carregados” de equipamentos eletrónicos bastante sensíveis às mais diversas perturbações, nomeadamente os efeitos das descargas atmosféricas, interferências originadas por manobras na rede elétrica, acionamento de motores e campos eletromagnéticos.

Torna-se então fundamental dotar as instalações e os espaços de equipamentos capazes de proteger pessoas e bens de todas as interferências a que se encontram sujeitos.

Uma descarga atmosférica possui um efeito devastador nas instalações e praticamente mortal nos seres humanos e animais.

A sua ocorrência produz campos eletromagnéticos de grande intensidade que se irradiam pelo espaço induzindo picos de tensão e corrente nas instalações técnicas. Esta produz igualmente uma corrente elétrica de alta intensidade que se propaga pelo solo por um raio de aproximadamente cinco quilómetros, em torno do ponto onde o raio atingiu o solo. Por forma a minimizar todos estes problemas, os sistemas de proteção foram divididos em dois grandes grupos:

- Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA);
- Sistema de proteção contra sobretensões de origem atmosférica.

Existem várias formas e métodos de se efetuar a proteção contra descargas atmosféricas numa instalação, neste capítulo iremos focar-nos nos métodos utilizados no projeto da unidade industrial de produção de cerveja.

2.5.3.2. LEGISLAÇÃO

Em termos de legislação existem três elementos que sustentam a aplicação de medidas de proteção contra as descargas atmosféricas, nomeadamente:

- Guia Técnico de Para-raios - publicado pela Direção geral de energia e geologia (DGEG) – Este guia tem como objetivo fornecer informação para a conceção, instalação e manutenção de para-raios. O guia também apoia na elaboração de sistemas de gaiola de faraday e hastes de Franklin. Os para-raios ionizantes não estão contemplados neste guia;
- Norma Angolana NA33:2014 de cumprimento obrigatório, regulamentada pelo Decreto de Presidencial nº29/15 de 13 de Janeiro, que define o regime de proteção obrigatória contra descargas atmosféricas.
- Norma IEC EN 62305 – substitui a norma IEC 1024 alargando o seu âmbito à proteção contra sobretensões de equipamentos elétricos e eletrónicos. Os para-raios ionizantes não estão contemplados.

2.5.3.3. PROTEÇÃO EXTERNA

Análise de risco

A análise de risco pretende analisar todos os vetores associados há possibilidade de existir uma descarga atmosférica num determinado local. O método para o desenvolvimento da análise de risco está descrito na norma IEC 62305-2.

O grau de risco do edifício será afetado pelo tipo deste, pela sua utilização e pelo valor patrimonial e principalmente humano que este comporta.

Tipos de sistemas

O sistema de proteção contra descargas atmosféricas é composto por três elementos, o equipamento captor, os condutores de baixada e o sistema de terra.

Os espaços a proteger pelos SPDA apresentam as mais diversas características, como por exemplo a forma da estrutura a serem protegidas, as massas metálicas e objetos metálicos na

parte externa da edificação, variações térmicas, intensidade do campo elétrico da região a ser protegida, o meio envolvente, etc., para tal existem sistemas mais apropriados para uns locais que outros. Existem atualmente três modelos de para-raios:

- Captor do tipo Franklin;
- Captor de avanço à ignição (ionizante);
- Gaiola de Faraday.

Antes de se iniciar a escolha do sistema e respetivos componente a utilizar têm de ser analisadas as características do espaço a proteger, avaliados os riscos e determinado o nível de proteção.

Para-raios ionizante

Na eminência de uma descarga atmosférica é criado um campo elétrico na periferia dos condutores ligados à terra, das nuvens, que se encontra a um potencial diferente da terra, parte o traçador descendente que se propaga em direção ao solo. O para-raios como sistema ativo desenvolve um traçador ascendente com o objetivo de intercepar o traçador descendente e assim criar um canal ionizado por onde se fecha a corrente de descarga. Quanto mais rápido o traçador ascendente é emitido maior é o raio de proteção proporcionado pelo para-raios. Por este motivo se considera o para-raios ionizante, ou de início à ignição, de um sistema ativo de proteção contra descargas atmosféricas, este confere elevados raios de proteção, tornando assim a sua aplicação reduzida e conseqüentemente mais económica.

A figura 7 apresenta o modelo de para-raios ionizante aprovado pelo Decreto Presidencial nº 29/15 de 13 de Janeiro, da República de Angola.



Figura 7 - Para-raios ionizante equipado com dispositivo de teste à distância [06]

Alguns modelos deste tipo de para-raios possuem elementos eletrônicos suscetíveis de se danificar aquando a captação de uma descarga. A aplicação do sistema obriga à realização de duas baixadas, em fachadas opostas, e conectadas a um conjunto de piquets de terra. Uma das baixadas deve possuir um contador de descargas por forma a registar o número de descargas absorvidas por este.

Gaiola de Faraday

O sistema de Gaiola de Faraday é um sistema de proteção passiva, contudo este sistema conduz à instalação de grandes quantidades de material e de mão-de-obra, no entanto as inúmeras baixadas que dispõe levam à redução das perturbações eletromagnéticas e esforços térmicos.

Após a elaboração da análise de risco é possível avançar com o nível de proteção necessário para o edifício, este determina as principais características do sistema, designadamente a localização e dimensão das hastes, as distâncias máximas entre as baixadas, etc..

Um dos principais elementos de uma Gaiola de Faraday é o condutor de captura/descarga, colocado no perímetro da cobertura e nas baixadas do edifício.

Existem diversos materiais, com diferentes dimensões, capazes de realizar esta função, contudo é tipicamente utilizado o varão aço de 10 milímetros de diâmetro, por apresentar uma boa relação qualidade – condução – preço.

Este varão é suportado na cobertura com recurso a blocos de suporte específicos para o efeito, no caso das baixadas, estas são envolvidas durante a construção do edifício e amarradas, através de acessórios de aperto mecânico, ao ferro que compõe o betão armado.

A tabela 3 apresenta o nível de proteção condiciona o emalhado da cobertura e a distância entre baixadas, que se encontram definidas na norma EN 62305-3.

Tabela 3 Dimensões do emalhado e distâncias entre baixadas de acordo com o nível de proteção.

Nível de Proteção	Dimensões do emalhado (m)	Distâncias entre baixadas (m)
I	5x5	10
II	10x10	10
III	15x15	15
IV	20x20	20

No sistema de Gaiola de Faraday o sistema captor é efetuado com recurso a hastes, tendo em conta que o sistema é do tipo passivo, o elemento constituinte da haste pode ser seleccionado tal como os elementos da baixada e cobertura. A norma define o método de cálculo para a colocação das hastes, tipicamente estas são colocadas na cobertura nos vértices da estrutura e em pontos estratégicos da cobertura.

A figura 8 apresenta um exemplo de uma gaiola de Faraday.

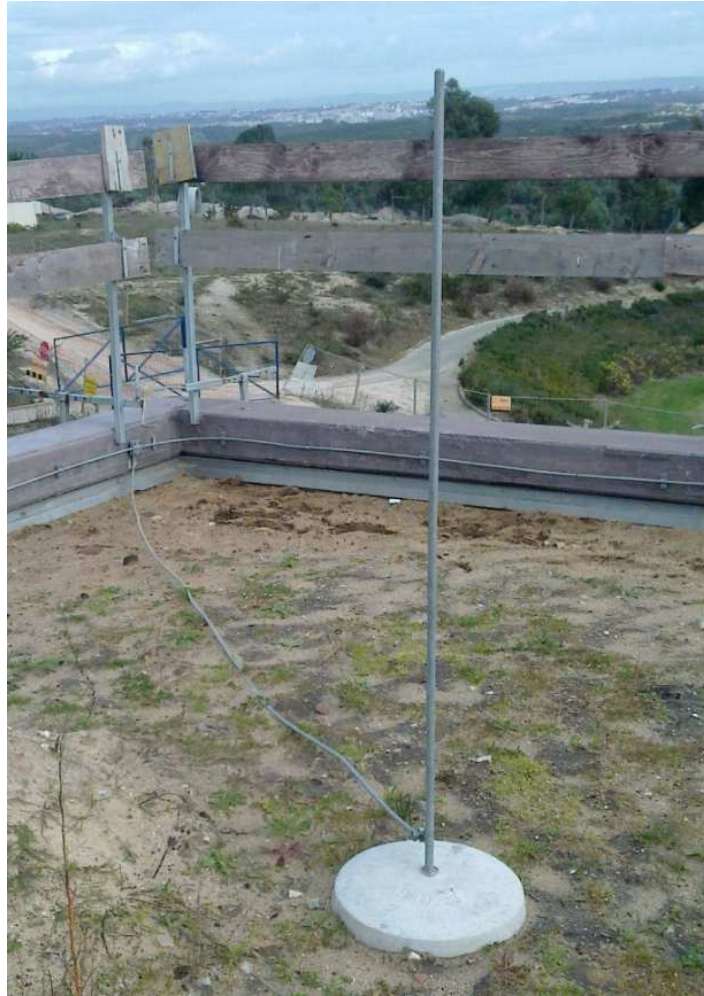


Figura 8 - Gaiola de Faraday.

Por forma a fechar a gaiola de Faraday todas as baixadas são equipotencializadas constituindo um anel de terra instalado no solo, ou embebido nos elementos de construção. Junto a cada baixada é ainda colocado um piquete de terra que conecta o emalhado com o solo e desta forma melhorar o escoamento da corrente de descarga para a terra. No anel de terras é normalmente utilizada uma barra de aço galvanizado de 30x3,5mm.

A figura 9 apresenta a distribuição da rede de terras na laje de construção.



Figura 9 - Anel de terras embebido nos elementos de construção

2.5.3.4. PROTEÇÃO INTERNA

Uma sobretensão é designada como um aumento repentino, num curto espaço de tempo, da tensão normal de funcionamento de uma instalação elétrica. As consequências deste fenómeno podem ser bastante nefastas para as instalações e utilizadores.

As sobretensões podem ser dos seguintes tipos:

- Sobretensões de manobra – ocorrem na sequência de manobras na rede elétrica;
- Sobretensões de frequência – ocorrem na sequência de uma falha permanente, como por exemplo, um defeito de isolamento ou corte de neutro;
- Sobretensões por cargas eletrostáticas – ocorrem devido à acumulação de cargas elétricas que criam um campo eletromagnético forte;
- Sobretensões de origem atmosférica – ocorrem devido aos fenómenos atmosféricos, nomeadamente pelos raios provenientes das trovoadas.

Os descarregadores de sobretensões visam proteger a instalação elétrica e os equipamentos a ela conectados, limitando as sobretensões transitórias, quer sejam de origem atmosférica ou resultantes de manobras de rede.

Os descarregadores operam de um dos seguintes modos:

- Modo comum – eliminam as sobretensões entre fase e neutro ou terra, assim, caso ocorra uma sobretensão superior à tensão de funcionamento o descarregador conduz a sobretensão à terra;
- Modo diferencial – eliminam as sobretensões entre fase e terra. Caso ocorra uma sobretensão deste tipo o descarregador reparte-a entre os restantes condutores ativos.

Os descarregadores podem ser agrupados em três tipos diferentes:

- Tipo 1 – protegem a instalação elétrica, limitando a propagação da onda de sobretensão a $10/350\mu\text{s}$. Estes descarregadores são obrigatórios em edifícios dotados de para-raios ou gaiola de Faraday;
- Tipo 2 – protegem a instalação elétrica, limitando a propagação da onda de sobretensão a $8/20\mu\text{s}$;
- Tipo 3 – são descarregadores com uma capacidade de descarga mais reduzida, sendo utilizados como complemento dos de tipo 2 e são colocados mais próximos das cargas mais sensíveis. Limitam a onda de tensão a $1,2/50\mu\text{s}$ e de corrente a $8/20\mu\text{s}$.

A figura 10 apresenta um modelo de descarregador de sobretensões.



Figura 10 - Descarregador de sobretensões do tipo 1+2 [07].

O descarregador de sobretensões deve ser instalado no quadro elétrico ligado em paralelo com os circuitos que se pretende proteger. Dependendo do tipo de instalação e da sua importância, podem ser utilizados mais do que um tipo de descarregadores na instalação.

2.5.4. ATMOSFERAS POTENCIALMENTE EXPLOSIVAS – (ATEX)

Uma atmosfera explosiva consiste numa mistura de substâncias inflamáveis, sob a forma de gases, vapores, névoas ou poeiras com o ar, sob condições atmosféricas, em que, depois da ignição, a combustão se propaga a toda a mistura não queimada. Existem portanto locais onde o tipo de atmosfera pode por em causa a segurança dos seus utilizadores, para identificar estes locais e minimizar os riscos e assegurar a proteção de pessoas e bens, a União Europeia definiu diretivas que estabelecem padrões mínimos de segurança a considerar em locais deste tipo.

São duas as diretivas que estabelecem os requisitos dos equipamentos e as condições de segurança a ter nos ambientes com atmosfera potencialmente explosiva, sendo a diretiva 94/9/EC e a diretiva 1999/92/EC, vulgarmente conhecidas como diretivas ATEX. Em Portugal estas diretivas foram transpostas para a legislação portuguesa, Decreto-Lei nº 112/96 de 5 de Agosto e Decreto-Lei nº 236/2003 de 30 de Setembro.

A diretiva 94/9/CE especifica os requisitos técnicos dos equipamentos a serem utilizados em ambientes com atmosferas potencialmente explosivas, possuindo como principal objetivo mitigar os riscos decorrentes do uso de determinados produtos, ou em relação a uma atmosfera potencialmente explosiva. Desde 1 de Julho de 2003, todos os fabricantes de equipamentos que pretendam vender os seus produtos na União Europeia são obrigados a cumprir esta diretiva.

A diretiva 1999/92/CE é um complemento à diretiva anterior e que especifica os requisitos mínimos para garantir a segurança de todos aqueles que se encontram expostos a riscos derivados de atmosferas potencialmente explosivas. Desde 1 de Julho de 2006 é obrigatória a aplicação desta diretiva.

A figura 11 apresenta uma imagem de um acidente ocorrido em silos de cereais.



Figura 11 - Explosão num silo de armazenamento de cereais.

2.5.4.1. CLASSIFICAÇÃO DE ZONAS E EQUIPAMENTOS

A diretiva 94/9/CE define dois grupos de equipamentos, nomeadamente:

- Grupo I – Equipamentos a utilizar em minas, em particular no subterrâneo e em partes das instalações onde seja suscetível de existir a mistura gasosa de metano e ar e/ou poeiras inflamáveis;
- Grupo II – Equipamentos a utilizar em locais suscetíveis de ocorrência de atmosferas explosivas.

Após enquadrar os equipamentos nos seus grupos e subcategorias é necessário verificar qual a área de risco onde estes serão instalados. As áreas de risco são então divididas por zonas, em função da frequência e da duração da presença de uma atmosfera explosiva. As áreas são definidas pela empresa responsável pelas instalações, segundo o definido na Diretiva 1999/92/CE, a tabela 4 apresenta essa mesma definição das zonas explosivas.

Tabela 4 Definição das zonas explosivas [Indusmelec, 2014].

Zona 0	Zona 1	Zona 2	Zona 20	Zona 21	Zona 22
Local em que uma atmosfera explosiva é constituída por uma mistura com o ar, de substâncias inflamáveis sob a forma de gás, vapor ou névoa, presente de forma contínua, por longos períodos ou frequentemente	Local em que uma atmosfera explosiva é constituída por uma mistura com o ar, de substâncias inflamáveis sob a forma de gás, vapor ou névoa, prováveis de ocorrer em condições de funcionamento normais ou, ocasionalmente.	Local em que uma atmosfera explosiva é constituída por uma mistura com o ar, de substâncias inflamáveis sob a forma de gás, vapor ou névoa, não são prováveis de ocorrer em condições de funcionamento normais, mas, caso aconteçam, apenas por um curto período.	Local em que uma atmosfera explosiva sob a forma de uma nuvem de poeira combustível está presente no ar permanentemente, por longos períodos ou frequentemente.	Local em que uma atmosfera explosiva sob a forma de uma nuvem de poeira combustível no ar é provável de ocorrer em condições de funcionamento normais.	Local em que uma atmosfera explosiva sob a forma de uma nuvem de poeira combustível no ar, não são prováveis de ocorrer em condições de funcionamento normais, mas caso aconteçam, apenas por um curto período.

Na figura 12 podemos ver um exemplo da definição de zonas em dois tipos de atmosferas, na zona “A” uma atmosfera explosiva gasosa, na zona “B” uma atmosfera explosiva poeirenta.

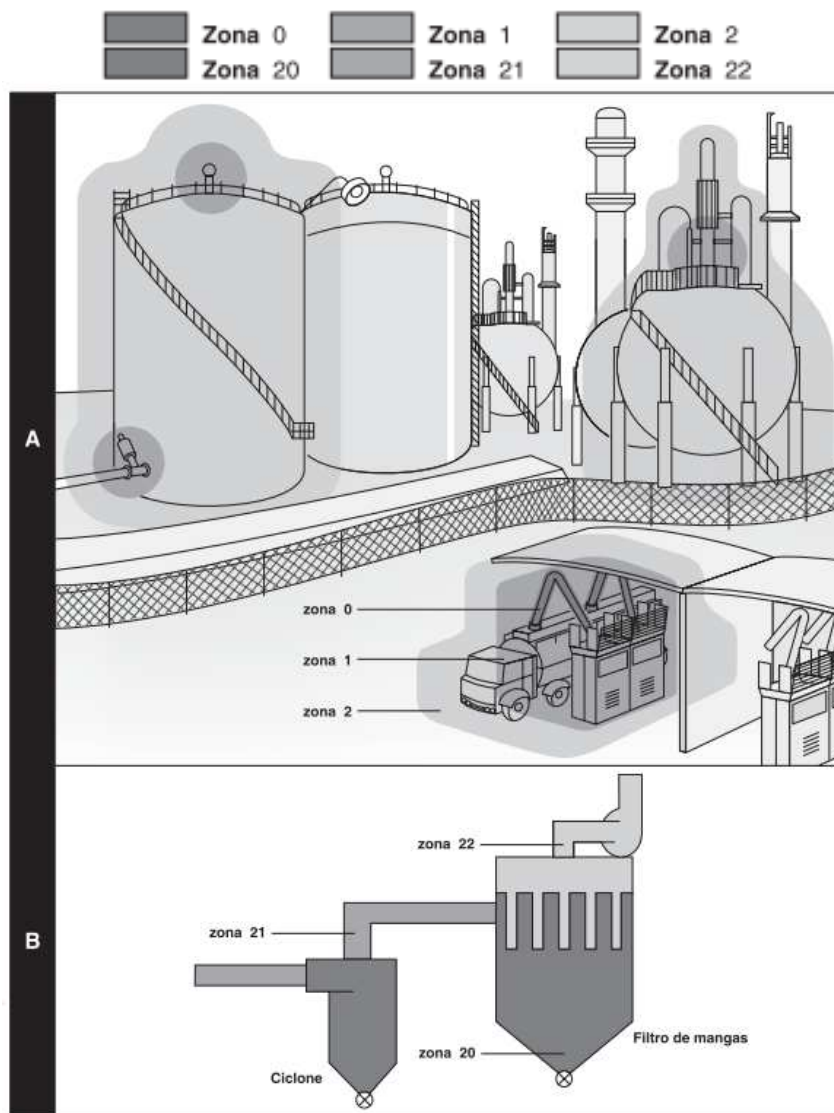


Figura 12 - Exemplo de uma definição de zonas potencialmente explosivas [Indusmelec, 2014].

2.5.4.2. PRINCIPAIS NORMAS APLICÁVEIS

Aquando da criação das diretivas mencionadas anteriormente a Comissão Europeia mandou o Comité Europeu para a Normalização (CEN) e o Comité Europeu de Normalização Eletrotécnica (CENELEC), para redigirem as normas que respeitassem estas diretivas. Foi então criada a norma IEC 60079-0 que define os requisitos gerais para equipamentos elétricos que funcionam em zonas com atmosferas potencialmente explosivas. Assim os aparelhos destinados a estes locais podem obedecer à diretiva 94/9/CE ou então à norma IEC 60079-0.

Na figura 13 podemos verificar as diferenças entre os dois tipos de marcação:

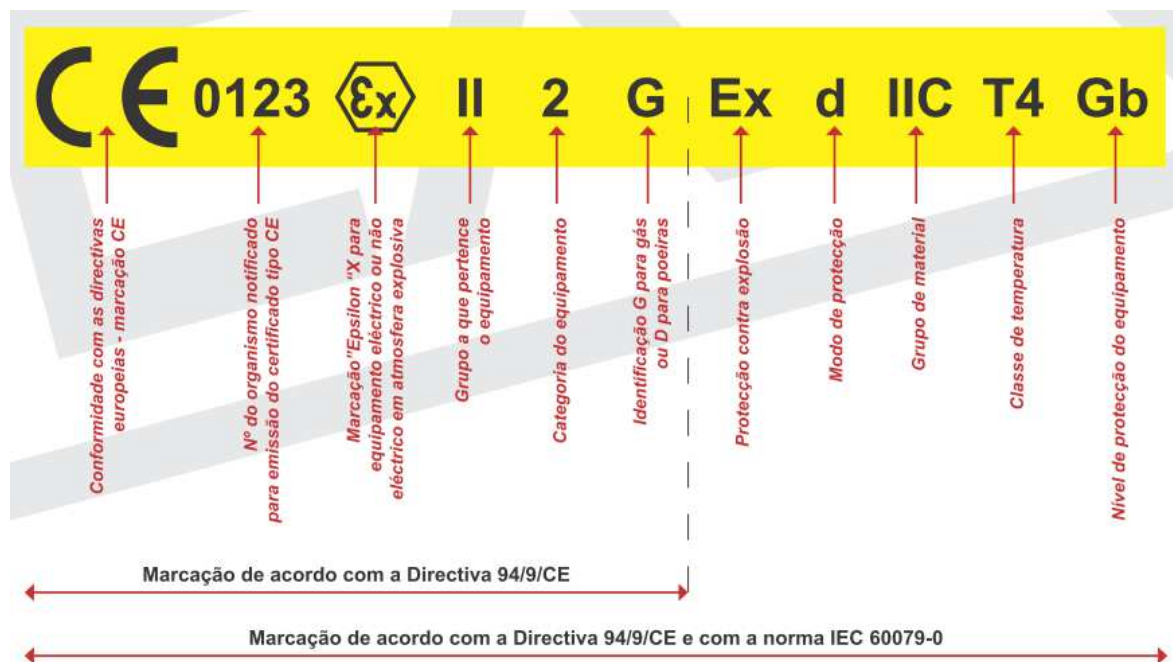


Figura 13 - Marcação de produtos de acordo com a diretiva 94/9/CE e com a norma IEC 60079-0
[Indusmelec, 2014]

Pela imagem anterior podemos constatar as diferenças entre a marcação definida pela diretiva 94/9/CE face à norma IEC 60079-0. Dos cinco novos elementos afetos à marcação dos produtos apenas os dígitos relativos à proteção contra explosão “Ex”, os restantes possuem diversas variantes conforme podemos ver nos capítulos seguintes.

2.5.4.3. ASPETOS GERAIS DE PROJETO

Modo de proteção

O modo de proteção é um conjunto de medidas de proteção que se aplicam, de modo a evitar a inflamação do ambiente envolvente, conforme o tipo de gases ou poeiras existentes.

Os modos de proteção “d”, “m”, “em”, “n” e “i” são normalmente associados a electroválvulas/eletrodistribuidores. O modo “c” para distribuidores, válvulas de comando por pressão, cilindros e conjuntos de tratamento de ar.

Grupo de material

Tal como a diretiva 94/9/CE define grupos de materiais a Norma IEC 60079-0 aproveita parte desta organização, acrescentado um grupo e respetivos subgrupos. O grupo de material pretende classificar os gases e as poeiras em grupos de explosão, conforme as características. Os materiais são assim divididos em três grupos:

- Grupo I – Equipamentos a utilizar em minas, em particular no subterrâneo e em partes das instalações onde seja suscetível de existir a mistura gasosa de metano e ar e/ou poeiras inflamáveis;
- Grupo II – Equipamentos a utilizar em locais suscetíveis de ocorrência de atmosferas explosivas. Estes são divididos de acordo com a natureza do tipo de gás presente na atmosfera:
 - IIA – gás propano;
 - IIB – gás etileno;
 - IIC – gás hidrogénio.

No que respeita à utilização de equipamentos deste grupo, um equipamento com a marcação IIB é adequado a instalações que requerem equipamentos IIA, da mesma forma um equipamento IIC pode ser utilizado em locais afetos aos grupos IIA e IIB.

- Grupo III – Equipamentos a utilizar em locais suscetíveis de inflamação, devido à presença de poeiras explosivas, que não as consideradas no grupo I. Estes são divididos de acordo com o tipo de poeiras presente na atmosfera:
 - IIA – poeiras combustíveis;
 - IIB – poeiras não condutoras;
 - IIC – poeiras condutoras.

Tal como no grupo II os equipamentos do grupo III estão aptos a funcionar os grupos precedentes.

Classes de temperatura

Conforme se pode verificar na tabela 5, foram designadas seis classes de temperatura, estas são classificadas de acordo com a temperatura máxima de superfície de um equipamento elétrico suscetível de provocar uma inflamação do ambiente circundante.

Tabela 5 Classes de temperatura [Indusmelec, 2014].

Classe de temperatura	Temperatura máxima à superfície (°C)	Temperatura de inflamação (°C)
T1	450	> 450
T2	300	> 300
T3	200	> 200
T4	135	> 135
T5	100	> 100
T6	85	> 85

Níveis de proteção de equipamento (EPL)

O EPL foi outra das alterações introduzidas pela norma IEC 60079-14, este ponto pretende introduzir uma abordagem alternativa aos métodos utilizados para a seleção de equipamentos. Até à introdução desta alteração os equipamentos eram apenas selecionados de acordo com o tipo de áreas específicas, utilizando dados estatísticos, tendo como base as probabilidades de uma atmosfera se pode tornar explosiva de acordo com determinadas circunstâncias. O EPL indica o risco de ignição intrínseca para o equipamento, independentemente do tipo de proteções adotadas. Este método é considerado apenas como uma alternativa ao inicialmente utilizado, contudo foi reconhecido que o EPL possui bastantes vantagens face ao sistema tradicional.

A tabela 6 apresenta os níveis de proteção do material a utilizar em zonas explosivas.

Tabela 6 Nível de proteção material [Indusmelec, 2014]

Nível de proteção de material - EPL	Nível de proteção	Zona normal de aplicação	Categoria (94/9/CE)
Ga	Muito elevado	0, 1 e 2	1G
Gb	Elevado	1 e 2	2G
Gc	Reforçado	2	3G
Da	Muito elevado	20, 21 e 22	1D
Db	Elevado	21 e 22	2D
Dc	Reforçado	22	3D
Ma/Mb	Muito elevado	Minas	M1/M2

2.5.5. ILUMINAÇÃO

2.5.5.1. ASPETOS GERAIS

Tendo em conta o grande crescimento e evolução da tecnologia das lâmpadas LED (*Light Emitting Diode*) (díodo emissor de luz), existem cada vez menos luminárias equipadas com as lâmpadas convencionais. Uma das imagens de marca da OHM-E é a busca incessante por soluções inovadoras, eficientes e rentáveis para os seus projetos, a iluminação LED permite reunir todos estes vetores numa solução luminotécnica harmoniosa. Por estes motivos verificou-se a necessidade de apresentar um tópico relativo a esta tecnologia.

Um LED é um díodo semicondutor (junção P-N) que quando sujeito a uma determinada corrente emite luz. Os materiais semicondutores que compõem o LED convertem a energia elétrica em radiação eletromagnética visível, isto é, em luz. Esta luz está integrada num determinado espectro de cores (conforme podemos verificar na ilustração “O espectro de cores”).

O elemento mais importante de um LED é o chip semiconductor que o compõe, que se encontra localizado no centro deste. O chip possui duas regiões separadas por um elemento designado por junção.

A região P ou positiva, é preenchida por cargas elétricas positivas, e a região N, ou negativa, é preenchida pelas cargas negativas. A junção atua como uma barreira para impedir a passagem de elétrons entre as regiões P e N. Apenas quando, ao díodo, é aplicada a sua tensão nominal de funcionamento, a junção que compõe o LED permite a passagem de elétrons entre as regiões P e N. Com esta movimentação de elétrons existe um fenómeno de recombinação destes.

Quando um elétron se recombina com uma carga positiva a energia potencial elétrica é convertida em energia eletromagnética, que é emitida por meio de fótons de luz com uma frequência característica do material que compõe o semiconductor.

Ao conjunto formado pelo LED (semiconductor), pelo encapsulamento e pelas óticas primárias dá-se o nome de componente LED. Este componente tem como principal função cobrir e proteger o LED, mas também, garantir a dissipação do calor internamente gerado. A figura 14 apresenta um diagrama da composição de um LED do tipo SMD.

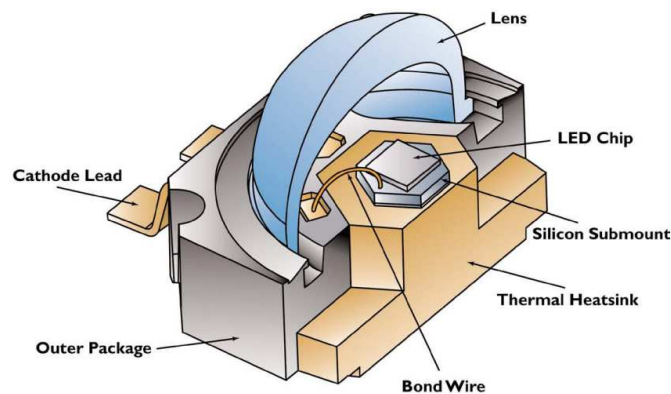


Figura 14 - Diagrama de composição de um componente LED tipo SMD.

2.5.5.2. VANTAGENS DA TECNOLOGIA LED

Decididamente os LED, deixaram de ser uma revolução e passaram a ser considerados como uma tecnologia em franca evolução, ganhando cada vez mais terreno face às lâmpadas

convencionais. A evolução do LED possui, ainda, uma enorme margem de progressão, visto que estes têm como principal missão iluminar o mundo com eficiência e durabilidade, tendo sempre em conta, a preservação do meio ambiente. De seguida serão apresentadas as vantagens mais significativas do sistema LED.

Longa vida útil

O tempo de vida do LED, sendo uma das características que mais contribuiu para a sua rápida integração no mundo da iluminação, é fortemente afetado por diversos fatores, tais como:

- Potência;
- Temperatura interna;
- Temperatura ambiente.

Nos tempos que correm o tempo de vida útil de um LED, isto é, o tempo que o fluxo luminoso leva, em média, a cair para 70% do seu valor inicial, é de cerca de 50000 horas. Esta vida útil concretiza-se desde que o LED seja utilizado, dentro dos parâmetros indicados por este, incluindo o seu limite de temperatura, conforme se pode verificar na figura 15.

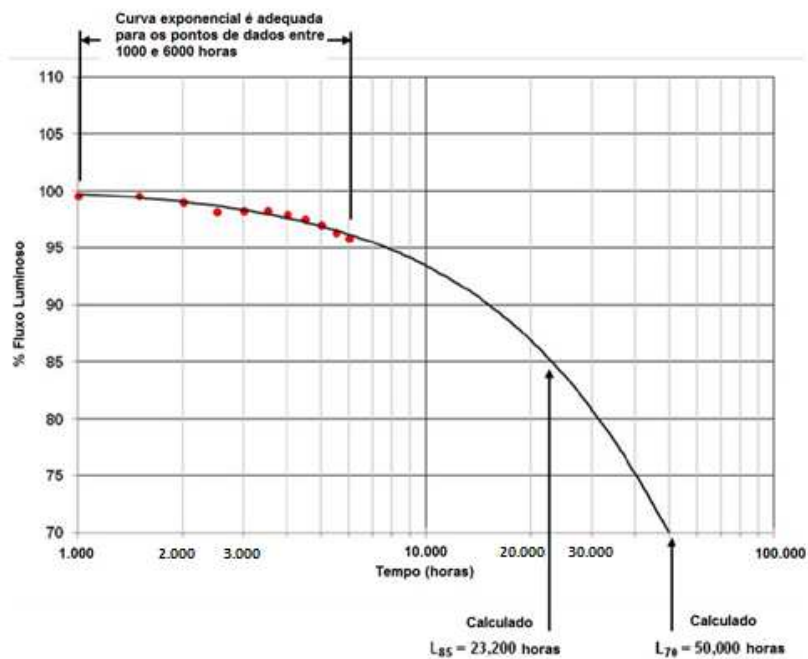


Figura 15 - Depreciação do fluxo luminoso ao longo do tempo [08].

Elevada eficiência energética

Atualmente os LED com uma temperatura de cor entre os 5000 e os 7000°K atingem valores na ordem dos 160lm/W. A tendência é para estes valores continuarem a aumentar de forma exponencial. É necessário ter em conta que para estes 160 lúmens por watt, consideram-se potências elétricas na ordem dos 5W.

Temperatura de cor em todas as escalas

Aquando do surgimento da tecnologia LED, este apenas conseguia reproduzir valores acima dos 5000°K. Com a evolução deste foi possível atingir novos patamares de temperatura de cor, estes patamares, estão atualmente compreendidos entre os 2700 e os 10000°K, tornando, neste momento, o LED como a única fonte capaz de reproduzir quase toda a escala de temperatura de cor.

Índice de reprodução de cores de elevada qualidade

O índice de reprodução de cores dos LED, atualmente, é comparável ao das lâmpadas fluorescentes, e de acordo com a temperatura de cor, oscila entre 60 e 98. A tabela 7 apresenta alguns valores de IRC.

Tabela 7 Valores tipo do IRC

Tipo de Lâmpada	IRC
Fluorescente	Entre 80 e 98
LED	Entre 60 e 98
Incandescente	100
CDM	Entre 80 e 95
Sódio	0

Eficiência de iluminação após o acionamento da lâmpada

Os LED, ao contrário das lâmpadas fluorescentes, atingem o seu fluxo luminoso máximo logo após injeção de corrente no circuito. Sendo recomendadas para equipamentos/loais onde exista um constante ligar e desligar do aparelho de iluminação.

Ecológicos e sem emissão de radiações infravermelhos ou ultravioletas

Com base em estudos da Análise do Ciclo de Vida (ACV), os LED possuem o potencial, de no futuro conseguirem reduzir de forma muito significativa a sua pegada ecológica, face a outro tipo de lâmpadas.

No que diz respeito a radiações, o LED, não desenvolve radiação ultravioleta (UV) nem infravermelhos (IV). Este fato torna o díodo emissor de luz ideal para a iluminação de ambientes onde é necessário evitar este tipo de radiação, tais como museus e lojas de produtos alimentares.

Tensão de funcionamento

Os LED funcionam em baixa tensão, o que faz com que seja seguro tocar-lhes, desde que devidamente isolados da tensão da rede. Este fator permite que eles possam ser utilizados em locais onde, a utilização da maioria das lâmpadas convencionais é proibida.

2.5.6. PROTOCOLO KNX

2.5.6.1. ASPETOS GERAIS

O sistema KNX é a única tecnologia com protocolo aberto capaz de efetuar a supervisão e controlo de qualquer tipo de edifício. Este sistema assenta na sua maioria na tecnologia EIB (*European Installation Bus*) permitindo que todos os fabricantes desenvolvam os seus equipamentos, escolhendo livremente o modo de configuração e o meio de transmissão, mantendo o protocolo de comunicação entre equipamentos de marcas diferentes.

Norma internacional

O KNX possui um protocolo aberto e livre a nível internacional para o controlo de todo o tipo de edifícios de acordo com:

- ISO/IEC Aprovou a tecnologia KNX como Norma Internacional ISO/IEC 14543-3 em 2006;
- CENELEC Aprovou a tecnologia KNX como a Norma Europeia EN 50090 em 2003;
- CEN Aprovou a tecnologia KNX como EN 13321-1 (como mera referência à EN 50090) e EN1332-2 (KNXnet/IP) em 2006;
- SAC Aprovou a tecnologia KNX como a Norma Chinesa GB/T 20965 em 2007;
- ANSI/ASHRAE Aprovou a tecnologia KNX como Norma EUA ANSI/ASHRAE 135 em 2005.

Certificação de produtos

A certificação dos produtos KNX garante que todos os produtos, mesmo que de diferentes fabricantes, operem e comuniquem entre si, o que garante um elevado grau de flexibilidade na ampliação e alteração de instalações.

O sistema KNX possui técnicos devidamente credenciados para a sua prescrição, montagem e programação.

Qualidade de produtos

A associação exige um acompanhamento contínuo dos produtos KNX durante todas as fases de vida deste. Todos os membros produtores desta associação têm de cumprir com a certificação ISO 9001. A associação possui o direito de testar os produtores ou exigir certificados destes a laboratórios independentes.

Software

O sistema KNX pode ser programado através do *software* ETS (*Engineering Tool Software*), este software é de acesso livre a todos, para uma programação mais reduzida, sendo necessário adquirir um licença paga, para sistemas mais complexos. É transversal a todos os fabricantes, possibilitando a programação e configuração de todos os produtos KNX independente da sua marca.

A figura 16 apresenta a programação de um sistema KNX através do software ETS.

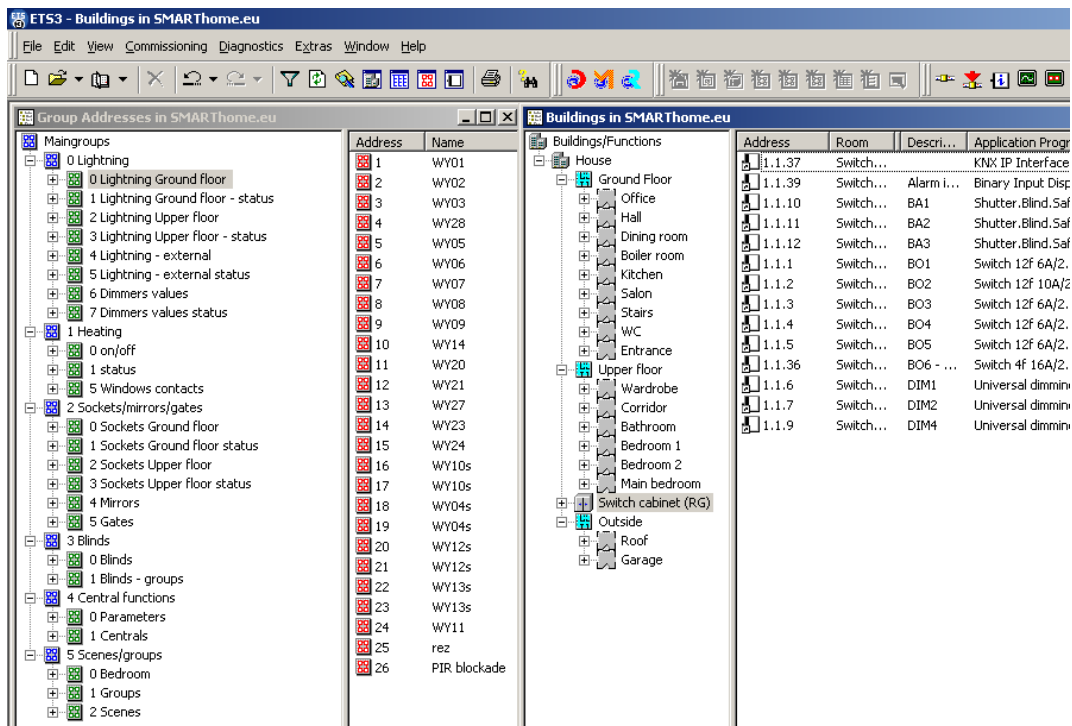


Figura 16 - Programação de um sistema KNX através do software ETS [09].

Modos de configuração

Por forma a ser acessível a todos o KNX possui vários modos de configuração, o Modo E, destina-se a técnico não qualificados, com algumas restrições ao nível da programação, o Modo S é dedicado aqueles que possuem qualificação e não possui qualquer restrição.

- Instalação Fácil – Modo E: A configuração é efetuada sem um computador mas sim com um controlador central, seletores de códigos ou botões de pressão, sendo destinado a instalações pequenas e com um nível baixo de complexidade;
- Instalação de Sistema – Modo S: A configuração é efetuada com recurso a um computador através do software ETS, sendo destinado a instalações maiores ou com maior nível de complexidade.

Existe também o modo de configuração automático – Modo A, que se encontra atualmente em desuso, no entanto este foi concebido para aplicações *user friendly*, isto é, onde não era necessário um integrador do sistema, os equipamentos, após acoplados à linha de comunicação, instalavam-se automaticamente fazendo uso da sua pré programação.

Meios de comunicação

Por forma a dar versatilidade às diversas marcas que compõem o mundo KNX, existem quatro meios de comunicação diferentes, podendo cada um deles ser utilizado em combinação com um ou mais modos de configuração.

A comunicação entre equipamentos KNX é efetuada com recurso a telegramas, quando ocorre uma ordem, num qualquer ponto do sistema, o equipamento envia um telegrama pela linha de Bus, que será rececionado e processado pelo respetivo recetor.

i. Par Trançado – TP KNX (*twisted pair*)

Este modo de transmissão é o mais utilizado nas instalações KNX. É composto por um cabo trançado de bus com dois pares condutores que interliga todos os componentes que compõem o sistema. Este método transitou da tecnologia EIB e permite que os produtos operem e comuniquem entre si a uma de transmissão de dados de 9600 bits/s.

ii. Linha de potência – PL KNX (*power line*)

Tal como o nome indica a transmissão dos telegramas de comunicação têm como meio de transporte as linhas da rede elétrica. A utilização deste tipo de transmissão não é tão comum como o anterior, sendo apenas utilizado quando não existe possibilidade de instalar o cabo de bus. Neste caso, as velocidades de transmissão de dados não passarão os 1200 bits/s.

iii. Radiofrequência – RF KNX

Neste caso a transmissão é efetuada através de sinais de rádio. Os equipamentos podem ser unidirecionais ou bidirecionais. A frequência utilizada é 868 MHz e a velocidade de transmissão de dados é de 16.384 Kbits/s. Este tipo de sistema é normalmente utilizado em locais onde não é possível encastrar os equipamentos, como por exemplo superfícies de vidro, ou para acionamento remoto através de um comando portátil.

iv. IP/Ethernet - IP KNX

Este meio de comunicação generalizado pode ser utilizado em conjunto com as especificações 'KNXnet/IP', que permitem o encapsulamento ou encaminhamento de frames KNX encapsuladas em frames IP.

Interligação com outros sistemas

Existem diversas portas de comunicação/conversão de outros protocolos de gestão de edifícios, redes telefónicas, redes multimédia, redes IP, etc para o KNX., como por exemplo o conversor do sistema DALI que irá ser detalhadamente apresentado mais à frente. Com esta interligação de sistemas é possível concentrar o controlo dos dois sistemas num só ponto de comando.

Topologia rede KNX

Conforme enunciado anteriormente o sistema KNX suporta diversos meios de configuração e de transmissão do seu sinal. A topologia da rede é outra das características importantes deste sistema, não existe uma só topologia de rede, sendo possível na mesma instalação encontrar uma ou mais topologias diferentes, desde que os requisitos, ao nível dos comprimentos máximos admissíveis dos segmentos não sejam ultrapassados.

Conforme se pode verificar na 17 acima a topologia de rede pode assumir quatro tipos, linear, em estrela, em árvore ou misto. A topologia não pode permitir criar uma malha fechada ou anel.

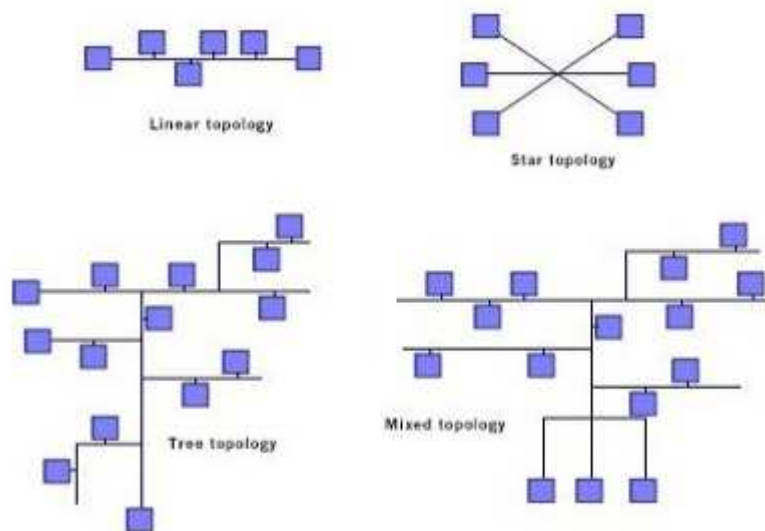


Figura 17 - Topologia de rede [09].

Sendo o par trançado (TP KNX) o método de transmissão utilizado neste projeto, será sobre este que o relatório se debruçara em particular.

As condicionantes elétricas do sistema de transmissão através do par trançado são as seguintes:

- O comprimento máximo de uma linha é de 1000 metros;
- A distância máxima entre uma fonte de alimentação e o último equipamento dessa linha é de 350 metros;
- O intervalo máximo entre dois produtos KNX é de 700 metros;
- Entre duas fontes de alimentação na mesma linha o espaçamento máximo é de 200 metros.

Arquitetura de rede KNX

Este sistema pode acomodar até um máximo teórico de 65 536 equipamentos, correspondendo a um espaço de endereçamento de 16bit. É possível interligar 256 dispositivos num único segmento, podendo ligar até 15 segmentos a uma linha principal, formando assim uma área. Uma linha de área ou *backbone* pode ser utilizada para interligar até 15 áreas, conforme se pode verificar na figura 18.

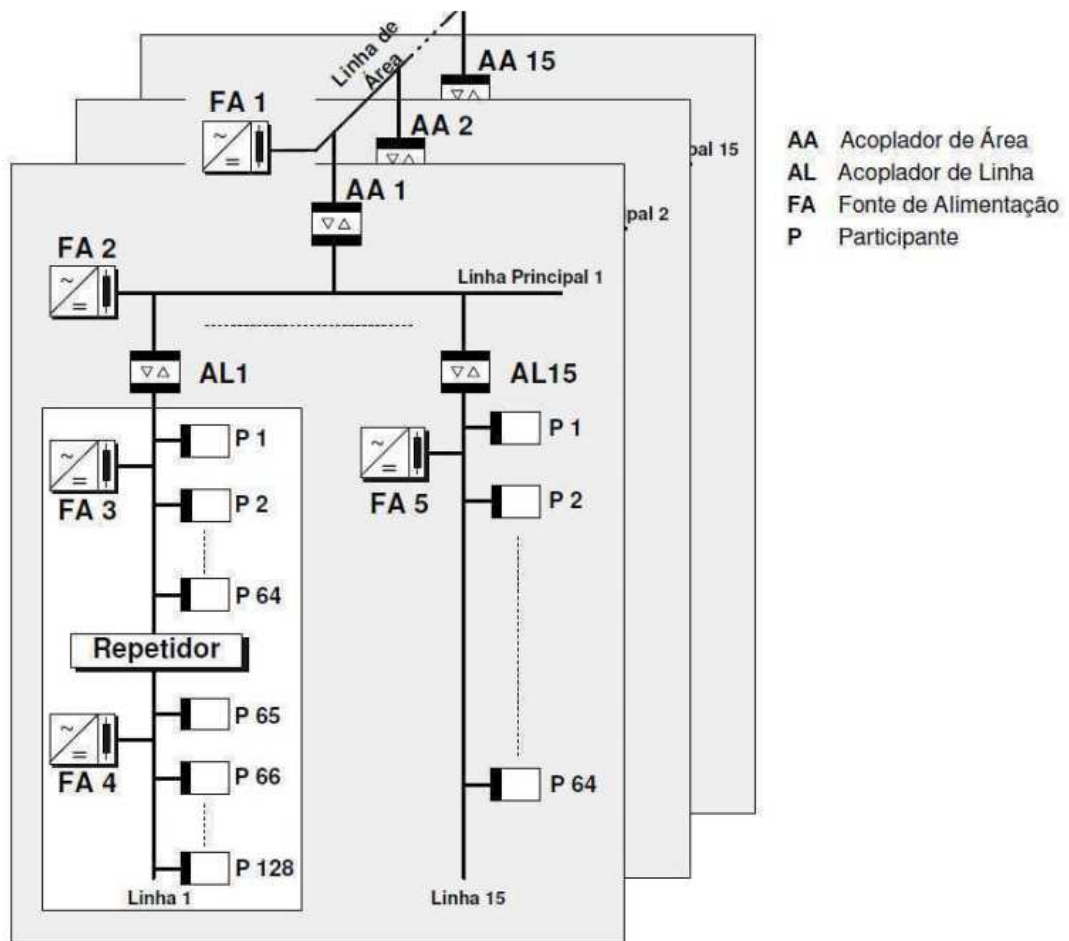


Figura 18 - Arquitetura de rede KNX [09]

De uma forma sucinta a arquitetura de rede KNX possui a seguinte organização hierárquica:

- O topo do sistema é designado por linha de área ou backbone, podendo interligar até 15 áreas através dos acopladores de área, identificados com a sigla AA na figura acima;
- Cada área é composta por uma linha principal onde podem ser conectadas 15 linhas, mediante a utilização de acopladores de linha, identificados com a sigla AL na figura acima;
- Cada linha pode ser composta por 4 segmentos de linha, com um comprimento máximo de 1000 metros desde que estejam interligados com repetidores ou amplificadores de linha;

- As fontes de alimentação, identificados com a sigla FA na figura acima, permitem alimentar até um máximo de 64 dispositivos, identificados com a sigla P na figura acima.

2.5.6.2. COMPONENTES DO SISTEMA

Existe uma enorme panóplia de equipamentos que compõem o sistema KNX, neste capítulo serão apresentados somente os utilizados no projeto da unidade industrial de produção de cerveja.

Cabo de Bus

O meio de comunicação KNX utilizado no projeto da unidade industrial de produção de cerveja é único e exclusivamente Par Trançado – TP KNX (*twisted pair*) através do cabo JY(ST)Y 2x2x1mm². A estrutura da rede será composta por duas áreas, uma na zona das *facilities* e outra na zona das *utilities*. Cada área terá duas linhas, uma para o piso 0 e outra para os equipamentos do piso 1 e 2.

Os cabos do tipo JY(ST)Y são habitualmente utilizados em instalações fixas de sinais e dados de tensão reduzida, tais como bus KNX, telefones, sistemas de controlo de acessos, intrusão, etc.. O cabo é constituído por condutores de cobre nú macio, rígido da classe 1, o isolamento e a bainha é efetuado em policloreto de vinil (PVC), com blindagem eletrostática através de uma fita de alumínio/poliéster. O cabo é auto extingüível e não propagador de chama segundo a norma europeia IEC 60332-1.

Foi considerada uma secção de 1mm² para os condutores que compõem o cabo de bus por causa da dimensão da fábrica e das quedas de tensão associadas à distância entre os equipamentos de KNX.

Fonte de Alimentação

A fonte de alimentação é o início de qualquer instalação KNX, por cada linha de bus é sempre necessária uma fonte de alimentação 230 V AC / 28 V DC, 50 Hz, que alimenta a linha de bus através de um filtro indutivo incorporado.

Acoplador de Linha

As linhas podem ser interligadas entre si por acopladores de linha e de grupo, permitindo a expansão do sistema até 180 linhas e mais de 12 000 participantes.

O acoplador de linha/ Grupo atua como filtro de dados, interceptando telegramas dos participantes da sua linha de bus e dando continuidade aos telegramas destinados a outras linhas, reduzindo a carga de informação simultânea nas linhas de bus do sistema. Estes acopladores são instalados em quadro elétrico.

Módulo de Entradas Binárias

Os módulos de entradas binárias, conforme o próprio nome o indica, são entradas no sistema KNX que podem ser utilizadas por participantes que não tenham uma integração direta com o bus. Estes equipamentos são participantes do bus de forma modular, com acoplador de bus integrado, que permitem receber informações digitais, de sensores e outra aparelhagem, transformando-as em telegramas na linha de bus que por sua vez farão atuar as saídas binárias.

Módulo de Saídas Binárias

As saídas binárias são contactos livres de tensão, com um acoplador de bus integrado que operam consoante as informações enviadas através da linha de bus, atuando diretamente sobre os circuitos de potência., ou em relés interface.

Gateway KNX IP

A *gateway* KNX – IP é como o próprio nome indica uma porta de comunicação entre o protocolo KNX e uma rede *Ethernet*. Este módulo, de instalação em calha DIN, permite estabelecer uma ponte de correspondência entre o sistema físico e o mundo virtual, possibilitando assim o acesso e a programação remota.

Gateway DALI - KNX

O *gateway*, ou porta de comunicação em português, é o equipamento que permite a interligação entre o sistema KNX e o sistema DALI. O termo DALI é um acrônimo de “*Digital Addressable Lighting Interface*”. Trata-se, à imagem do KNX, de um protocolo

internacional, especificado pela norma IEC 60929, que assegura o intercâmbio e a interoperabilidade de dispositivos capazes de efetuar regulação de fluxo luminoso de diversos fabricantes.

Tendo em conta o papel preponderante do sistema DALI no conceito de eficiência e controlo energético da fábrica, este será detalhadamente apresentado num outro capítulo do presente relatório. A figura 19 apresenta um modelo do *gateway* KNX-DALI.



Figura 19 - Gateway KNX – DALI [10].

Comandos KNX

Entendem-se por participantes do bus, todos os componentes KNX, dotados de acoplador de bus que é a componente inteligente de cada participante, equipados por um microprocessador parametrizável. Neste âmbito existe uma enorme oferta, desde comandos portáteis, comandos fixos com ou sem fio até aos painéis de controlo *touch-screen*, que permitem um controlo mais global de uma instalação.

Detetores de movimento KNX

Um detetor de movimento é um equipamento comumente utilizado nas instalações elétricas, este possibilita, às instalações onde é inserido, uma maior adequabilidade à sua função e à sua utilização, permitindo assim uma gestão mais eficiente das instalações.

Um detetor de movimento KNX possui a capacidade de se integrar diretamente no bus do sistema, sem necessitar de uma entrada binária que “converta” um detetor convencional num equipamento KNX.

Estes detetores, associados ao sistema KNX, permitem que os circuitos de iluminação e de climatização dos espaços apenas se encontrem ativos perante a presença de pessoas nos mesmos. Estes detetores permitem o controlo dos circuitos de iluminação atuando diretamente nas saídas binárias do sistema. É possível também parametrizar estes detetores para efetuarem um ajuste progressivo e gradual da iluminação de um espaço de acordo com a luz natural que nele incide.

Central meteorológica

Ao sistema KNX é possível acoplar uma central meteorológica que traz a esta tecnologia uma enorme panóplia de funcionalidades, levando as instalações para um outro nível de automatização e de “inteligência”. Nesta central podem ser acoplados diversos tipos de sensores tais como anemómetros, sensores de humidade ou chuva, luminosidade e de temperatura exterior. Assim torna-se possível gerir as instalações de acordo com as condições atmosféricas exteriores e adaptar os sistemas para maximizar a eficiência energética, como por exemplo:

- A central meteorológica, por influência dos seus sensores de luminosidade, envia uma indicação ao sistema para abrir os estores elétricos, enquanto o sistema de iluminação diminui o fluxo luminoso no interior das instalações;
- A central meteorológica, por influência dos seus sensores de luminosidade e temperatura, envia uma indicação ao sistema para fechar os estores elétricos e assim impedir que os espaços interiores aqueçam.

A figura 20 apresenta um exemplo da central meteorológica KNX.



Figura 20 - Central meteorológica KNX e detetor combinado de luminosidade, vento chuva e temperatura [11].

2.5.6.3. PROJETO ELÉTRICO DE INSTALAÇÕES COM KNX

Face à instalação convencional existem inúmeras diferenças no desenvolvimento de um projeto elétrico com o sistema KNX. Enquanto numa instalação convencional é necessária a rede de potência, não só para alimentação mas também para a realização das operações de comando e manobra, no KNX a rede de potência é independente da rede de comando.

Em termos de desenho técnico das instalações o sistema KNX reduz significativamente o tempo de execução destas face ao sistema convencional muito por culpa do referido no parágrafo anterior. Contudo a nível do desenvolvimento do sistema e dos quadros elétricos obriga a um acompanhamento e dimensionamento constante da instalação KNX.

2.5.7. SISTEMA DIGITAL ADDRESSABLE LIGHT INTERFACE (DALI)

2.5.7.1. ASPETOS GERAIS

Tal como o sistema KNX o DALI (*Digital Addressable Light Interface*) é um protocolo de comunicação mas dedicado aos dispositivos de iluminação, por meio dos endereços dos equipamentos digitais do tipo DALI.

Trata-se de um padrão internacional especificado pela norma IEC 62386, não restrito a nenhum fabricante, o que assegura a interoperabilidade de dispositivos de vários fabricantes.

O sistema possui procedimentos simples de comissionamento e pode ser facilmente integrado com outras tecnologias como por exemplo o KNX, BACNET ou LON. Apesar dos sistemas atrás mencionados serem capazes de efetuar a regulação de fluxo luminoso, recorre-se habitualmente ao sistema DALI, por causa da facilidade de programação e a qualidade da dimerização dos circuitos.

A figura 21 apresenta um diagrama tipo do sistema de DALI com interligação ao KNX.

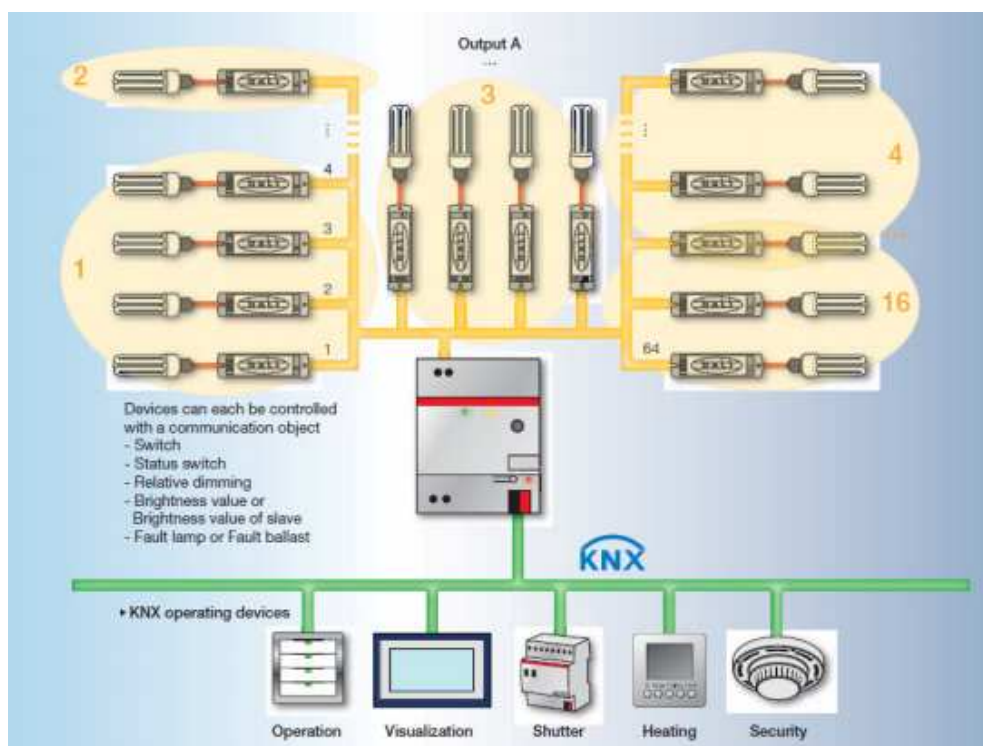


Figura 21 - Rede DALI com interligação com sistema KNX [Santos, 2012].

Cada luminária, integrada no sistema, terá de ser dotada de um balastro DALI, este balastro representa um endereço e cada endereço comunica com outro através de um par de cabos simples. Este cabo é por sua vez ligado ao controlador DALI. Cada controlador DALI possui a capacidade para endereçar individualmente até 64 equipamentos, que podem ser divididos em 16 grupos e 16 cenários de iluminação. O fluxo de informação do sistema DALI é bidirecional, o controlador tanto envia informações aos balastros como também recebe informações destes. Esta comunicação permite monitorizar o sistema, verificando a existência de falhas, como por exemplo a avaria do balastro ou da lâmpada.

O sistema DALI permite também o controlo da cor da luz emitida, desde que sejam utilizados equipamentos do tipo DALI RGB e as próprias luminárias o permitam.

2.5.7.2. TOPOLOGIA DE REDE

Outra das semelhanças entre o sistema DALI e o KNX é a topologias de rede que este permite, podem coexistir diferentes topologias na mesma rede, desde que os desde que os requisitos, ao nível dos comprimentos máximos admissíveis dos segmentos não sejam ultrapassados.

Conforme se pode verificar na figura 24 a topologia de rede pode assumir quatro tipos, linear, em estrela, em árvore ou misto.

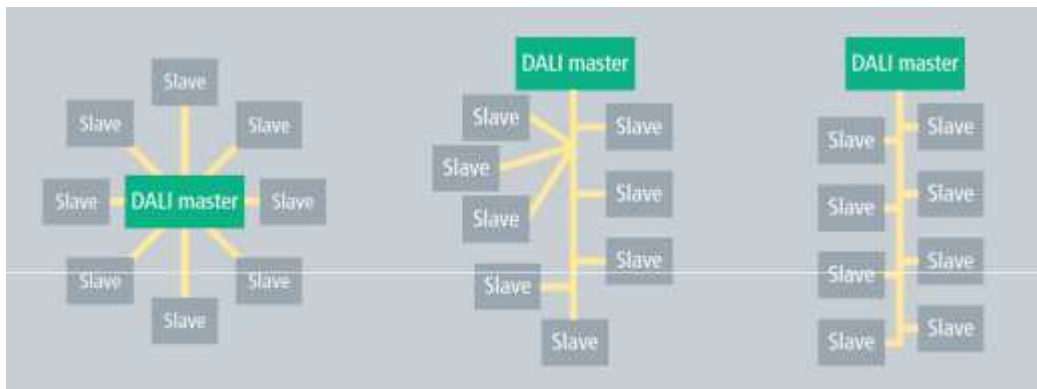


Figura 22 - Topologia de rede DALI [Santos, 2012].

2.5.7.3. COMPONENTES DO SISTEMA

Controladores DALI

O controlador DALI é o “cérebro” deste tipo de instalação, é ele que comanda a dimerização que o utilizador pretende em cada luminária ligada ao sistema. É possível controlar a luminosidade de uma forma bastante precisa e eficiente, sendo possível dimerizar cada uma das luminárias independentemente dos 0 aos 100%. O módulo presente na figura 22 é instalado em calha DIN e ligado às cargas digitais endereçáveis compatíveis com o sistema.

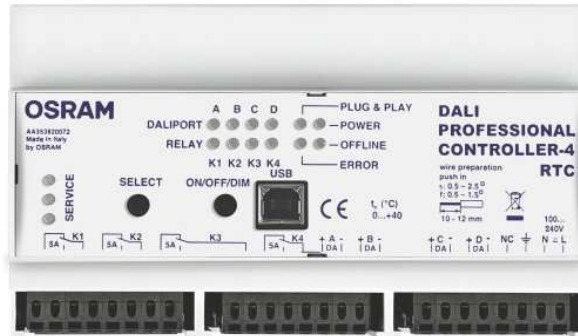


Figura 23 - Controlador DALI [12].

Balastros DALI

Os balastros DALI são os equipamentos que convertem a informação enviada pelo controlador e a executam nas luminárias, dando origem à regulação de fluxo. Para cada tipo de lâmpada existe um balastro definido na norma que sustenta este protocolo (IEC 62386). A figura 23 apresenta um balastro DALI para aplicação nas luminárias

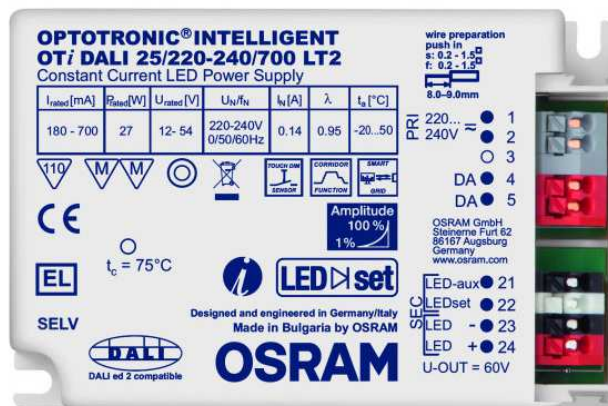


Figura 24 - Balastro DALI [12].

Cablagem

Tal como referido anteriormente cada luminária, integrada no sistema, terá de ser dotada de um balastro DALI, este balastro representa um endereço e cada endereço comunica com outro através de um par de cabos simples. Este cabo é por sua vez ligado ao controlador DALI. Para esta comunicação são necessários dois condutores (DALI + e DALI -). Estes podem ser instalados de duas formas, um cabo dedicado ao sistema e independente da alimentação elétrica, muito comum em instalações existentes ou com diversos circuitos e

controladores, ou então um cabo que agrupe os condutores de DALI e de alimentação elétrica da luminária.

Equipamentos Periféricos

Ao sistema DALI é possível integrar sensores e controladores capazes de controlar a luz emitida pelas luminárias controladas pelo sistema de uma forma automática no caso dos sensores, ou de uma forma local com base nos controladores de parede.

No caso dos detetores estes podem possuir diversas funções tais como: controlar a luminosidade de acordo com a luz natural e ajustar automaticamente a luz artificial; Ajustar a luminosidade de acordo com a entrada e passagem de pessoas por um determinado espaço.

No caso dos controladores locais é dado ao utilizador autonomia para controlo das luminárias, uma a uma ou por cenário.

2.5.8. SISTEMA FOTOVOLTAICO

2.5.8.1. ASPETOS GERAIS

O sistema fotovoltaico possui como base a transformação da energia solar em energia elétrica.

O efeito fotovoltaico consiste na conversão de energia solar em energia elétrica. Esse fenómeno ocorre quando a luz/radiação solar incide sobre uma célula fotovoltaica.

A luz solar é composta por fotões. Estes contêm uma grande quantidade de energia, correspondente aos diferentes comprimentos de onda do espectro solar. Quando os fotões colidem com uma célula fotovoltaica, eles podem ser refletidos, absorvidos, ou mesmo atravessar diretamente a célula. Somente os fotões absorvidos geram energia elétrica, quando isto acontece, é transferida a energia do fotão a um elétron em um átomo da célula.

Uma célula fotovoltaica é composta pela junção de duas camadas de materiais semicondutores, uma com iões positivos e outra com iões negativos. O material com camada do tipo negativo possui um excedente de eletrões e o material do tipo positivo apresenta um

défice. Dessa forma, os elétrons da camada negativa fluem para a camada positiva, originando a formação de um campo elétrico.

2.5.8.2. VANTAGENS E DESVANTAGENS DA TECNOLOGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

O sistema fotovoltaico apresenta uma série de vantagens e desvantagens algumas mensuráveis outras não. Uma das grandes vantagens que este tipo de sistema apresenta é a redução de combustível fóssil necessário para a produção da totalidade da potência. Para além da sua previsível escassez, o aumento de custo dos combustíveis fósseis é uma realidade, que contrasta com a gratuitidade da energia solar. Com esta redução da quantidade de combustível utilizado existe também uma redução de impacto no ambiente e, conseqüentemente, das emissões de dióxido de carbono para a atmosfera.

Como principais vantagens teremos as seguintes:

- O processo de produção de energia não gera poluição de qualquer ordem;
- A matéria-prima sob a qual se sustenta esta tecnologia é gratuita e de acesso livre a todos;
- Os painéis são resistentes e facilmente adaptáveis ao local a instalar;
- A manutenção destes é reduzida e muito espaçada no tempo;
- Com o evoluir da tecnologia fotovoltaica o rendimento do sistema tende a subir e os preços de aquisição a descer, tornando o sistema cada vez mais apetecível;
- Em lugares remotos, de difícil acesso ou muito distantes da rede de distribuição o sistema constitui uma alternativa excelente pois o custo de implantação por vezes é mais reduzido que a comparticipação das redes.

No que diz respeito às desvantagens da tecnologia solar fotovoltaica são de realçar as seguintes:

- Apenas é possível produzir energia durante o período diurno e ainda assim existem diversos constrangimentos que podem perturbar a produção, tais como, nuvens, dias de pouco sol, etc;

- O investimento inicial é elevado;
- As tecnologias de armazenamento são ainda pouco eficiente e bastante dispendiosas;
- A eficiência ainda é bastante reduzida.

2.5.8.3. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL AO AUTOCONSUMO

Em Angola não existe qualquer tipo de legislação em vigor relativamente à produção e consumo de energia fotovoltaica.

Em Portugal o Decreto-Lei nº 153/2014 veio estabelecer o regime jurídico aplicável à produção de eletricidade, destinada ao consumo na instalação de utilização associada à respetiva unidade produtora, com ou sem ligação à RESP (rede elétrica de serviço público), baseada em tecnologias de produção renováveis ou não renováveis.

A energia elétrica produzida em autoconsumo destina-se predominantemente a consumo na instalação associada à unidade de produção, com possibilidade de ligação à RESP para venda, a preço de mercado, da eletricidade não autoconsumida.

2.5.8.4. CONSTITUIÇÃO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

O sistema solar fotovoltaico é constituído por:

- Painéis fotovoltaicos – são constituídos por várias células solares e podem ser ligados entre si em paralelo, série ou um misto de ambos;
- Estruturas de suporte – suporte fixo ou móvel de todo o sistema com o intuito de otimizar a produção de energia;
- Conversores DC/DC – convertem uma tensão ou corrente contínua, com uma determinada amplitude, numa outra tensão ou corrente contínua com uma amplitude diferente;
- Inversores/conversores DC/AC – convertem a energia elétrica produzida em corrente contínua para corrente alternada;

- Reguladores de carga – os reguladores de carga destinam-se a controlar o fluxo de energia entre os painéis e a bateria de armazenamento, possuem também a tarefa de proteção contra sobrecargas das baterias e de monitorização do sistema;
- Baterias – armazenam a energia produzida pelo sistema.

A estes equipamentos teremos de acrescentar, no caso de sistemas ligados à rede elétrica um contador de energia bidirecional e todos os equipamentos necessário à interligação destas redes.

2.6. INSTALAÇÕES SEGURANÇA

2.6.1. ASPETOS GERAIS

Para os sistemas de segurança integrada, os projetos podem ser elaborados por engenheiros especialistas em segurança ou engenheiros eletrotécnicos, engenheiros técnicos de energia e sistemas de potência, engenheiros técnicos de eletrónica e de telecomunicações, engenheiros técnicos de proteção civil ou engenheiros técnicos de segurança.

As instalações de segurança visam essencialmente garantir a proteção e segurança das pessoas e bens, com a implementação de sistemas, medidas e ou meios adequados aos fins e níveis de proteção pretendidos.

Na temática da segurança destacam-se segurança contra intrusão, sistemas de videovigilância, controlo de acessos, sistemas automáticos de deteção e alarmes e sistema de extinção automática de incêndios.

2.6.2. SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETEÇÃO DE INCÊNDIO

A finalidade dum Sistema Automático de Deteção de Incêndio (SADI) é a de identificar e assinalar, precocemente, o eclodir de um incêndio de forma a permitir uma intervenção atempada, que evite danos e perdas humanas e materiais importantes.

O sistema deve assegurar as seguintes valências:

- A vigilância automática e permanente de todos os locais;

- Uma evacuação rápida do edifício, caso tal se revele necessário, em condições de segurança adequadas;
- A intervenção rápida do pessoal do edifício e/ou de vigilantes contratados, com os meios de combate a incêndio previstos, minimizando os prejuízos;
- Um alerta tão rápido quanto possível aos bombeiros.

2.6.2.1. PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

Os sistemas analógicos/endereçáveis são constituídos por uma unidade de controlo e sinalização à qual são ligados todos os periféricos do sistema, nomeadamente dispositivos endereçáveis de deteção, alarme e comando. Neste tipo de central é responsável por todas as tomadas de decisão relativas às informações provenientes dos diversos dispositivos do sistema, desencadeando ações de aviso e comando, como por exemplo, o aviso dos ocupantes do edifício, o alerta às equipas de socorro, a ativação de sistemas de desenfumagem, etc.

Existe um outro tipo de central de SADI, a central convencional, em que os equipamentos não são do tipo endereçável e os loops de deteção não se aplicam e são substituídos por zonas de deteção. Neste capítulo apenas será abordada a central mais comumente utilizada no mercado que é a central endereçável.

A central de deteção de incêndios sendo do tipo analógica e endereçável possui como base técnicas de deteção analógica com transmissão digital. As centrais são programadas com algoritmos avançados capazes de analisar um alarme e reduzir ao máximo os falsos alarmes.

A figura 25 apresenta um diagrama tipo de um sistema de SADI endereçável.



Figura 25 - Diagrama tipo de um sistema automático de detecção de incêndios endereçável [13]

A conexão entre central e equipamentos periféricos é efetuado em anel (loop) convenientemente dimensionados, cada um dos quais com capacidade máxima de 126 endereços, em conformidade com a Norma EN-54, dependendo do número de dispositivos, o comprimento do loop, as características do edifício e a sua configuração poderão existir mais do que um loop conectado à central.

A ligação em loop permite que, em caso de corte de linha ou avaria num detetor, não exista qualquer perda de informação. Assim o ciclo de interrogação contínua e em série de todos os endereços de cada circuito, inverte o sentido no local preciso da anomalia, recomeçando até ao final da linha, mas no sentido contrário.

Cada dispositivo possui pelo menos um endereço que irá traduzir a sua identificação e localização à central.

A central possuirá ainda uma fonte alternativa de energia, incorporada no respetivo armário, constituída por baterias e respetivo carregador, funcionando em tampão com a alimentação a partir da rede e dispondo de uma capacidade para garantir um funcionamento autónomo do sistema de deteção durante 72h (setenta e duas horas).

2.6.2.2. COMPONENTES DO SISTEMA

Existem inúmeros equipamentos que podem ser considerados num sistema de SADI, contudo neste capítulo, serão apresentados apenas os equipamentos utilizados no projeto da unidade industrial de produção de cerveja.

Central

A central deve ser totalmente eletrônica e microprocessada, integrando todos os meios técnicos adequados a uma operação autónoma e independente de outras instalações ou sistemas. Deverá incorporar uma unidade central de processamento onde reside, em memória não volátil, todo o conjunto de programas de utilização que constituem o seu sistema operativo, bem como a respetiva base de dados e os relativos à instalação.

Painel repetidor

O painel repetidor possui como função a de repetir os sinais e alarmes da central. São bastante utilizados quando se torna necessário repicar a informação da central para outro local sem transportar todo o custo de uma segunda central.

Detetores

No âmbito dos detetores de SADI existe uma panóplia imensa, tendo em conta o local onde serão inseridos e a sua utilização.

- **Detetor ótico de fumos**

Detetor ótico de fumos para a deteção precoce de fumo, gerado por chamas e incêndios de combustão lenta. Os detetores possuem na sua constituição interna, isolador incorporado, de modo a proteger o sistema contra curto circuitos e falhas do sistema. Funcionam com um sensor segundo o princípio da dispersão da luz. A câmara de amostra optoelectrónica, deverá evitar a interferência de luz alheia, detetando eficazmente as partículas de fumo escuras ou claras.

- **Detetor linear de fumos**

O detetor consiste num emissor e num recetor de luz. O emissor de luz emite um feixe de infravermelhos, que será refletido de volta por um refletor de luz prismático. O recetor converte o feixe de infravermelhos num sinal elétrico, que será avaliado pelo microprocessador eletrónico, ambos os equipamentos são apresentados na figura 26.



Figura 26 - Detetor linear de fumos (esquerda), recetor (direita) [14]

- **Detetor termovelocimétrico**

Detetor termovelocimétrico para a deteção e alarme precoce de qualquer foco de incêndio cuja primeira manifestação seja o calor ou aumento de temperatura. Detetor de calor, para a monitorização de espaços onde é esperado um rápido aumento da temperatura em caso de fogo, ou quando a deteção ótica se torna difícil.

- **Detetor multicritério**

Detetor de fumos de multicritério para a deteção precoce de incêndios devido à combustão de líquidos e sólidos, bem como incêndios de combustão lenta ou que ardem sem chama. Para a rápida e fiável deteção de incêndios evitando assim falsos alarmes.

- **Detetor ótico de fumos intrinsecamente seguro**

Detetor ótico de fumos intrinsecamente seguro preparado para zonas explosivas, para a deteção precoce de fumo, gerado por chamas e incêndios de combustão lenta.

A figura 27 apresenta um tipo de detetor ótico de fumos intrinsecamente seguro.



Figura 27 - Detetor ótico de fumos intrinsecamente seguro [14].

Botão de alarme

Para ativação manual imediata de alarme de incêndio. O botão de alarme é constituído por uma caixa de montagem com chave, de cor vermelha e pela eletrónica do botão de alarme, totalmente endereçável. A será direta, através de pressão sobre a placa de vidro. Em ambiente explosivos o botão é dotado de uma barreira do tipo Zener.

Interface de comando

Em caso de incêndio as ordens de comando correspondentes a diversas operações pré-programadas, nomeadamente chamada de elevadores ao piso de entrada, fecho de registos corta-fogo, paragem de instalações de ventilação e climatização ambiente, fecho e desbloqueamento de portas, arranque dos sistemas de controlo de fumos etc., serão desencadeadas pela unidade de controlo do sistema de deteção de incêndios e transmitidas aos equipamentos respetivos. Para esse efeito existirão junto dos equipamentos e dispositivos a controlar interfaces comando, inseridos nos circuitos de deteção que servem os pisos em que aqueles se situam. Em ambiente explosivos o interface é dotado de uma barreira do tipo Zener.

A figura 28 apresenta um tipo de interface de comando.



Figura 28 - Interface de comando [14].

Sirene de alarme

As sirenes de alarme permitem alertar a população utente das instalações em situações de emergência.

2.6.3. SISTEMA DE DETEÇÃO DE GASES TÓXICOS

O sistema para deteção de gases tóxicos explosivos (SADG), no caso da unidade industrial de produção de cerveja o dióxido de carbono (CO₂), visa garantir a proteção das pessoas, através da deteção precoce, no espaço a proteger, de uma determinada concentração de dióxido de carbono. Este sistema pode funcionar independentemente ou interligada ao sistema de SADI através de um interface de comando.

2.6.3.1. PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

Os sistemas automáticos de deteção de gases explosivos são constituídos por uma unidade de controlo central à qual são ligados os dispositivos periféricos do sistema, nomeadamente os avisadores luminosos, os detetores e os ventiladores de extração de ar, conforme figura 29.

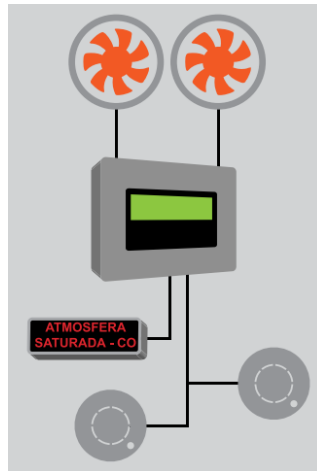


Figura 29 - Diagrama sistema de detecção de dióxido de carbono

A central monitoriza permanentemente as informações provenientes dos detetores e desencadeia, sempre que se verificarem as concentrações de CO padrão, as seguintes ações:

- 50ppm – acionamento da instalação de ventilação mecânica com um caudal de extração mínimo;
- 100ppm – acionamento da instalação de ventilação mecânica com um caudal de extração médio;
- 200ppm – acionamento dos sinalizadores ótico-acústicos.

2.6.3.2. COMPONENTES DO SISTEMA

Central de detecção de dióxido de carbono

A central de detecção de CO garante a organização e alimentação dos detetores de gases tóxicos e explosivos e processamento das informações por estes, incluindo as sinalizações de estado, alarme e avaria e realização de comandos pré-programados.

A central é totalmente eletrónica e microprocessada com capacidade para endereçamento individual dos detetores a ela ligados, e deverá incluir alimentação de socorro e bateria por forma a ser garantida autonomia de funcionamento por um período não inferior a 24 horas.

A central apresentada na figura 30 é equipada com um painel frontal onde todas as sinalizações são concentradas e os meios de exploração e programação se localizam.



Figura 30 - Central de dióxido de carbono.

Detetor de CO2

O detetor apresentado na figura 31 é responsável pela análise contínua do ar e deteção de concentrações de CO2. O sensor é do tipo catalítico de elevada sensibilidade, e já pré-calibrado de fábrica, facilmente removível e encapsulado.



Figura 31 - Detetor de dióxido de carbono.

Painel ótico-acústico

O painel luminoso com sinalização acústica integrada, para sinalização de atmosfera perigosa mediante dístico apropriado.

2.6.4. SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETEÇÃO DE INTRUSÃO

O sistema automático de detecção de intrusão (SADIR) é definido, como o próprio nome indica, por um sistema de detecção de intrusão através de diversos equipamentos periféricos colocados em locais estratégicos do edifício a proteger. Embora o sistema de controlo de intrusão vise, essencialmente, a proteção dos acessos a locais do edifício fora do horário normal de funcionamento, poderá ser ampliado para outros espaços se ache necessário, bastando para esse efeito inserir no bus de comunicação, tantas interfaces de endereçamento adicionais quantas as requeridas para a nova situação.

2.6.4.1. PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

O sistema é composto por uma central, detetores e sinalizadores conectados entre si por cabo ou por radiofrequência. O sistema pode ter dois estados de funcionamento: vigília e repouso. O estado de vigília é utilizado para situações em que se pretende proteger uma ou um conjunto de zonas. Neste estado a central de intrusão deteta intrusos e aciona os dispositivos de saída. No estado de repouso a vigília será desabilitada em todas ou parte das zonas, mantendo-se a supervisão da integridade e funcionalidade do sistema. A transição entre os estados de vigília e repouso só pode ser efetuada mediante autenticação, podendo ser automática ou manual. Aquando da detecção de uma situação de intrusão, esta informação é transmitida à central de intrusão que, em função da sua parametrização decide se existem alarmes e quais os dispositivos de saída que devem ser atuados. A figura 32 apresenta a arquitetura de um sistema de intrusão.

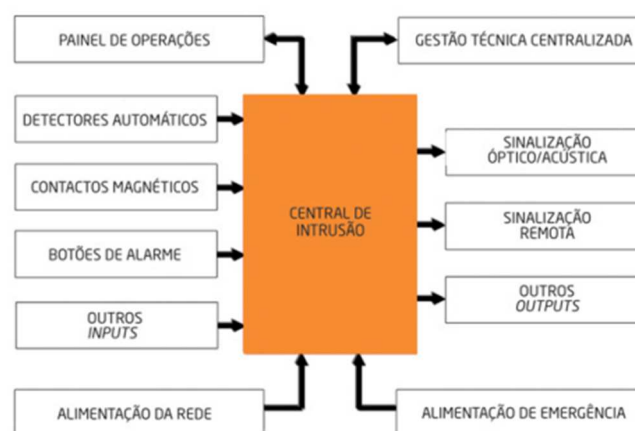


Figura 32 - Arquitetura de um sistema de intrusão [15]

2.6.4.2. COMPONENTES DO SISTEMA

Tal como no sistema de SADI existem inúmeros equipamentos periféricos que podem ser ligados a um sistema de SADI, no entanto neste capítulo apenas serão abordados os considerados no projeto da fábrica.

Central de intrusão

A central de controlo possui zonas de base e suporta um acréscimo de zonas máximo com a utilização de módulos de expansão, usando equipamento básico cablado ou sem fios. O sistema permite o envio de mensagens para as redes móveis por forma a reportar qualquer tipo de incidência detetada.

A sua localização deve ser alvo de especial atenção devendo ser integrada na sala de segurança do edifício, ou de acesso restrito.

Teclado de operação

O teclado apresentado na figura 33 permite um controlo manual sobre o estado da central, permite ainda receber informações sobre o estado do sistema. Este deve ser colocado nos pontos de entrada habitual de funcionários ou na sala de segurança. O teclado possui um bloqueio temporário após um número programável de tentativas de introdução de código inválidas, possui também disparo de sabotagem após um número programável de tentativas de introdução de código inválidas.



Figura 33 - Teclado de operação [16].

Elementos de expansão

A central de intrusão possui um número de zonas fixas que podem ser conectadas diretamente a esta, por forma a ser possível expandir o sistema é necessário dota-lo de módulos de expansão. Estes módulos permitem a conexão de mais zonas/periféricos ao sistema de deteção de incêndio, até um número máximo de elementos definido em função do tipo de central. Estas unidades devem ser dotadas de fonte de alimentação própria.

Contacto magnético

Os contactos magnéticos são colocados em portas ou portões para garantir que em caso de abertura indevida ou fora do horário considerado normal e parametrizado na central de intrusão, despoletam um alerta/alarme de intrusão. Existem diversos tipos de contactos e com diversas formas.

2.6.5. SISTEMA AUTOMÁTICO DE CONTROLO DE ACESSOS

O sistema automático de controlo de acessos (SACA) designa-se por um conjunto de subsistemas capazes de efetuar a gestão de um edifício controlando o acesso a determinadas zonas por determinadas pessoas/utilizadores. O objetivo básico é extremamente simples: controlar quem pode estar num dado momento, num determinado local.

Embora o sistema de controlo de acessos vise, essencialmente, a proteção dos acessos a locais críticos do edifício, poderá ser ampliado para outros espaços caso o cliente ache necessário, bastando para esse efeito inserir no bus de comunicação, tantas unidades locais adicionais quantas as requeridas para a nova situação.

2.6.5.1. PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

O sistema possui uma unidade de controlo central que possui como função vigiar e controlar, permanentemente, o estado do sistema e possibilitar a programação de todos os leitores a ela ligados, registar todos os pedidos de acesso e fazer a sua aceitação e rejeição. É normalmente instalada uma unidade de controlo central por cada 32 portas, o número pode variar de acordo com o modelo de central escolhido. Junto a cada porta a controlar são colocados

controladores de porta locais que são conectados à central, são estes equipamentos que fazem a gestão de cada um dos periféricos que compõem o sistema.

A conexão entre a unidade central e a local pode ser efetuada por cabo ou então por acesso à rede *Ethernet* do local. A ligação dos periféricos à unidade de controlo local pode ser efetuado por cabo ou por rádio frequência.

A figura 34 apresenta um diagrama do sistema de controlo de acessos.

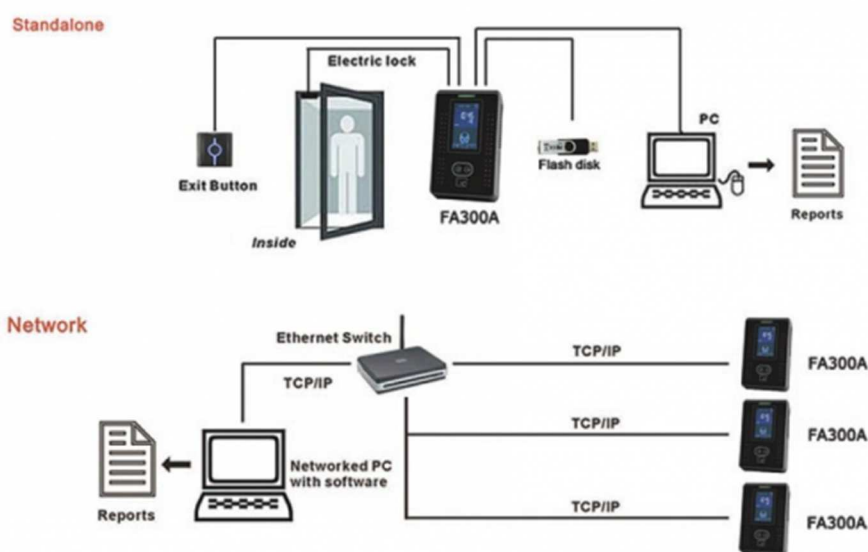


Figura 34 - Sistema de controlo de acessos

No caso de portas controladas em caminhos de evacuação é associado ao sistema de controlo de acessos interfaces de comando, ligadas ao loop de SADI, que em caso de incêndio ordenam ao sistema de SACA o desbloqueamento automático dessas portas.

2.6.5.2. COMPONENTES DO SISTEMA

Unidade de controlo central

A unidade central de controlo de acessos, apresentada na figura 35, possui a capacidade de gerir um número de portas de acordo com o tipo de unidade. Possui uma ligação de rede para interligação à rede local de comunicações. A maioria das centrais atualmente disponíveis no mercado já permitem a seguintes facilidades:

- Sinalização de vários tipos de alarme, tais como "Hold-up", código incorreto e "anti-passback";
- Registo de todas as ocorrências com indicação de data, hora, local, identificação do leitor, número de cartão, nome do utilizador, departamento, etc;
- Atribuição de diversas categorias de acesso;
- Possibilidade de programação de acesso específico de utilizadores a determinado leitor.



Figura 35 - Unidade central de controlo de acessos.

Unidade de controlo local

O controlador de portas é o módulo de interface entre o leitor de cartões e o controlador central avançado. Quando um utilizador apresentar o seu cartão de acesso num leitor de entrada ou saída, o interface de leitura interpreta a informação codificada e envia os dados para o controlador central avançado. Este verifica a validade do cartão e, se as autorizações necessárias estiverem atribuídas, envia uma mensagem ao interface de leitura para autorização de desbloqueamento da porta ou passagem.

Leitor de proximidade com teclado

Leitor de proximidade de leitura com teclado incorporado, permite a utilização de cartão de proximidade, código numérico ou caso se pretenda ambas as funcionalidades. O equipamento é integrando com um antena em anel radiante, eletrónica de emissão e receção

de sinal e de avisadores luminosos de estado e acústico de resposta. Se o pedido de acesso for concedido, o controlador envia a ordem à testa elétrica ou ao retentor magnético libertando a porta para acesso.

Trinco elétrico

Qualquer dos leitores de cartões referidos acionará mediante ordem emitida pela respetiva unidade de controlo, trincos elétricos instalados nas portas dos compartimentos por eles controlados. Os trincos elétricos poderão ainda ser acionadas manualmente a partir do interior dos respetivos compartimentos, por meio de botões de pressão e disporão de um contacto auxiliar para sinalização do estado das respetivas portas.

Contacto Magnético de Superfície

O contacto magnético de superfície faz o controlo da porta, dando indicações ao sistema do seu estado.

Botão de saída

Os espaços/salas controlados pelo sistema de controlo de acessos podem ser dotados de botão de pressão de saída, ou em caso de necessidade, de um leitor de proximidade.

2.6.6. VIDEOSVIGILÂNCIA

A videovigilância consiste na captação, transmissão e processamento de imagem, sendo utilizados para efetuar a vigilância dos espaços interiores e/ou exteriores de um determinado local.

O sistema deve visar fundamentalmente os seguintes aspetos:

- Inspeção periódica de determinadas áreas, (circulações, acessos a partir do exterior, etc.), permitindo reduzir o número de vigilantes necessários;
- Visualização automática de locais sensíveis onde se registem alarmes, contribuindo para as decisões a tomar pelos operadores e permitindo avaliar as situações de alarmes;
- Registo sistemático dos movimentos em determinadas zonas incluindo a periferia do edifício e das situações de alarme, facilitando uma investigação posterior;

2.6.6.1. PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

Os sistemas de videovigilância captam as imagens dos espaços a proteger e transmitem-nas para os monitores selecionados previamente. A distribuição das imagens pelos monitores é efetuado através de um *software* de comutação digital. As imagens são também armazenadas para consulta posterior e poderão ser acedidas de uma forma remota. Existem essencialmente dois tipos de sistema de videovigilância, sistema convencional onde é utilizado um sistema cablado desde a central de videovigilância e as câmaras e um sistema digital, normalmente designado por sistema videovigilância IP, onde todos os equipamentos são ligados diretamente à rede *Ethernet* local. O princípio de funcionamento é ilustrado na figura 36.

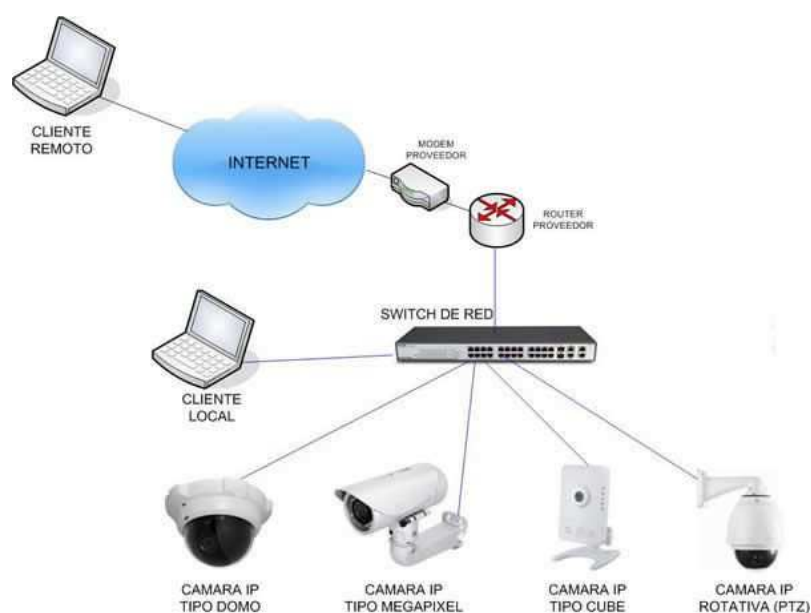


Figura 36 - Diagrama de um sistema de videovigilância IP [18].

2.6.6.2. COMPONENTES DO SISTEMA

Por ser a solução utilizada no projeto da unidade industrial da fábrica de cerveja apenas será abordada a tecnologia suportada no protocolo internet (IP).

Servidor de gestão e gravação de vídeo

O sistema é composto por um servidor de gestão de base de dados e por servidores de armazenamento para gravação de vídeo, com capacidade de expansão do número de câmaras no sistema. A configuração de qualquer câmara é efetuada a partir do servidor de gestão,

permitindo a configuração global de todas as câmaras prevenindo-se a conexão local a cada um dos servidores de gravação e por sua vez a conexão a cada uma das câmaras para configuração das mesmas.

Câmaras de vídeo

Existem inúmeros tipos de câmara com diversas características. Neste ponto exploramos dois tipos, câmara fixa a cores de exterior e a câmara fixa a cores do tipo domo para interior.

A câmara fixa a cores de exterior é constituída normalmente por 3 componentes:

- Câmara – equipamento de captação de imagem;
- Lente varifocal – lente que permite o ajuste de foco;
- Caixa de proteção de exterior – caixa de proteção para conferir o correto grau de proteção aos equipamentos no seu interior.

Estas câmaras são alimentadas pelo sistema POE e ligadas diretamente à rede de telecomunicações da fábrica.

Switch de dados

Os *switchs* de dados irão concentrar os cabos de rede a que estão ligadas as câmaras. Estes equipamentos são do tipo POE e garantem também a alimentação elétrica às camaras.

Conversor UTP-Fibra ótica

Tendo em conta os constrangimentos à distância máxima entre um terminal de rede e o seu ponto de distribuição é por vezes necessário dotar as instalações de conversores que assegurem a ligação das câmaras à rede de telecomunicações, para isso são normalmente utilizados os conversores de UTP-Fibra ótica. Estes conversores, apresentados na figura 37, conseguem garantir transferências de dados, com elevada qualidade, a uma distância até 2km, através de fibra ótica multimodo 50/125 μm .



Figura 37 - Conversor UTP-fibra ótica.

2.6.7. SISTEMAS DE EXTINÇÃO DE INCÊNDIOS POR AGENTES GASOSOS

Os sistemas de extinção de incêndios por agentes gasosos utilizam um agente gasoso como agente extintor em caso de incêndio.

Estes sistemas são normalmente considerados em locais onde é necessário, por razões técnicas ou económicas, proteger os bens/equipamentos deste espaço, em caso de incêndio. Há luz do regulamento técnico de segurança contra incêndio em edifícios (SCIE) (Portaria 1532/2008) a utilização destes sistemas é também obrigatório, nos seguintes casos:

- Sempre que se justifiquem em função da classe de fogo e do risco existente ou previsível;
- Nas cozinhas com aparelhos instalados para confeção de alimentos com potência total superior a 70kW;
- Como medida compensatória, em alternativa à água, devidamente justificados pelo projetista e aprovados pela autoridade nacional de proteção civil;
- Em bibliotecas e arquivos onde sejam depositados ou conservados documentos de elevado interesse cultural e patrimonial;
- Em indústrias e armazéns onde forem armazenadas quantidades superiores a 750L de produtos combustíveis e nos locais onde forem manuseadas quantidades superiores a 50L dos mesmos produtos.

2.6.7.1. TIPOS DE AGENTES EXTINTORES

Apesar de existirem diversos tipos de agentes extintores, neste capítulo apenas nos iremos debruçar nos mais comumente utilizados, os gasosos, que são também os utilizados no projeto da unidade industrial de produção de cerveja.

Os sistemas de extinção com recurso a agentes gasosos utilizam os seguintes tipos:

- Hidrofluorcarbonetos (HFC's) – atuam diretamente sobre o foco de incêndio a concentrações relativamente baixas. São armazenados no estado líquido (gás liquefeito) e extinguem o incêndio através do mecanismo de arrefecimento;
- Gases inertes - exigem concentrações relativamente elevadas e extinguem o incêndio através do mecanismo de abafamento. São utilizados puros ou em mistura e com ou sem CO₂, sendo armazenados enquanto gases comprimidos
- Dióxido de Carbono (CO₂) - este gás exige concentrações relativamente elevadas e extingue o incêndio através do mecanismo de abafamento. É armazenado no estado líquido. Dependendo do tempo de exposição, é letal para os seres humanos, mesmo a baixas concentrações.

2.6.7.2. APLICAÇÕES DOS AGENTES EXTINTORES

São inúmeras as aplicações dos agentes extintores, se seguida apresentam-se alguns exemplos:

- Hidrofluorcarbonetos e Gases Inertes:
 - Locais onde existam equipamentos elétricos e eletrônicos sensíveis;
 - Museus e Arquivos históricos;
 - Em áreas normalmente ocupadas por pessoas.
- Dióxido de Carbono:
 - Postos de transformação;
 - Grupos geradores;

- Cabines de pintura;
- Quadros elétricos.

2.6.7.3. PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

Os sistemas de extinção automática de incêndios por agentes gasosos funcionam com o objetivo de detetar e eliminar precocemente um foco de incêndio. Para tal o sistema é dotado de uma central capaz de gerir todos os periféricos e atuar em conformidade de acordo com o estado indicados por estes. Na sala, conforme a figura 38 apresenta, são dispostos detetores de incêndio (na sala, por cima do teto falso e por baixo do chão falso), com intuito de detetar o foco de incêndio, botoneiras de acionamento e encravamento manual do sistema, avisadores óticos acústicos para alertar as pessoas da aspersão do gás, tubagem, agente extintor e aspersores.

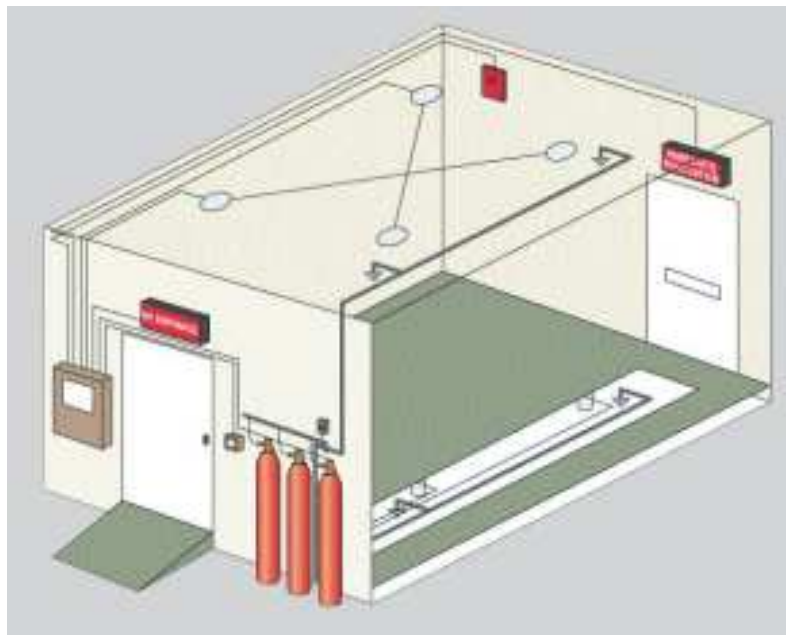


Figura 38 - Sistema de extinção automático [APSEI, 2008].

O sistema é interligado com o sistema automático de deteção de incêndio para poder despoletar um alarme previamente definido. A interligação é efetuada com recurso aos interfaces de comando referidos no capítulo do SADI.

2.6.7.4. COMPONENTES DO SISTEMA

Central de extinção

A central de detecção inclui uma fonte de alimentação comutada com circuito de baterias.

O painel frontal da central dispõe de um ecrã que permite ao utilizador navegar pelos diferentes eventos (alarmes, avaria, anulados) e visualizar o histórico em tempo real, bem como os níveis das tensões de entrada e saída. Possui ainda indicadores led onde é possível verificar o estado do sistema, visualizar o tempo de descarga, o estado do botão manual de extinção e do letreiro de GÁS DISPARADO.

A central dispõe de circuitos de supervisão de fluxo, baixa pressão e porta aberta e circuitos de entrada para botão de paragem ou em espera e relés de informação de estado, sendo:

- Pré-ativado;
- Ativado;
- Em processo de disparo;
- Saída de avaria geral;
- Saída de extinção atuada;
- Saída de extinção inibida por paragem ou em espera;
- Saída de avaria no circuito de extinção.

Agente extintor

No âmbito do projeto da unidade industrial de produção de cerveja foi utilizado o agente extintor mais corrente no mercado, o HFC-227

O agente extintor HFC-227ea é designado, quimicamente, por heptafluorpropano (formula C_3HF_7), sendo também conhecido sob a designação comercial de “FM-200” entre outras.

O equipamento mecânico é usualmente composto por:

- Cilindros de HFC-227ea,;

- Válvulas de descarga;
- Cilindro piloto de 2L (quando aplicável);
- Válvula solenoide para atuação elétrica do cilindro piloto;
- Sistema de descarga composto por mangueira de descarga, válvulas antirretorno e coletor;
- Sistema de suporte;
- Difusores;
- Tubagem.

As baterias de garrafas de HFC-227ea, conforme a figura 39 abaixo, deverão estar situadas o mais perto possível do espaço a proteger, para reduzir o comprimento das tubagens.



Figura 39 - Sistema mecânico de armazenamento do agente extintor [19].

Detetor ótico de fumos convencional

A central de extinção apenas permite a conexão de detetores do tipo convencional.

Os detetores possuem, na sua constituição interna, isolador incorporado, de modo a proteger o sistema contra curto circuitos e falhas do sistema.

Funcionam com um sensor segundo o princípio da dispersão da luz. A câmara de amostra optoelectrónica, deverá evitar a interferência de luz alheia, detetando eficazmente as partículas de fumo escuras ou claras.

Botão de ativação manual

Por vezes pode ser necessário, em caso de falha do sistema ou caso o utilizador detete o foco de incêndio primeiro que o sistema de deteção, proceder ao acionamento manual da extinção. Para tal é considerado um botão de ativação manual de agente de extinção de incêndio.

Botão de bloqueio manual

No caso de uma falha no sistema, como por exemplo um falso alarme, ou então quando se encontram pessoas no interior do espaço, é possível proceder, com recurso a um botão de bloqueio manual, à paragem manual do agente de extinção de incêndio.

Painel ótico-acústico

O painel luminoso com sinalização acústica integrada, para sinalização de sistema em descarga de agente extintor mediante dístico apropriado.

2.6.8. GESTÃO CENTRALIZADA DE PERIGOS

No caso de edifícios que contemple diversos sistemas de segurança, como os explanados nos capítulos anteriores, é fundamental concentrar todos estes sistemas, com *software* diferentes, num mesmo posto de controlo, para tal é muitas das vezes considerado um sistema de gestão centralizada de perigos. Resumidamente trata-se de um sistema para gestão integrada e centralizada de sistemas de segurança.

O sistema é composto por um *software* de supervisão e controlo, parametrizável e modular, permitindo a personalização de qualquer tipo de instalação, proporcionando a supervisão e controlo de qualquer tipo de evento que ocorra.

A plataforma pode integrar os seguintes sistemas de segurança - Incêndio, Extinção, Intrusão, Controlo de Acessos e Vídeo Vigilância - e capacidade de integrar outros sistemas distintos - Gestão de Parques, Gestão de Energia, Iluminação, Intercomunicação, Difusão de Conteúdos, Sistema de Som, Gestão Técnica Centralizada, *Softwares* de Gestão, etc.

O sistema permite a integração de vários tipos de sistemas, de marcas distintas, facultando a interação entre os vários sistemas, de forma a permitir que haja uma total liberdade de

decisão sobre qual o *hardware* mais adequado para cumprir determinados requisitos técnicos e económicos.

O Sistema deverá permitir ao operador uma visão mais clara e inequívoca da situação de estado de cada subsistema referenciando toda e qualquer ocorrência que nelas se verifique (alarme, avaria, estado) com identificação idêntica àquela que ocorre no respetivo subsistema.

Os subsistemas são operáveis a partir do sistema central, em particular através do teclado e/ou rato do Posto de Operação, para efeitos de:

- Reconhecimento de eventos;
- Reposição;
- Desligação / ligação de grupos;
- Ativação / desativação de comandos.

A figura 40 apresenta o ambiente gráfico do *software* do sistema de gestão centralizada de perigos.



Figura 40 - Software gestão centralizada [20].

2.7. INSTALAÇÕES TELECOMUNICAÇÕES

2.7.1. ASPETOS GERAIS

O projeto das infraestruturas de telecomunicações em edifícios (ITED), define o conjunto de soluções técnicas necessárias a implementar na instalação de telecomunicações do edifício, face à especificidade do mesmo e requisitos próprios, com base no Manual ITED - Prescrições e Especificações Técnicas das Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios, vigente na 2ª edição.

É da responsabilidade do projetista estabelecer as arquiteturas da rede, definir as redes de tubagens, redes de cabos, materiais, dispositivos, equipamentos passivos e ativos a aplicar na instalação.

No ITED são considerados elementos basilares os pontos de distribuição (PD), podendo ser de três tipos: armário de telecomunicações de edifícios (ATE), armário de telecomunicações individual (ATI) e ponto de distribuição secundário (PDS), sem as funções de ATE ou ATI.

Nos ATE são alojados os repartidores gerais (RG) que servem de transição entre as redes de operador e as redes de edifício, de instalação obrigatória em todos os edifícios, exceto moradias unifamiliares. Os ATI alojam os repartidores de cliente (RC) para transição entre as redes coletivas (ou de operador) e as redes individuais.

As infraestruturas de telecomunicações de uma instalação ITED são basicamente suportados na rede de tubagem, que por sua vez aloja e protege os sistemas de cablagem, constituídos por redes de pares de cobre, coaxial e fibra ótica, conforme o tipo de instalação.

Outro elemento obrigatório nas ITED é a caixa de visita multioperador (CVM), a instalar no exterior do edifício na via pública, mas fazendo parte da rede de tubagem da instalação, considerado o ponto fronteira da rede pública com a rede de tubagens do edifício.

2.7.2. REDE DE TUBAGEM

A rede de tubagem numa instalação ITED comporta os tubos, calhas técnicas, caminhos de cabos, caixas com os respetivos dispositivos de fecho, incluindo os espaços de alojamento de equipamentos, ATE, ATI, bastidores e salas técnicas.

Nos desenhos das plantas são representados os traçados da rede de tubagem e outras indicações relevantes na interpretação da instalação. Deve ainda ser apresentado desenho com esquema da rede de tubagem, identificando as principais características, tipo e dimensionamentos, relativos a todos os elementos da rede, desde a CVM até aos pontos terminais da instalação.

2.7.3. SISTEMAS DE CABLAGEM

Os sistemas de cablagem constituem as redes de cabos de pares de cobre, coaxiais e de fibra ótica. A rede de pares de cobre destina-se essencialmente à transmissão dos sinais de voz, dados ou outros serviços suportados nesta tecnologia. Todo o sistema, dispositivos, cabos e ligações deve ser no mínimo da categoria 6, classe de ligação E, na frequência máxima de 250MHz, normalmente para voz e/ou dados até 100Mbit/s com cabos do tipo UTP e para velocidades superiores, (por exemplo 10 GBase-T), devem considerar-se características superiores, geralmente da categoria 6A, classe de ligação EA, (500MHz), com cabos tipo FTP ou de categoria superior.

A rede coaxial comporta os cabos, tomadas, equipamentos e dispositivos de receção e tratamento dos sinais televisivos e sonoros, para a distribuição e entrega desses sinais nas tomadas, segundo determinados parâmetros de qualidade.

A rede de fibra ótica destina-se à distribuição do sinal de fibra entre os bastidores que compõem a fábrica, por forma a garantir as ligações que do ponto de vista físico (os condicionamentos nos comprimentos máximos dos cabos de UTP). Nesta tecnologia a classe de ligação mínima permitida é OF-300, categoria OS1, OS2. As fibras devem ser monomodo e os dispositivos compatíveis em conetores do tipo SC/APC.

3. TRABALHO DESENVOLVIDO

3.1. ASPETOS GERAIS

Pretende-se neste capítulo apresentar o trabalho de projeto eletrotécnico desenvolvido no âmbito da presente dissertação de mestrado.

O trabalho realizado consistiu no projeto de instalações elétricas, telecomunicações e segurança de uma unidade industrial de produção de cerveja localizada em Angola, promovida pela Silvestre Tulumba Investimentos (STI).

Dado trata-se de um projeto para Angola existe uma exigência maior para com o projetista no desenvolvimento do seu projeto, não tanto em termos legais, pois não existe a necessidade de licenciar as instalações, mas em termos logísticos, de exploração das instalações e de funcionalidade destas. Existem inúmeros aspetos a ter em conta para os quais é necessário que o projetista possua uma experiência alargada no desenvolvimento de projetos e um profundo conhecimento da realidade Angolana, quer técnica quer social. Os constrangimentos ao nível da rede elétrica, como por exemplo, a falta de disponibilidade de energia e a sua qualidade, são apenas um dos pontos a ter em conta no desenvolvimento de projetos para o continente Africano, existem inúmeros outros fatores que afetam o projeto tais como a falta de mão-de-obra qualificada, traduzindo-se em encargos para o cliente

aquando da necessidade de instalar sistemas mais complexos, mas também a necessidade de importação do material e a sua demora no fornecimento.

3.2. O PARQUE INDUSTRIAL

A fábrica de cerveja situa-se no Parque Industrial e Empresarial do grupo Silvestre Tulumba Investimentos (STI), que foi promovido para responder à forte procura e às necessidades crescentes da população do sul de Angola.

O Parque Industrial e Empresarial situa-se na estrada nacional Lubango Cunene, na cidade de Lubango, província de Huíla, o parque conta com uma área aproximada de 73 hectares de área de intervenção e 113.600 m² de área bruta de construção.

Todo este empreendimento constitui um elevado investimento para o cliente mas ao mesmo tempo uma grande oportunidade económica e social no desenvolvimento do país e das comunidades locais, tendo como principal objetivo criar uma plataforma de indústrias e serviços capaz de responder, com elevado padrão de qualidade e desempenho, às solicitações do mercado nacional e internacional.

O complexo industrial tem prevista a instalação das seguintes unidades industriais:

- Lote A. Fábrica de lacticínios e sumos - com produção de diversos derivados do leite, tais como iogurtes, queijo, manteiga, etc.;
- Lote B. Fábrica de refrigerantes e águas - com uma capacidade de produção aproximada de 200 milhões de litros por ano de refrigerantes e de 500 milhões de litros por ano de água mineral e gaseificada;
- Lote C. Unidade de reparação de veículos automóveis e auto peças;
- Lote D. Unidade industrial de produção de cerveja - com uma capacidade de produção aproximada de 80 milhões de litros por ano;
- Lote E. Edifício administrativo STI e de serviços;
- Lote F. Armazéns de *trading*;
- Lote G. Armazéns de *trading*;

- Lote H. Edifício de comércio e serviços;
- Lote I. Empresa de transportes e parque de equipamentos industriais;
- Lote J. Armazém de matéria-prima;
- Lote K. Armazém de matéria-prima;
- Lote L. Central de produção de energia, ETA e Data Center;
- Lote M. Lote de reserva;
- Lote N. Lote de reserva
- Lote O. Armazém de matéria-prima;
- Lote P. Fábrica de batatas fritas e puré - com uma capacidade de produção de 250 quilos por hora;
- Lote Q. Fábrica de bolos e bolachas - com uma capacidade de produção aproximada de mil quilos de bolachas e de cinco mil bolos por hora;
- Lote R. Fábrica de massas alimentares - com uma capacidade de produção aproximada de 40 milhões de quilos por ano;
- Lote S. Fábrica de óleos - com uma capacidade de produção aproximada de 25 milhões de litros por ano;
- Lote T. Central de moagem - com uma capacidade de produção aproximada de 300 toneladas por dia de milho e trigo;
- Lote U. Estação de tratamento de águas residuais (ETAR).

A Silvestre Tulumba Investimentos (STI), para além de ser o concessionário do parque, será também responsável pela gestão de todos os serviços necessários ao seu funcionamento. O grupo STI será igualmente responsável pela produção e distribuição de energia elétrica, telecomunicações, serviços de segurança, produção de água e tratamento de águas residuais e de resíduos sólidos.

Na figura 41 podemos ver o layout do Parque Industrial e Empresarial da Silvestre Tulumba Investimentos.

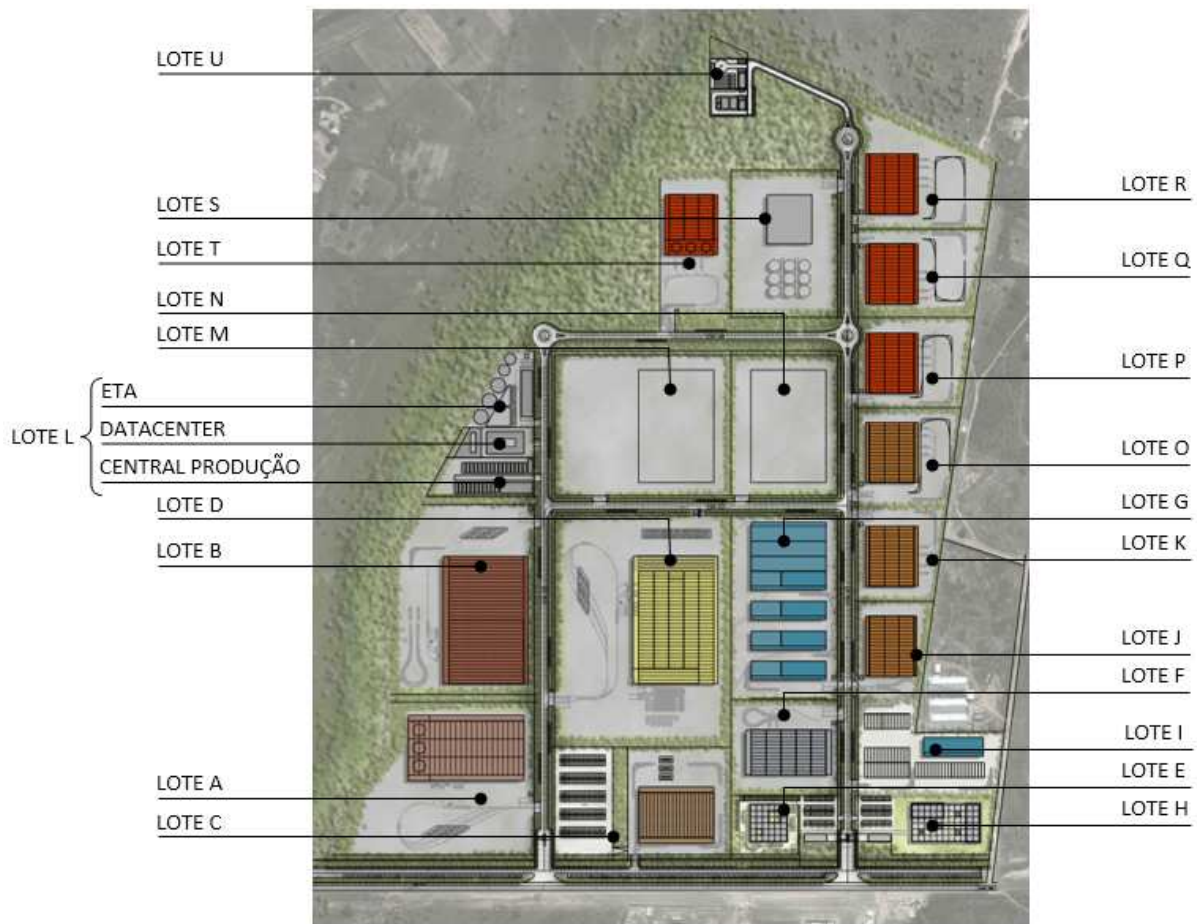


Figura 41 – Layout do parque industrial e empresarial da Silvestre Tulumba Investimentos

3.3. A UNIDADE INDUSTRIAL DE PRODUÇÃO DE CERVEJA

A unidade industrial de produção de cerveja é a maior indústria prevista para o parque industrial. O seu lote possui 105 mil metros quadrados de área de intervenção e 50 mil metros quadrados de área de construção, incluindo a construção de três edifícios:

- Portaria - inclui a portaria, áreas técnicas de eletricidade e águas;
- Edifício Produção (utilities) – inclui todo o processo de fabrico da cerveja e todas as áreas técnicas necessárias à transformação das diversas matérias-primas que a compõem;

- Edifício Enchimento (facilities) – concentra toda a zona administrativa e das linhas de enchimento e embalagem.

As instalações foram dimensionadas para uma produção anual de 25 milhões de litros de cerveja com uma possibilidade de expansão na ordem dos 50%, dividindo-se assim a construção em duas fases, no entanto, por requisito do cliente, todas as infraestruturas foram dimensionadas com vista à produção em pleno, isto é, com a fábrica na sua plena capacidade produtiva.

A construção da fábrica foi idealizada para esta se tornar um marco de eficiência energética e de produção. De acordo com uma estratégia de marketing, definida previamente pelo cliente, foram considerados materiais de construção e métodos construtivos bastante apelativos e inovadores, foi previsto um corredor que percorre uma grande parte da fábrica, por forma a dar a conhecer o método produtivo às populações que a visitem.

Por razões estratégicas e económicas do investidor, esta será a primeira instalação a ser construída no parque industrial.

3.4. NECESSIDADES ENERGÉTICAS E DE TELECOMUNICAÇÕES

A localização do parque industrial, na estrada nacional Lubango Cunene, próxima da cidade de Lubango, província de Huíla, demonstrou ser um acréscimo de dificuldade na sua execução e operação.

Angola, apesar do país possuir um potencial energético elevado, apresenta atualmente um panorama energético pouco evoluído e com pouca capacidade de dar resposta à crescente demanda.

A sua matriz energética baseia-se na utilização de biomassa tradicional (lenha e carvão vegetal) em cerca de 64%, derivados de petróleo 33% e a eletricidade representa uns meros 3% (Matos, 2017).

Embora Angola tenha uma das menores tarifas de eletricidade na África Austral, a disponibilidade e estabilidade da rede são uma grande preocupação para o abastecimento da carga prevista para a fábrica.

Apesar da proximidade do parque à cidade de Lubango, cerca de 13 Km de distância, e desta possuir uma central de energia a grupos geradores com uma potência instalada de 40MVA, a potência disponível para alimentar o parque industrial é de apenas 6,3 MVA.

Tendo estes dados em conta encontra-se prevista a construção de uma central de produção de energia no parque industrial, com capacidade de satisfazer todas as suas necessidades energéticas e alimentar os diversos lotes que o compõem, entre eles a unidade industrial de produção de cerveja. Contudo esta é uma realidade de futuro, que não poderá ser considerada nesta fase do projeto, por um lado pelo investimento que exige e pelo tempo de construção que demoraria e, por outro lado, devido ao faseamento no investimento imposto pelo cliente e pelos seus acordos com terceiros.

Será então necessário dotar a unidade industrial de produção de cerveja de equipamentos de produção de energia, capazes de a tornar autossuficiente do ponto de vista energético, mas ao mesmo tempo deixar as infraestruturas preparadas para a futura conexão à rede elétrica da Silvestre Tulumba Investimentos.

No que se refere às telecomunicações a realidade é praticamente idêntica, existindo algumas atenuantes que tornam o cenário menos complicado. O cliente prevê a construção de um *Datacenter* capaz de suprir todas as necessidades das inúmeras fábricas que compõem o parque, no entanto o cenário mantém-se, o seu custo e tempo de execução fazem com que haja a necessidade de ligar temporariamente a fábrica à rede exterior de comunicações, existindo diversos operadores a oferecer serviços de telecomunicações naquela zona com capacidade para absorver as necessidades da unidade industrial de produção de cerveja.

3.5. LEGISLAÇÃO ANGOLANA

O sector elétrico Angolano foi recentemente objeto de uma grande reestruturação, com a extinção das antigas empresas que operavam todos os segmentos do setor e a criação de três novas empresas, PRODEL (Empresa Pública de Produção de Electricidade), ENDE (Empresa Nacional de Distribuição de Electricidade) e RNT (Rede Nacional de Transporte de Electricidade).

A imagem 42 ilustra a atual estrutura do setor elétrico de Angola.

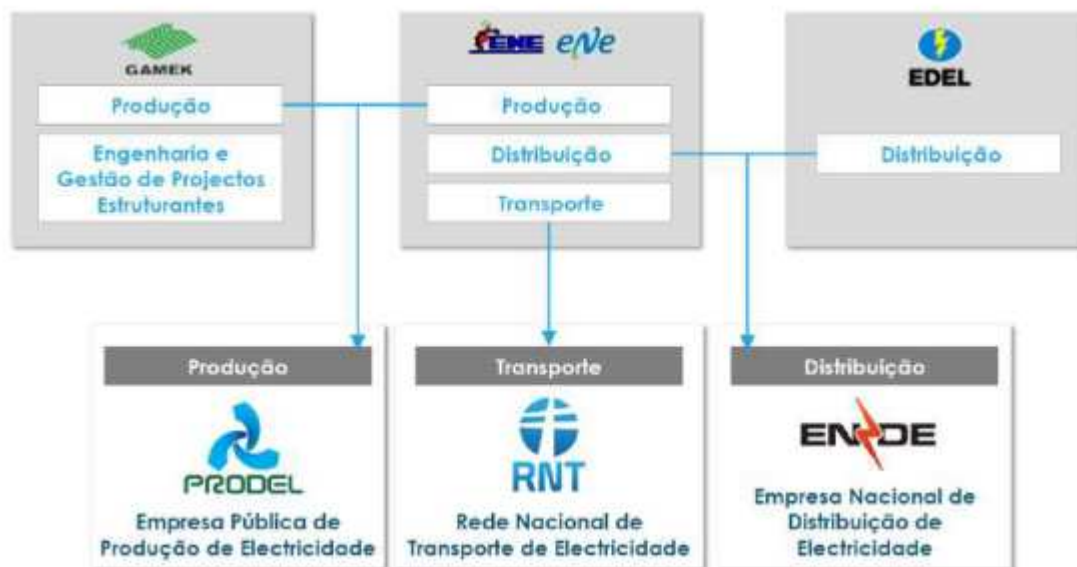


Figura 42 - Estrutura atual do setor elétrico Angolano

A PRODEL (Empresa Pública de Produção de Electricidade) é a empresa com responsabilidade de operação e manutenção das instalações de geração pertencentes ao Estado.

A RNT (Rede Nacional de Transporte de Electricidade) é a nova empresa pública com a responsabilidade da gestão e planeamento de toda a rede de transporte do país, integrando todos os ativos de transporte de alta tensão.

A responsabilidade de distribuição de energia elétrica é da ENDE (Empresa Nacional de Distribuição de Electricidade).

Para além das três entidades, atrás mencionados, existe ainda a Autoridade Reguladora do Sector Eléctrico (IRSE), que tem como responsabilidade estabelecer as regras de funcionamento do sector elétrico através da publicação de regulamentos, como o Regulamento Tarifário, acesso à rede e às Interligações, Qualidade do Serviço do Regulamento, Relações e Regulamento Comercial e do Despacho do Regulamento.

Apesar desta reorganização do setor elétrico, a regulamentação técnica, de projeto de instalações elétricas, de telecomunicações e segurança é ainda bastante deficitária.

Existem apenas dois decretos no âmbito das instalações elétricas, o Decreto nº39/04, de 2 de Julho de 2004, que define o estatuto do técnico responsável por instalações elétricas e o Decreto n.º 40/04, de 2 de Julho de 2004, que regulamenta o licenciamento de instalações de utilização de energia elétrica.

3.6. PROGRAMA PRELIMINAR

Pelo seu investimento, dimensão e complexidade, o projeto da unidade industrial de produção de cerveja integrou uma equipa alargada de técnicos das diversas áreas de construção, incluindo arquitetos, engenheiros e advogados, mas também a participação bastante intensa por parte do dono de obra.

Foram definidas diversas premissas pelo cliente para todo o projeto, mas neste capítulo iremos apenas debruçar-nos nas referentes ao projeto eletrotécnico, cuja realização se enquadrou no presente trabalho de dissertação.

Na equipa de projeto, definida pelo cliente, foi integrada a empresa GEA, responsável pela definição, projeto, venda, montagem e exploração de todos os equipamentos necessários ao processo produtivo.

A GEA é uma empresa de origem alemã que segundo a própria é um dos maiores fornecedores de tecnologia para a indústria de processamento de produtos alimentares e para uma vasta gama de outras indústrias de processamento. Como grupo de tecnologia internacional, a Empresa concentra-se em tecnologia e componentes de processamento líderes do mercado mundial para processos de produção sofisticados (GEA, 2017).

O corpo técnico da GEA forneceu-nos, ao longo de todo o projeto, diversos *inputs* por forma a encaminhar os processos das diversas especialidades no sentido do correto funcionamento de todos os sistemas.

Sendo a GEA fornecedora de todo o sistema de produção é também responsável por todo o sistema de alimentações e comando deste.

A OHM-E, empresa na qual se enquadrou o presente trabalho de dissertação, ficou responsável por todas as instalações de utilização, e alimentação de energia.

Foram então definidas fronteiras entre os diferentes projetos. Até aos quadros afetos ao processo produtivo o projeto é responsabilidade e empreitada da OHM-E, em representação da S.Tulumba. Os quadros e a instalação a jusante destes o projeto é responsabilidade e empreitada da GEA.

Conforme se pode verificar na imagem 43 a linha vermelha a tracejado define a fronteira de projeto. Abaixo da linha está todo o processo produtivo, da responsabilidade da GEA, acima da linha todo o projeto é da responsabilidade da S.Tulumba, neste caso a OHM-E.

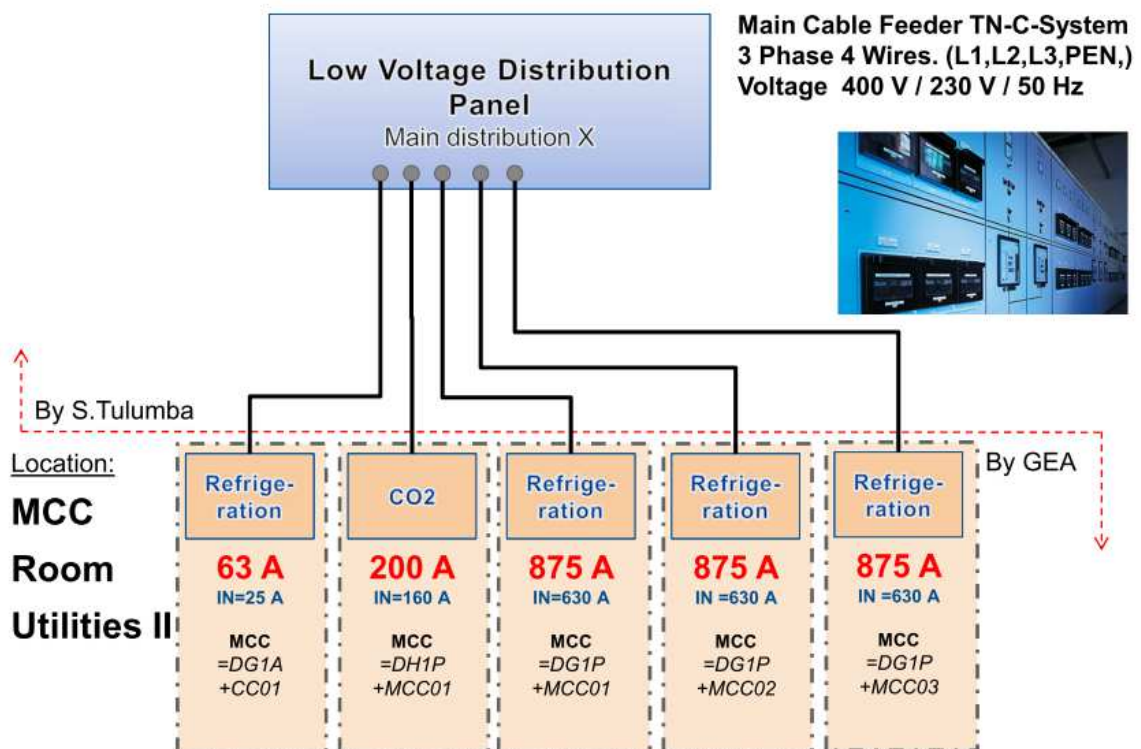


Figura 43 - Limites de responsabilidade do projeto

O cliente definiu como pontos fundamentais a considerar no projeto os seguintes:

- O perfeito funcionamento das instalações na data de inauguração da unidade industrial de produção de cerveja, tendo em conta que a construção da central de produção de energia será efetuada à posterior;
- A integração de sistemas de produção fotovoltaico na cobertura da fábrica;
- A utilização de sistemas tecnologicamente inovadores, com especial atenção há economia de energia e ao funcionamento integrado das instalações;

- Face à pouca ou inexistente regulamentação nacional, o cliente exigiu que fossem considerados os regulamentos vigentes em Portugal.

A GEA apresentou um documento, designado por *Roombook*, onde estipula os requisitos mínimos que estes pretendem para cada um dos espaços da fábrica.

No que às especialidades tratadas neste documento diz respeito a GEA deu as seguintes indicações:

- Definição de espaço húmido ou seco;
- A classificação de risco de cada espaço, com especial atenção nas salas com elevada concentração de dióxido de carbono (CO₂), gases tóxicos, ou potencialmente explosiva (ATEX);
- Níveis de luminosidade e quantidade de tomadas para os espaços afetos à produção;
- Distribuição de energia através do sistema TN-C.

3.7. ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA DAS INSTALAÇÕES

A unidade industrial de produção de cerveja, à imagem dos restantes lotes, será alimentada através da rede de distribuição de média tensão, que percorre os arruamentos do complexo industrial. Esta rede subterrânea possui uma tensão de serviço de 15kV com um nível de isolamento de 17,5kV.

Após a análise dos diversos elementos constituintes do projeto, em particular o projeto de arquitetura, projeto de instalações hidráulicas, projeto de instalações mecânicas e projeto específico do sistema produtivo de cerveja, foi possível estimar a potência para a unidade industrial de produção de cerveja.

A tabela 8 mostra a estimativa de potências necessárias para o funcionamento da unidade industrial de produção de cerveja.

Tabela 8 Potências elétricas das diversas especialidades.

Especialidade	<i>Facilities</i>	<i>Utilities</i>
Instalações Hidráulicas	560kVA	-

Instalações Mecânicas	350kVA	510kVA
Sistemas GEA	3400kVA	6500kVA
Instalação Elétricas gerais	500kVA	350kVA
TOTAL	4810kVA	7360kVA

Para tal e de acordo com as potências apresentadas na tabela anterior constatou-se que a solução passaria pela ligação da fábrica à rede de média tensão exterior, garantindo assim a potência necessária para a sua laboração.

Atendendo à distribuição dos edifícios e consequente descentralização das cargas verificou-se a necessidade de estender a ligação de média tensão para junto destes, criando polos de conversão da média em baixa tensão, no seu interior. Em suma criou-se uma rede de média tensão privativa em anel, com um ponto de interligação com o exterior, e que por sua vez faz chegar a média tensão aos postos de seccionamento.

A figura 44 apresenta a distribuição dos edifícios da unidade industrial de produção de cerveja.

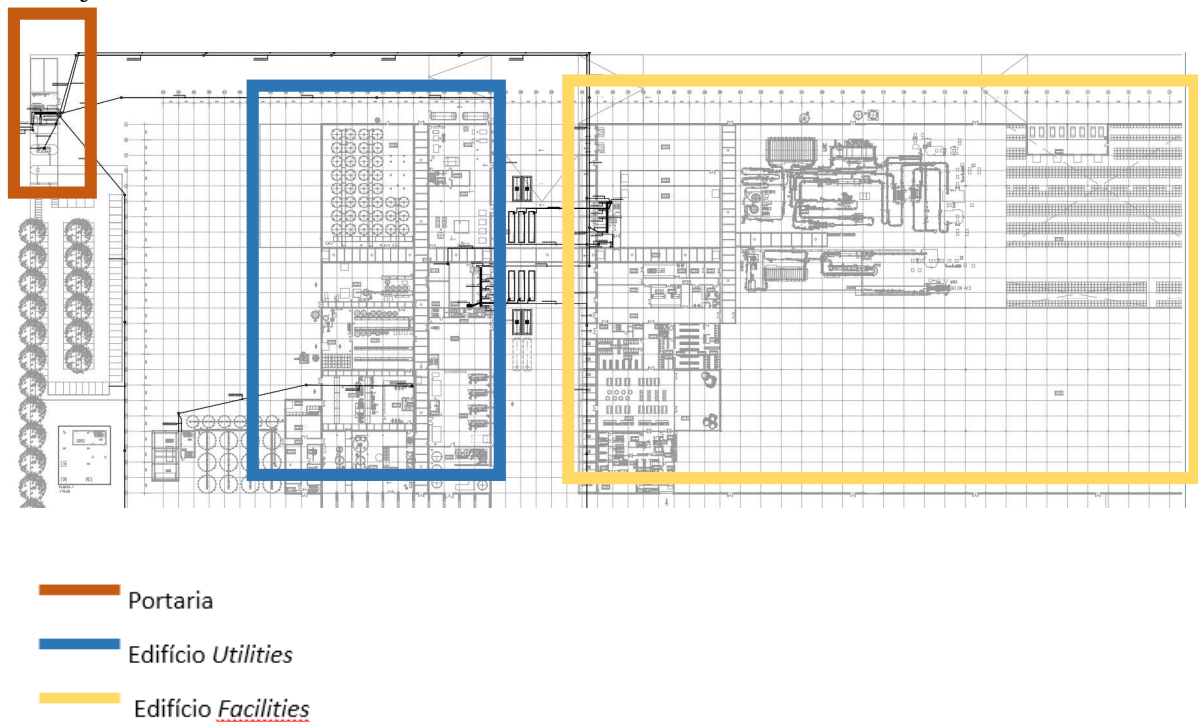


Figura 44 - Planta identificação dos edifícios (extrato do desenho original)

No edifício da portaria, assinalado a laranja na figura, foi então considerado a instalação de um posto de seccionamento e transformação (PST), designado de PST1, no edifício das *utilities*, assinalado a azul na figura, um posto de seccionamento e transformação, designado de PST2 e no edifício das *facilities*, assinalado a amarelo na figura, um posto de seccionamento e transformação, designado de PST3.

Por forma a fazer face às potências apresentadas sem por em causa a exequibilidade do projeto, principalmente por causa das correntes máximas de curto-circuito, preconizou-se a instalação de transformadores do tipo seco, capsulados em resina, com arrefecimento natural de 1600kVA de potência nominal.

Estes transformadores foram colocados em paralelo dois a dois garantindo assim um valor de corrente máxima de curto-circuito na ordem dos 85kA, valor comumente utilizado neste tipo de instalações e uma melhor distribuição das potências por cada equipamento.

A figura 45 apresenta um excerto do organigrama das redes elétricas da fábrica, onde podemos verificar os quadros transformadores que equipam o PST2. Na figura apresentam-se também as baterias de condensadores considerados no projeto.

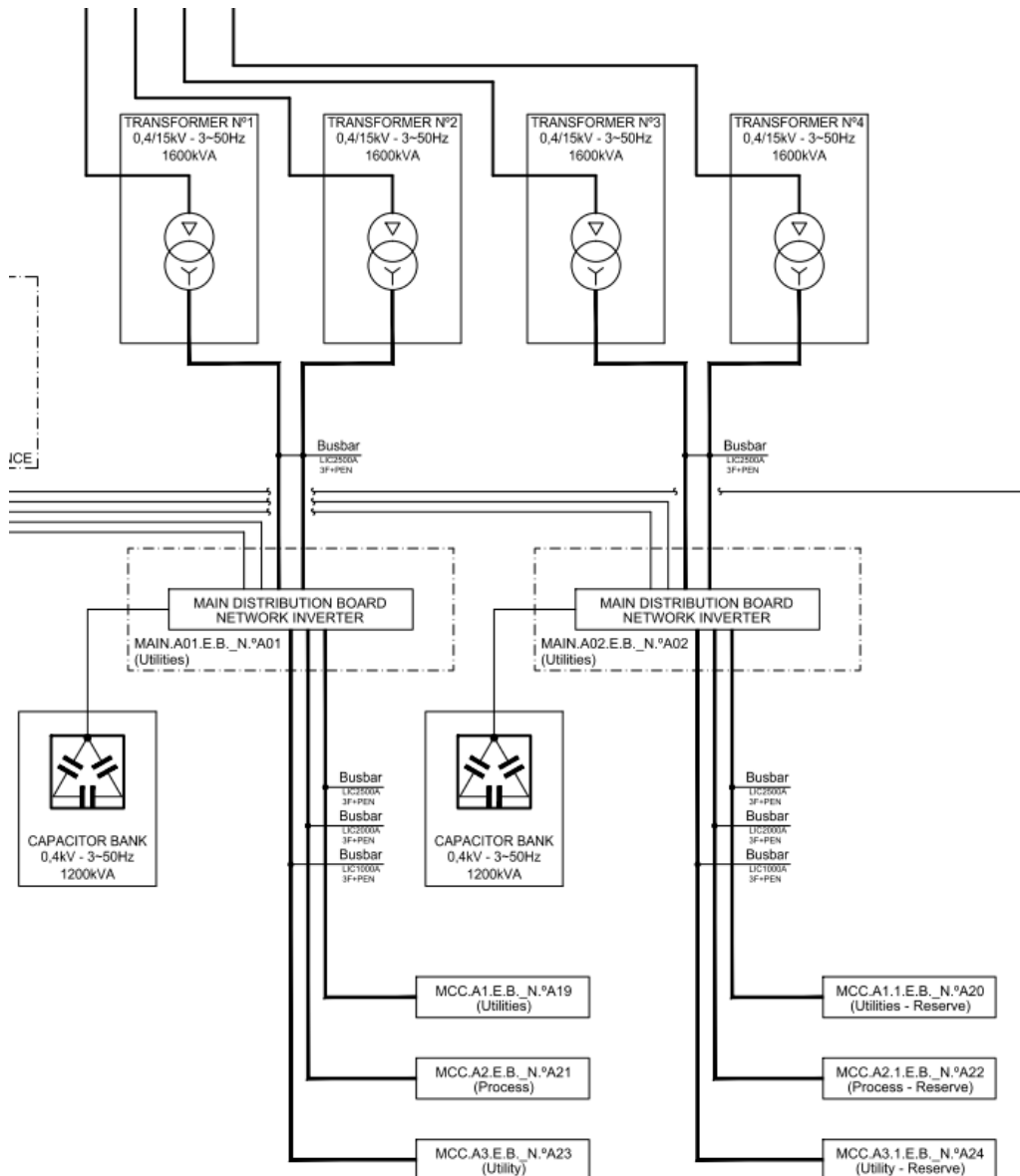


Figura 45 - Excerto do organigrama de energia (extrato do desenho original)

Apesar de não existir qualquer tipo de cobrança da energia reativa em Angola, considerou-se a sua instalação por dois motivos:

- Reduzir as perturbações na rede elétrica;
- Redução da energia reativa e otimização dos cabos elétricos considerados.

Na figura 46 podemos verificar a organização do PST2, onde se encontra o quadro de média tensão, os transformadores e a sua ligação aos quadros elétricos de baixa tensão. É possível ainda identificar as botoneiras de corte de energia.

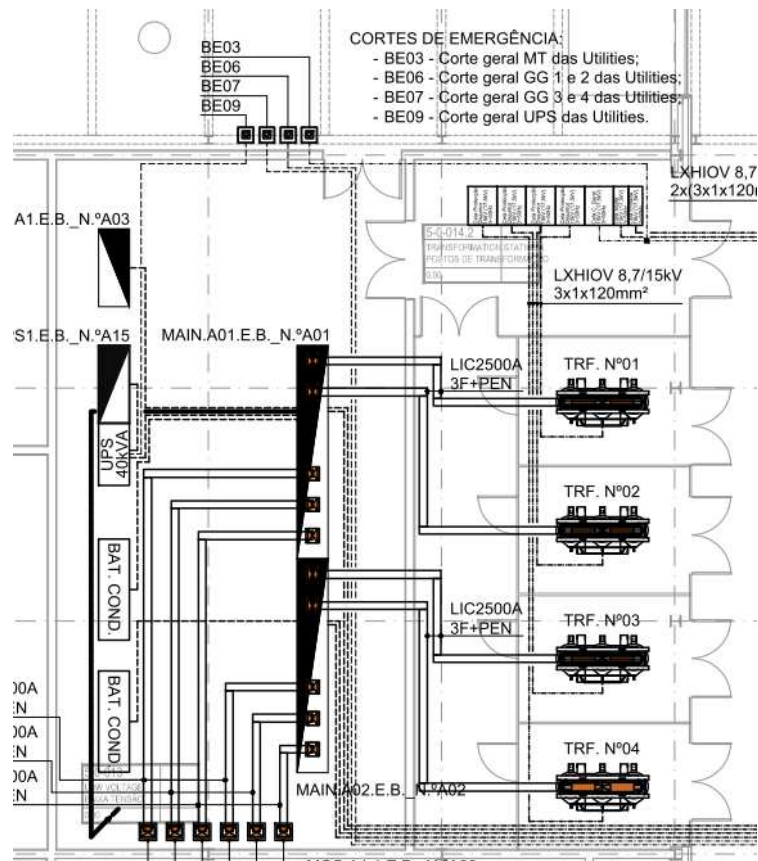


Figura 46 - Planta do PST2 (extrato do desenho original)

3.7.1. POSTOS DE SECCIONAMENTO E TRANSFORMAÇÃO

Os postos de seccionamento e transformação (PST) são o centro nevrálgico, do ponto de vista elétrico, das instalações.

Para tal foram previstos em projeto equipamentos do tipo SIEMENS Simosec compostos por celas da gama modular, 15kV, constituído por celas de isolamento no ar, sendo o corte e extinção do arco feito em hexafluoreto de enxofre (SF₆) no interruptor e a vácuo no disjuntor.

Foram escolhidos equipamentos do tipo Siemens devido à sua vasta experiência neste tipo de materiais, pela sua forte presença no mercado Angolano, com elevado *stock* de material

disponível no local, mas também numa tentativa de alargar os produtos da mesma marca, por forma a permitir ao cliente um maior poder negocial junto desta empresa.

O PST1 é o início da instalação privada, é o ponto de interligação entre a rede de média tensão interna e o exterior. É deste posto de seccionamento e transformação que se alimenta as instalações da portaria e áreas técnicas das instalações hidráulicas. Este posto de seccionamento e transformação é constituído pelos seguintes equipamentos:

- 1x Cella Entrada Disjuntor Motorizado;
- 1x Cella Saída Disjuntor Motorizado;
- 1x Cella Corte Geral;
- 1x Cella de Medida;
- 1x Cella Proteção Disjuntor;
- 2x Cella Proteção Disjuntor com proteção homopolar.

A figura 47 apresenta o esquema unifilar do PST1, onde se pode ver da esquerda para a direita: cela entrada, cela saída, cela corte geral, cela medida, cela proteção a disjuntor, cela proteção.

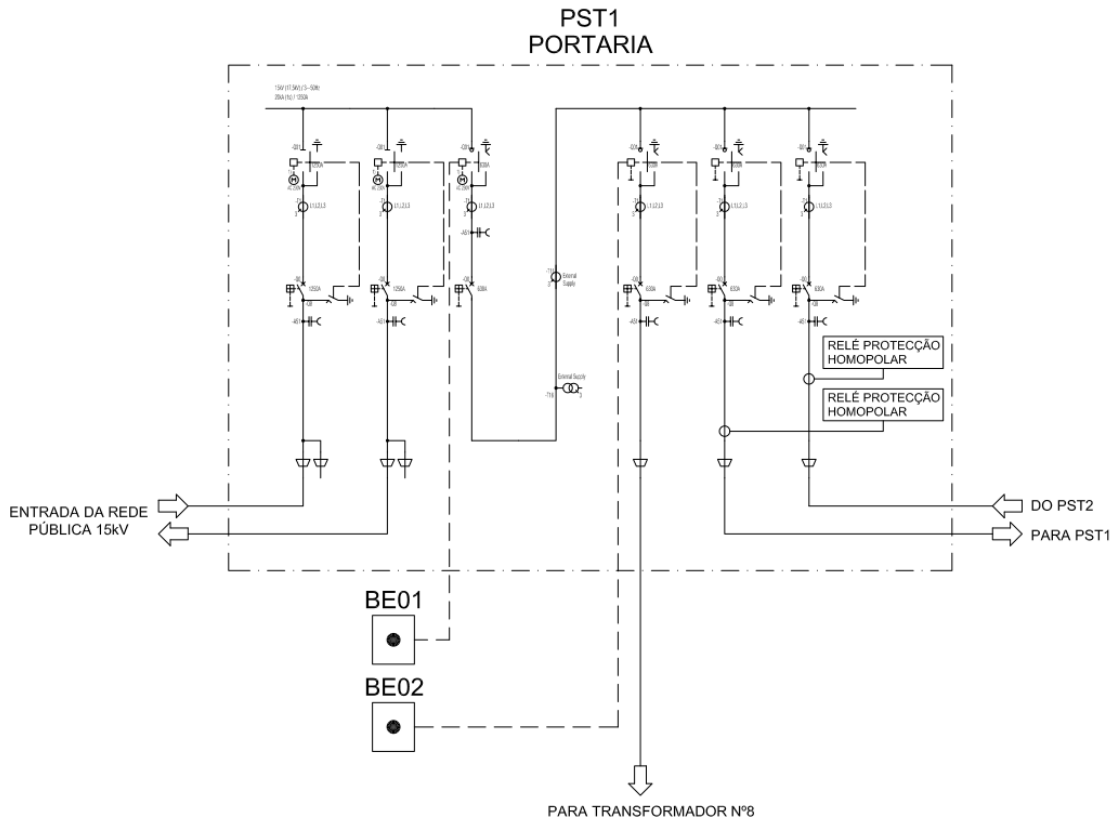


Figura 47 - Esquema unifilar do PST1 (extrato do desenho original)

As duas primeiras celas de entrada e saída, visam assegurar a ligação à rede de média tensão exterior e garantir a sua continuidade, as celas de corte geral e medida, são responsáveis pelo corte-geral da instalação de média tensão e pela medição da energia consumida na instalação, a saída de proteção disjuntor é utilizada para proteger o transformador da portaria. As duas últimas celas, equipadas com relé de proteção homopolar, visam alimentar e proteger a rede de média tensão privativa que perfaz toda a instalação.

O PST2 destina-se a alimentar o polo técnico do edifício das *utilities* que concentra a maior potência da fábrica, pois é neste local onde a cerveja é produzida, onde estão inseridos os equipamentos de maior potência. Este PST é constituído pelos seguintes equipamentos:

- 1x Cela Entrada;
- 1x Cela Saída;
- 1x Cela Corte Geral;
- 4x Cela Proteção Disjuntor.

A figura 48 apresenta o esquema unifilar do PST2, onde se pode ver da esquerda para a direita: cela entrada, cela saída, cela corte geral, celas de proteção a disjuntor.

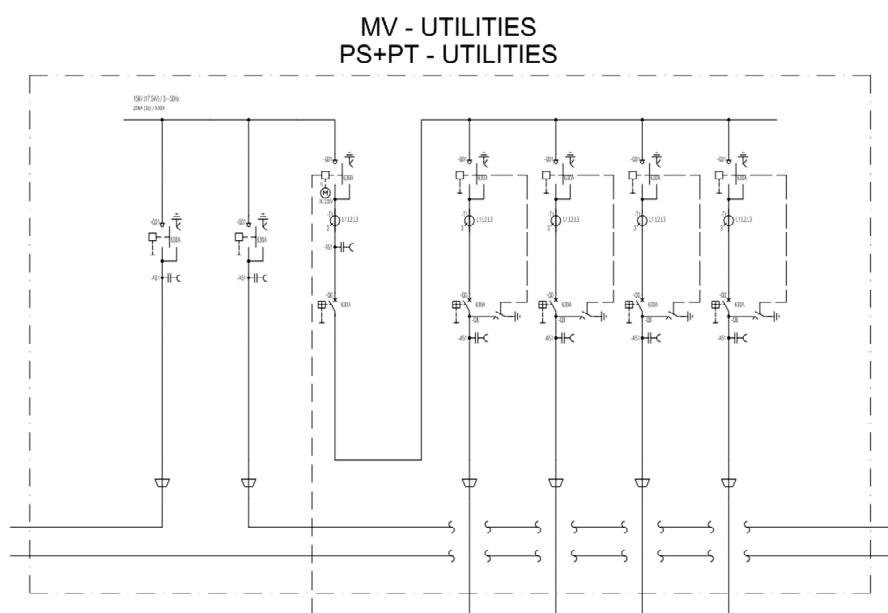


Figura 48 - Esquema unifilar do PST2 (extrato do desenho original)

As duas primeiras celas de entrada e saída, visam assegurar a ligação à rede de média tensão privativa e garantir a sua continuidade, a cela de corte geral, responsável pelo corte-geral da instalação de média tensão do edifício das *utilities*, as saídas de proteção a disjuntor são utilizadas para proteger os transformadores.

O PST3 destina-se a alimentar o polo técnico do edifício das *facilities*. É bastante similar ao esquema do PST2 com uma redução do número de proteções para transformador, resultante da menor potência necessária para este edifício. Este PST é constituído pelos seguintes equipamentos:

- 1x Cella Entrada;
- 1x Cella Saída;
- 1x Cella Corte Geral;
- 3x Cella Proteção Disjuntor.

3.7.2. DIMENSIONAMENTO E PROTEÇÃO DE CANALIZAÇÕES

Todos os cálculos relacionados com a distribuição de energia foram efetuados com recurso a um programa da Siemens, designado por *Simaris Design 9*.

Em ambiente profissional é comum o recurso a *softwares* de apoio ao projeto, que não dispensando o conhecimento necessário para a realização dos dimensionamentos, permitem otimizar o cálculo e a rede de distribuição de energia, devido à rapidez com que os cálculos são efetuados e à facilidade de trabalho nas interfaces do programa.

A utilização do programa permitiu efetuar de uma forma rápida a verificação das condições de sobrecarga e sobreintensidades, a limitação da queda de tensão, a identificação dos valores de corrente de curto-circuito máximo e mínimo dos diversos alimentadores. O cálculo foi apenas efetuado desde as fontes de energia até aos quadros elétricos.

A figura 49 apresenta um excerto da rede de distribuição de energia efetuada para a unidade industrial de produção de cerveja, onde estão colocados os grupos geradores, os transformadores de energia, conectados por um sistema de transferência de cargas, e as saídas para as cargas a alimentar.

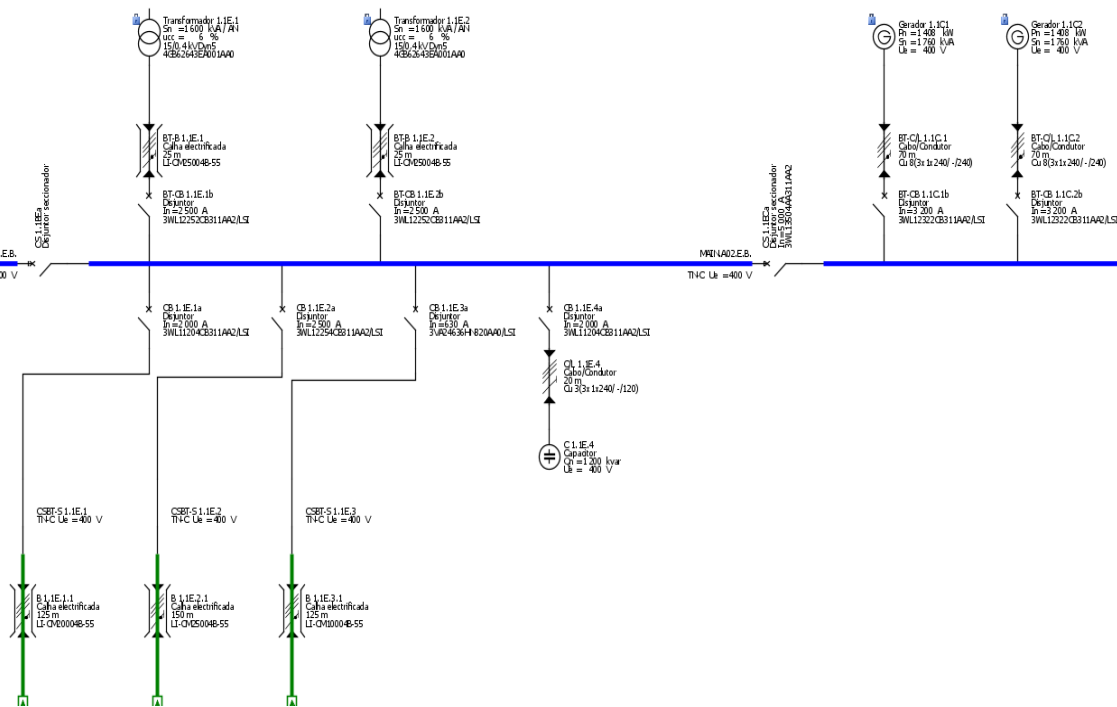


Figura 49 - Excerto da rede de distribuição da unidade industrial de produção de cerveja (extrato do programa)

O *software* permite efetuar o cálculo quer da rede normal quer da rede de socorro, isto é, da energia proveniente dos transformadores ou dos grupos geradores.

A figura 50 ilustra os modos de operação considerados no projeto com vista ao dimensionamento das duas redes anteriormente mencionadas.

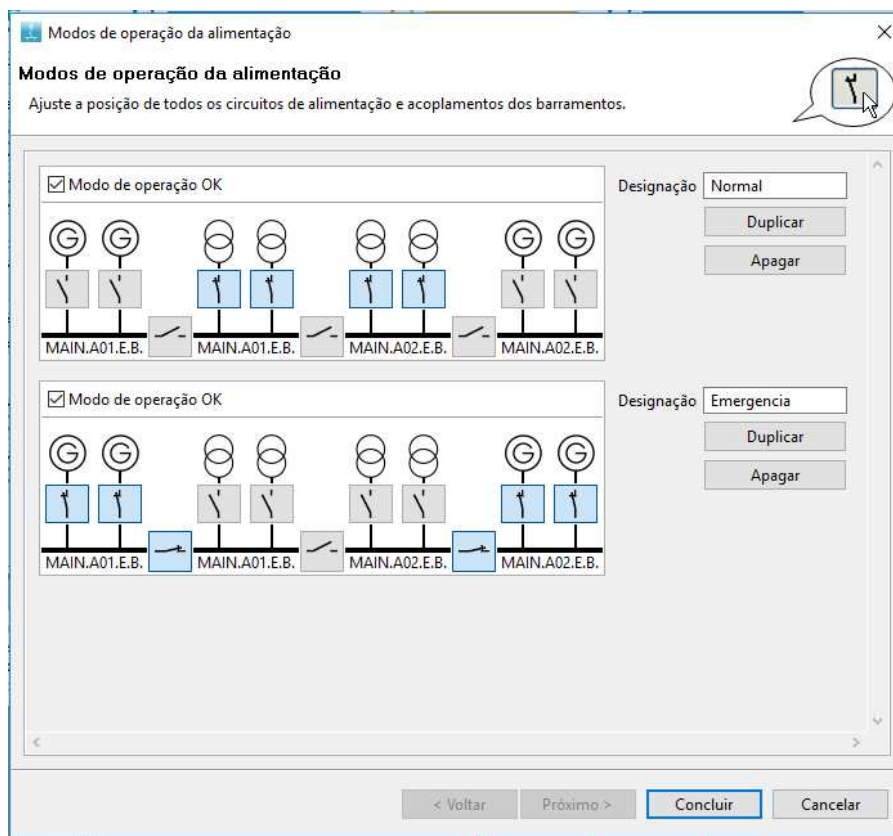


Figura 50 - Definição dos modos de operação da alimentação (extrato do programa)

O *software* permite ainda efetuar uma verificação e ajuste da seletividade dos equipamentos de proteção.

Podemos verificar na figura 53 o tipo de seletividade que existe na rede de distribuição. A verde estão indicados os elementos com seletividade total e a amarelo os com seletividade parcial.

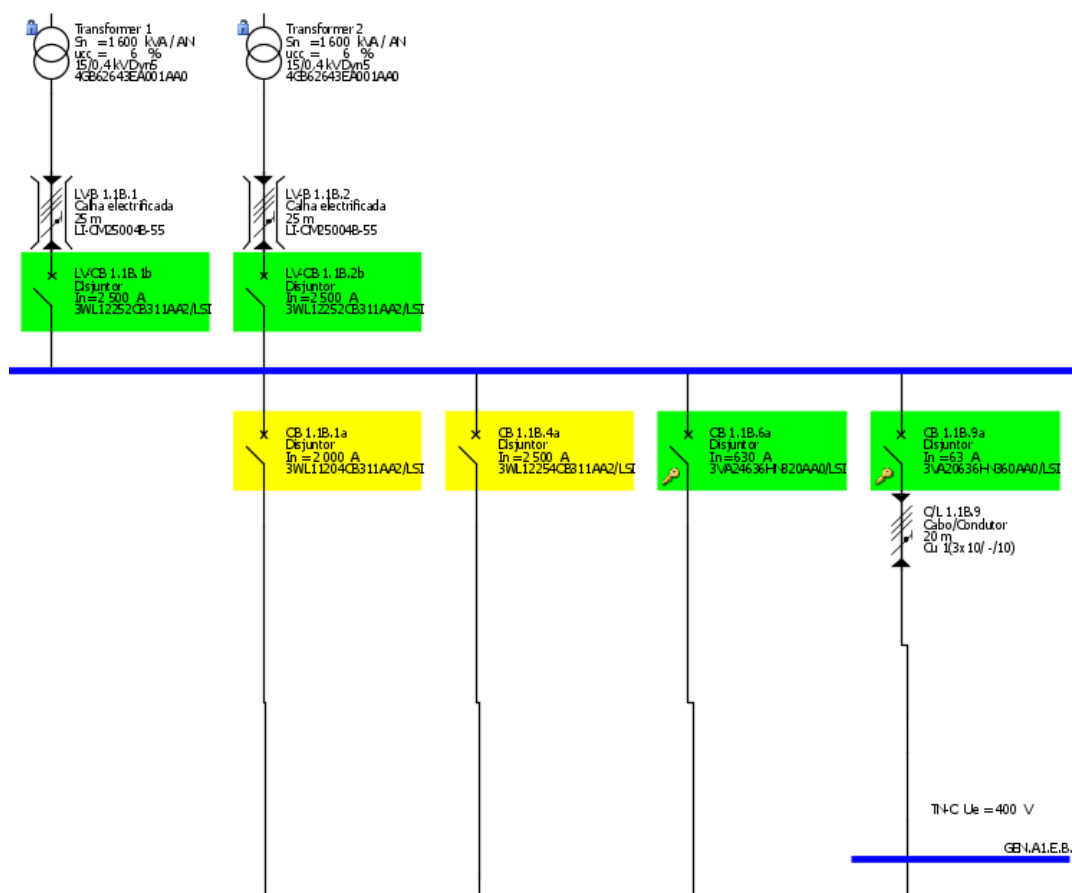


Figura 51 - Excerto da rede de distribuição – análise de seletividade (extrato do programa)

O programa permite ainda ajustar os parâmetros necessários para garantir a seletividade entre todos os equipamentos, tal como é apresentado na figura 52.

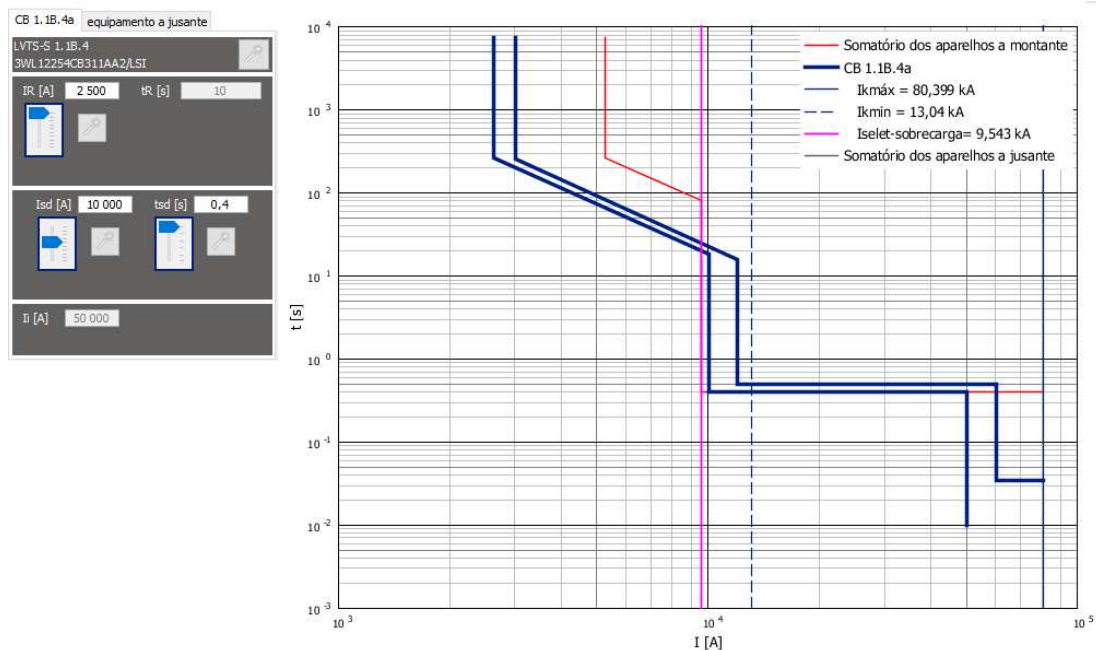


Figura 52 - Excerto da rede de distribuição – controlo da seletividade (extrato do programa)

Assim foram efetuados todos os dimensionamentos necessários ao projeto em questão, foi possível garantir o cumprimento de todas as condicionantes técnicas afetas ao projeto elétrico, tais como a queda de tensão máxima admissível, a corrente de curto-circuito mínima e máxima e as condições de sobrecarga, sobreintensidade e proteção de pessoas, foi também possível ajustar a seletividade entre os equipamentos de proteção, garantindo assim uma seletividade total e, alguns pontos da rede e parcial noutros.

3.7.3. SISTEMA DE *BUSBAR*

Tendo em consideração o tamanho das instalações, as potências envolvidas e a especificidade do projeto, optou-se por uma solução mista, entre distribuição com recurso a cabos e sistema de calhas eletrificadas, doravante designado por *busbar*. Este sistema possui como principais vantagens:

- O sistema de barramentos é fácil de projetar e fiável na operação;
- A sua montagem é mais rápida que um sistema convencional, através de cabos, conduzindo a uma redução dos custos associados à sua instalação;
- A especial construção do sistema (em forma de “sanduíche” sem ar entre barras adjacentes) resulta numa baixa impedância e por isso permite a circulação de correntes elevadas com muito baixas quedas de tensão;

- A corrente nominal de emprego é independente da posição de montagem. Não é necessário prever qualquer tipo de desclassificação;
- O bloco de união de aperto por parafuso único, contém molas duplas para armazenamento de energia assegurando que a instalação é isenta de manutenção;
- Está disponível um sistema de barreiras antifogo de classe de resistência ao fogo S 120 (conforme a DIN 4102-9).

O *busbar* é um sistema de barramentos pré-fabricado, em concordância com as normas IEC 439-1 e -6, adaptado para a transmissão/transporte de energia em áreas vastas.

A figura 53 apresenta o *busbar* utilizado na distribuição de energia da unidade industrial de produção de cerveja, o sistema LI.



Figura 53 - Sistema de busbar tipo [21].

O sistema é constituído por componentes normalizados, nomeadamente:

- Troços retilíneos com e sem pontos de derivação;
- Unidades de alimentação, para transformadores, quadros elétricos e cabos;
- Unidades de junção tais como curvas verticais e horizontais, curvas duplas, elementos Z e elementos T;
- Caixas de derivação, de vários calibres e diferentes tipos de proteção;
- Acessórios diversos.

Considerou-se no desenvolvimento e cálculo dos barramentos, para efeitos de dilatação por efeito térmico, unidades de absorção da expansão e pontos fixos.

Os elementos individuais dos sistemas são interligados por meio de bloco de união específico por encaixe e com sistema de aperto livre de manutenção.

O binário de aperto de 50Nm, obrigatório, é conseguido por quebra de uma porca fusível calibrada para este valor. Se não for atingido este valor e a porca fusível não for retirada, não será possível terminar a união entre os dois elementos.

Os elementos condutores podem ser de cobre ou alumínio, e devem estar instalados ao longo de todo o percurso. As barras de alumínio são revestidas a níquel e estanho e as barras de cobre têm revestimento superficial de estanho. Nas travessias entre pisos o sistema é dotado de barreiras antifogo por forma a evitar a propagação de um incêndio por estes locais.

Os barramentos preconizados em projeto apresentam as especificações técnicas presentes na tabela 9.

Tabela 9 Especificações técnicas do *busbar*.

Especificação	LI-CM25004B	LI-CM20004B	LI-CM10005B
Corrente nominal de emprego	2500A	2000A	1000A
Grau de proteção	IP55		
Tensão nominal de emprego	1000V		
Tensão nominal de isolamento	1000V		
Material condutor	Cobre		
Número e tipo de condutores	3F+PEN		
Corrente de curto-circuito	220kA	176kA	90kA

A adoção do sistema de *busbar* no projeto de instalações elétricas permitiu otimizar as instalações e os gastos com os cabos necessários para substituir estas calhas eletrificadas. Apesar do seu dimensionamento e traçado ser bastante rigoroso, em fase de projeto, o

sistema apenas é fornecido e instalado após medições efetuadas em obra, devido a todos os constrangimentos possíveis que posso ocorrer, tais como desvios de traçado, ajustes nas cotas de instalação, etc.

A figura 54 apresenta a simbologia utilizada em projeto para o sistema de *busbar*.

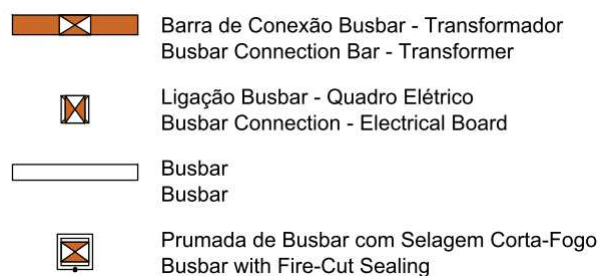


Figura 54 - Excerto da simbologia das instalações elétricas (extrato do desenho original)

Nas figuras 55 e 56 podemos verificar alguns exemplos de uma instalação com o sistema *busbar*.



Figura 55 – Ligação do *Busbar* ao quadro elétrico



Figura 56 - Sistema de *busbar* vertical

Nas figuras 57 e 58 podemos verificar a aplicabilidade, em projeto, do sistema de *busbar*, é possível identificar as barras de conexão ao transformador, a subida ao piso superior, com a respetiva selagem resistente ao fogo, a conexão aos quadros elétricos gerais e as saídas para os quadros parciais.

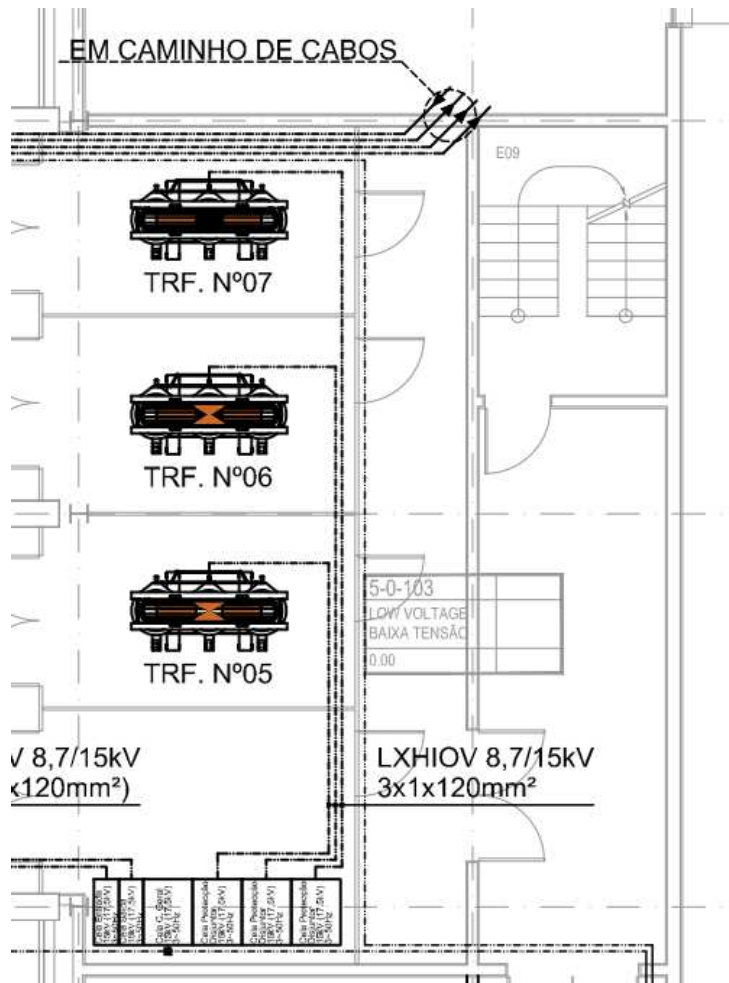


Figura 57 - Barra de conexão busbar ao transformador (extrato do desenho original)

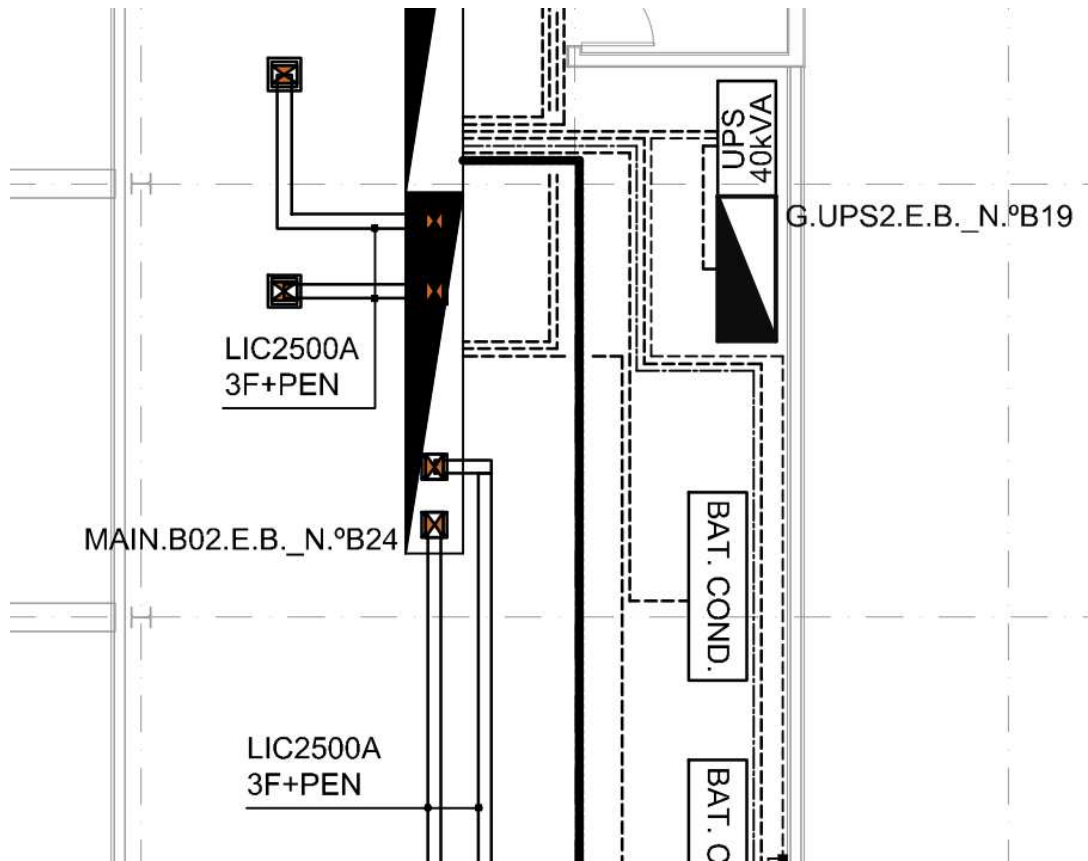


Figura 58 - Subida do *busbar* desde os transformadores e respetiva ligação aos quadros elétricos (extrato do desenho original)

3.7.4. ALIMENTAÇÃO SOCORRIDA

A pretensão do cliente é que a unidade industrial de produção de cerveja possa laborar 24 horas por dia, sete dias por semana, com diversos turnos de trabalhadores. Atendendo à instabilidade da rede elétrica angolana, os cortes de energia são frequentes e podem ocorrer por largas horas/dias ou então em micro-cortes que podem por em risco a operação da fábrica, foi necessário projetar um sistema local de produção de energia, com recurso a grupos geradores, que seja capaz de suportar na totalidade todas as cargas da instalação.

Assim, foram preconizados em projeto geradores de 1600kVA em funcionamento contínuo e 1760kVA em serviço de emergência, isto é, o grupo gerador permite uma sobrecarga de cerca de 10 por cento no período limitado de horas.

A figura 59 apresenta o modelo de grupo gerador utilizado em projeto.

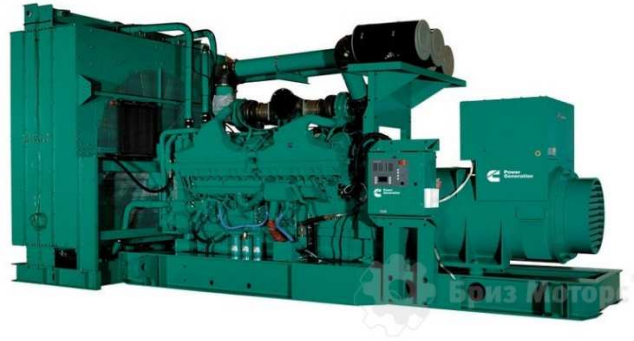


Figura 59 - Grupo gerador de socorro utilizado no projeto

Tendo em conta que os grupos geradores serão instalados no exterior das instalações estes serão canopiados, isto é, serão colocados no interior de um contentor que lhes garantirá uma série de valências para a sua utilização no exterior, nomeadamente:

- Proteção contra a chuva;
- Silenciador capaz de reduzir os ruídos oriundos deste em cerca de 30dB;
- Depósito diário de combustível.

Atendendo às potências em causa, considerou-se a instalação de sete grupos geradores para as instalações da unidade industrial de produção de cerveja, o arranque dos grupos geradores será elétrico com motor de arranque alimentado por baterias de acumuladores.

Com requisitos para o funcionamento do grupo destacam-se: O grupo gerador poderá encontrar-se em posição de desligado, manual, automático ou ensaio. A informação de falta de tensão ao grupo ou ainda de falta e assimetria em fases será obtida a partir de um relé apropriado a instalar no quadro onde se fará a transferência de cargas. A estabilização da frequência deverá ser efetuada em aproximadamente 8 segundos. O sistema de comando deverá ser temporizável de modo a garantir o funcionamento do grupo durante um tempo a fixar, mesmo na sequência imediata do retorno da tensão de rede, para evitar paragens e arranques sucessivos no caso de cortes intermitentes de curta duração.

A figura 60 apresenta o esquema das ligações elétricas dos grupos geradores à instalação, por forma a garantir a totalidade da potência necessário, tal como nos transformadores, os grupos geradores foram também conectados em paralelo. Na figura é possível verificar ainda a transferência de cargas entre a rede normal e a rede de emergência.

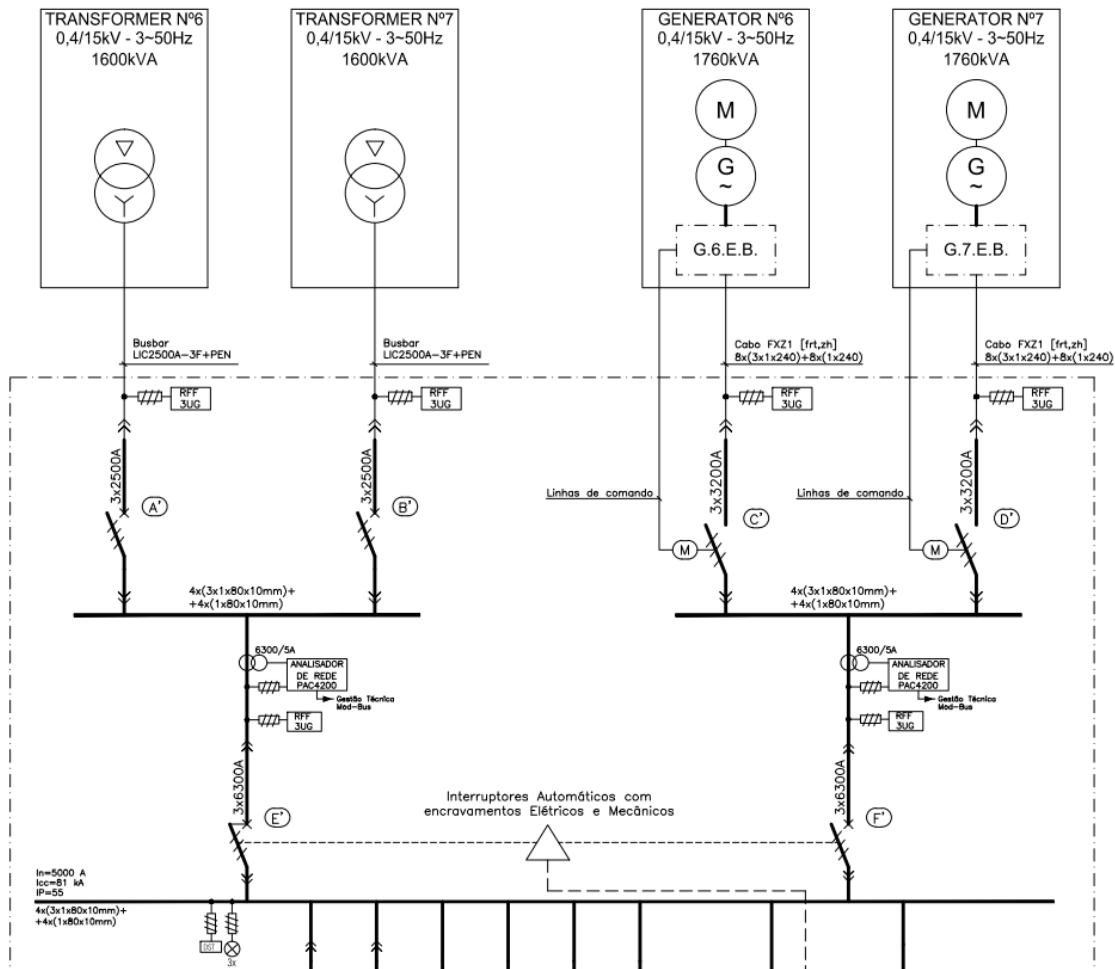


Figura 60 - Quadro elétrico das *facilities* (extrato do desenho original)

Estes grupos terão incorporado um depósito diário de combustível de 500 litros, que garantem um tempo de funcionamento de aproximadamente 2 horas, uma vez que estes grupos geradores possuem um consumo na ordem 365 litros por hora, em funcionamento a plena carga. Contudo, dada a perspectiva de tempo de falha da rede pública, esta autonomia não é suficiente sendo necessário prever depósitos complementares. Foram então previstos tanques de reserva de combustível para uma autonomia de dois dias para cada conjunto de dois grupos geradores, conforme se ilustra na figura 61.

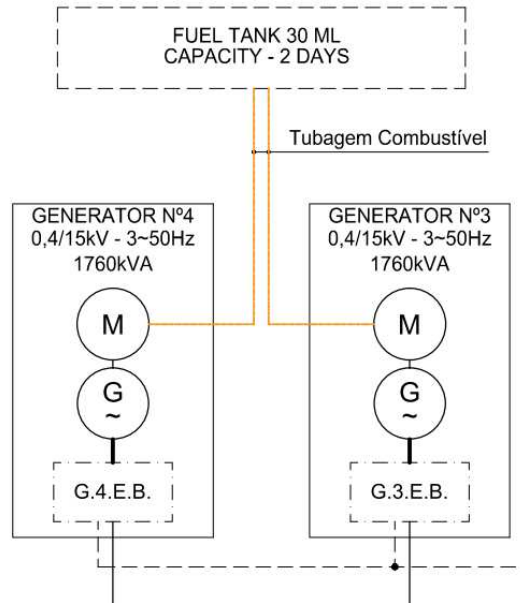


Figura 61 - Diagrama dos geradores e tanque de combustível (extrato do desenho original)

Este é sem dúvida alguma o tema, no projeto de instalações elétricas, onde as instalações poderiam ser amplamente otimizadas, foram apresentadas ao cliente outras soluções, capazes de criar um sistema mais fiável, organizado e com uma menor taxa de manutenção aos equipamentos. Contudo o elevado custo dessas soluções inviabilizou a sua utilização.

As soluções alternativas passavam pelo seguinte:

- Criação de um parque de combustível, concentrado num local mais remoto do lote, com uma rede de distribuição de combustível alimentar todos os grupos geradores;
- Utilização de grupos geradores em média tensão, sendo possível colocar todos juntos, preferencialmente junto à entrada da rede de média tensão;
- Produção em baixa tensão com injeção na rede de média tensão;
- Cogeração.

Outro dos grandes problemas na rede são os micro-cortes e as perturbações sistemáticas da qualidade de energia, no primeiro caso os grupos geradores não permitem suprimir este problema, pois o tempo de arranque e estabilização é de cerca de oito segundos, e os cortes rondam os milésimos de segundo, enquanto no segundo são já uma solução parcial, visto

produzirem energia elétrica com bastante fiabilidade, no entanto o problema mantém-se na rede normal.

Por forma a precaver estas ocorrências na rede elétrica foram propostas duas soluções ao dono da obra, nomeadamente:

- Unidades de alimentação ininterrupta (UPS) dinâmicas;
- Estabilizadores de tensão.

A utilização de um ou outro equipamento depende fundamentalmente dos preços associados a cada um deles. A UPS dinâmica apresenta a maior valia de conseguir suportar a instalação pelo período necessário de arranque e estabilização dos grupos, enquanto o estabilizador é um equipamento passivo e apenas iria permitir reduzir as perturbações da rede oriundas da rede normal. Ambos os sistemas foram rejeitados pelo cliente.

3.7.5. SISTEMA DE UNIDADES DE ALIMENTAÇÃO ININTERRUPTA

No âmbito das instalações elétricas dão-se muitas vezes fenómenos que podem por em causa a continuidade de funcionamento das instalações, para evitar que tal aconteça é providencial prever equipamentos capazes de assegurar o perfeito funcionamento destas.

Tendo em conta a recusa do cliente, por motivos de ordem econômica, em utilizar sistemas de alimentação ininterrupta para toda a fábrica, como por exemplo as UPS dinâmicas, considerou-se apenas pequenas UPS nos locais onde existam equipamentos informáticos que necessitam de alimentação permanente e que a interrupção de energia possa comprometer o processo de fabrico ou de gestão da fábrica.

Tendo em conta que o empreendimento se divide em dois edifícios (não considerando a portaria por não se considerar necessária a instalação de uma UPS nesse local), considerou-se um UPS por cada um deles associado a um quadro geral de UPS. Foram consideradas em ambos os edifícios UPS's de 40kVA.

A figura 62 apresenta a distribuição de energia entre o quadro elétrico e a UPS.

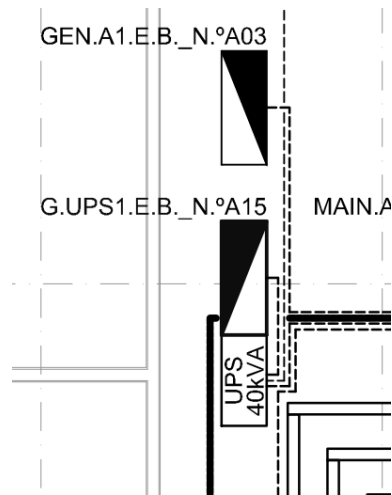


Figura 62 - UPS e quadro geral do sistema do edifício das *utilities* (extrato do desenho original)

A UPS é alimentada pelo quadro geral do edifício que por sua vez alimenta o quadro geral da UPS, este quadro elétrico apenas faz a alimentação dos restantes quadros de UPS espalhados pela fábrica. Cada um desses quadros alimenta os diversos circuitos terminais através das tomadas apresentadas em capítulo próprio.

A figura 63 apresenta um quadro elétrico afeto ao sistema de UPS.

LABOR.UPS.E.B._N.ºA18

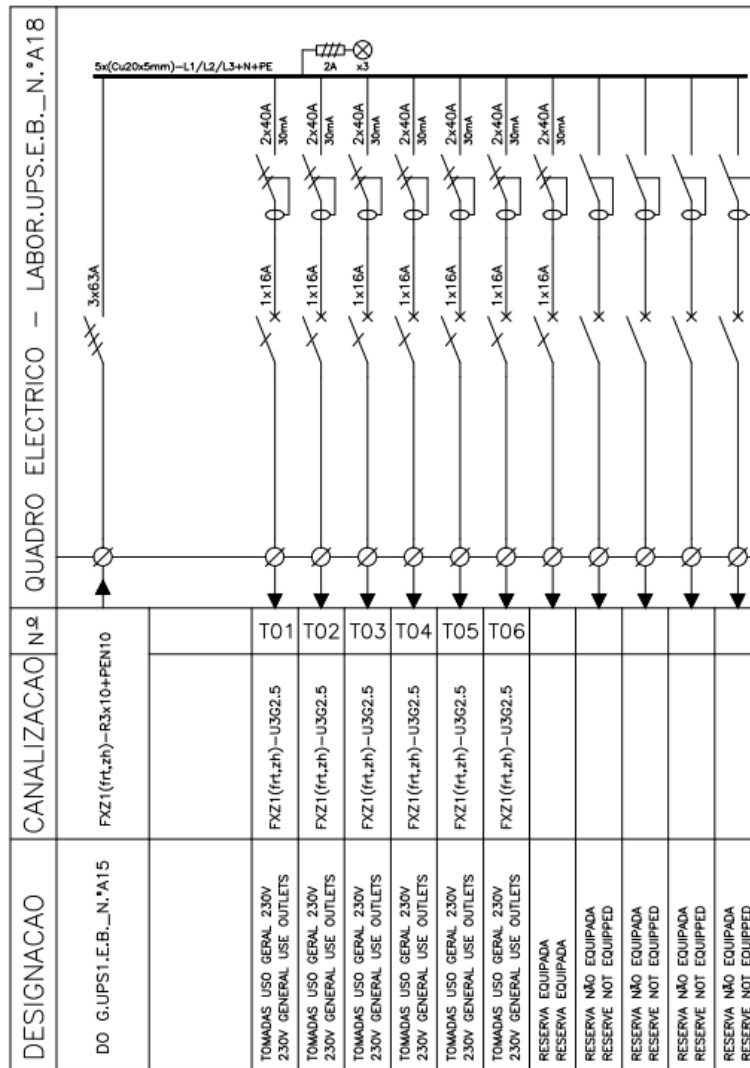


Figura 63 - Exemplo de quadro elétrico de UPS (extrato do desenho original)

Ao contrário dos restantes quadros elétricos, em que os circuitos de tomadas são agrupados por interruptor diferencial, os circuitos de UPS são alimentados individualmente por interruptores diferenciais.

3.7.6. QUADROS ELÉTRICOS

Foram considerados quadros elétricos capazes de facilmente se integrarem com o sistema de busbar preconizado para o projeto.

Os quadros foram distribuídos pelas instalações de forma a suprir as necessidades dos diversos espaços e a reduzir a área de influência de cada um destes.

Cada quadro conterà todas as sinalizações e dispositivos de manobra necessários ao comando e controle da rede de distribuição que lhe está afeta.

Os quadros elétricos a considerar em ambientes húmidos serão em aço inoxidável com grau de proteção IP66.

Nas zonas potencialmente explosivas não foram considerados quadros elétricos, tendo estes sido movidos para zonas sem este tipo de perigo.

Na distribuição de energia entre quadros elétricos optou-se pela utilização do sistema TN-C, devido à economia resultante deste tipo de distribuição, a jusante dos quadros elétricos a distribuição até aos equipamentos, com exceção dos equipamentos da GEA, foi efetuada com recurso ao sistema TN-C-S, devido à necessidade de proteção dos utilizadores contra os contactos diretos.

A Figura 64 mostra um extrato da colocação de quadros elétricos na zona de enchimento e na zona de manutenção.

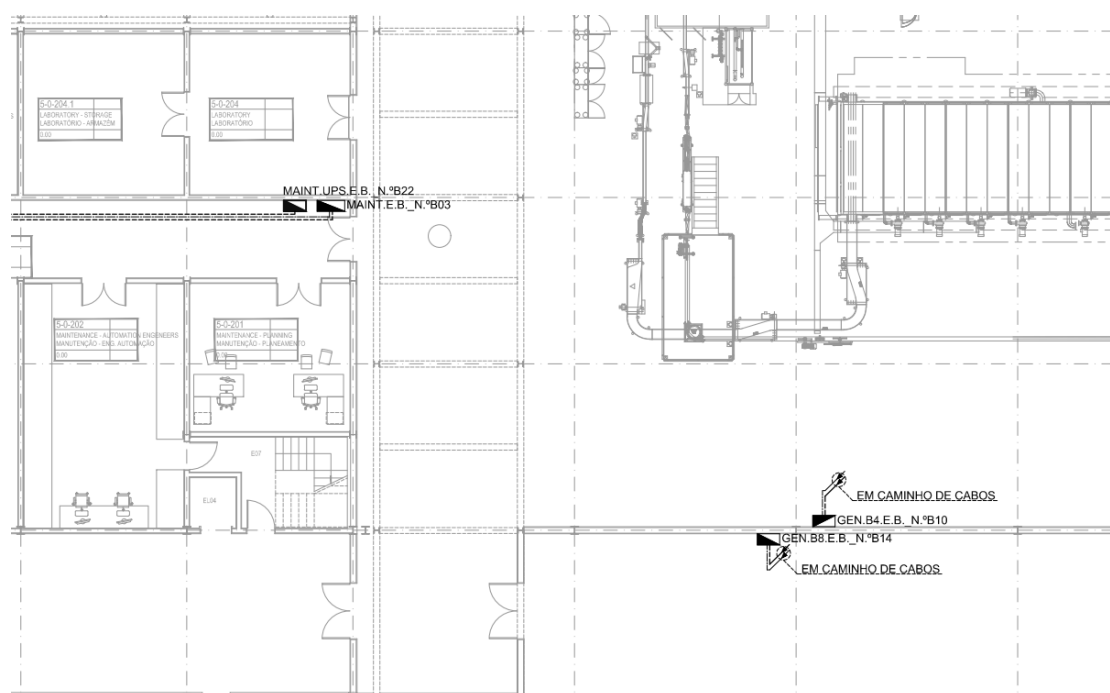


Figura 64 – Marcação em planta dos quadros elétricos (extrato do desenho original)

A Figura 65 apresenta o esquema unifilar de um quadro elétrico da zona onde será armazenada a levedura (*yeast*) utilizada no fabrico da cerveja.

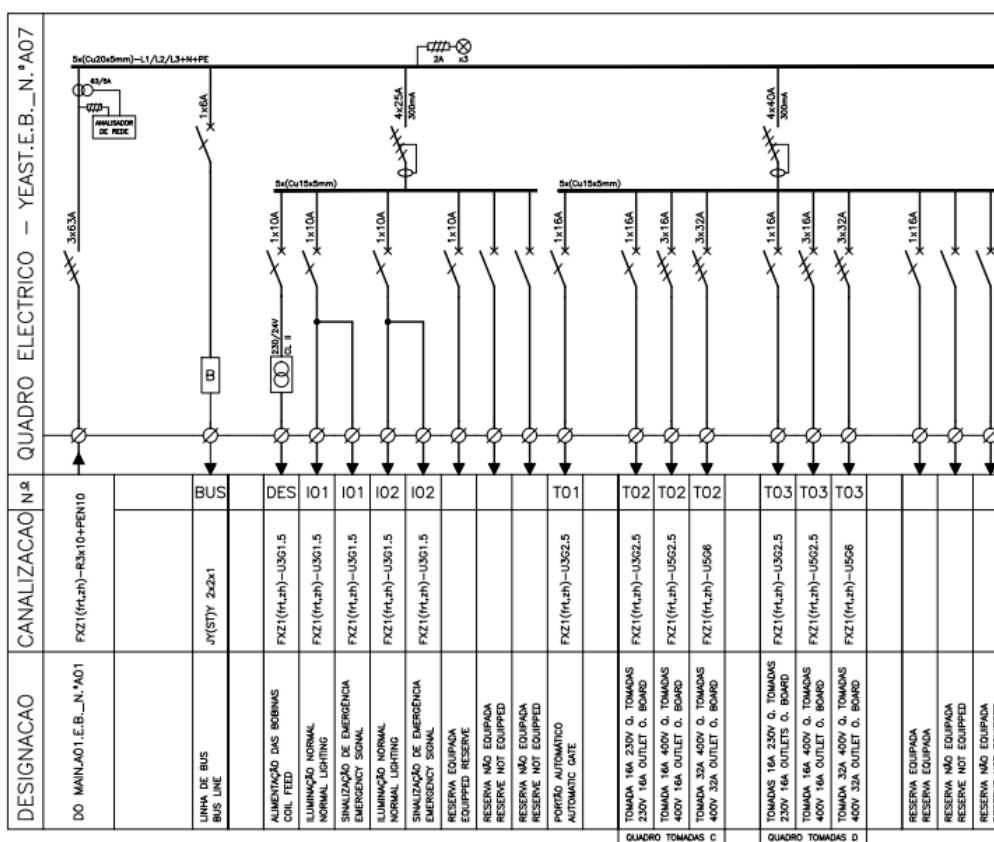


Figura 65 – Esquema unifilar de um quadro elétrico (extrato do desenho original)

3.8. ILUMINAÇÃO

Os sistemas de iluminação são uma das principais especialidades que compõem os projetos de instalações elétricas, para além da sua função de iluminar os diversos espaços, existe também uma componente de *design* bastante forte. A relação com a arquitetura é muito forte e obriga a uma análise cuidada dos espaços procurando sempre a integração entre a arquitetura e a iluminação. A unidade industrial de produção de cerveja não é exceção, apesar de este ser um edifício industrial existe a necessidade de integrar a iluminação na arquitetura, por forma a harmonizar as soluções. A escolha do tipo de equipamentos a utilizar recai em grande parte nesta necessidade de conciliar o sistema de iluminação com o edifício, sem nunca descorar as exigências regulamentares.

Os sistemas de gestão e comando da iluminação necessitam de ser analisados do ponto de vista da utilização diária da instalação. O projetista e o projeto não podem impor uma gestão,

devem identificar as necessidades e compreender os ritmos de trabalho da instalação a desenvolver.

O projeto de iluminação contempla a definição dos diferentes tipos de luminárias a utilizar em cada local, os cálculos luminotécnicos por forma a garantir o cumprimento das exigências regulamentares e da GEA, a sua implementação nas plantas de arquitetura e a definição dos sistemas de controlo e comando.

3.8.1. SELEÇÃO DE EQUIPAMENTOS

A escolha dos equipamentos de iluminação obedeceu, tal como referido anteriormente, a um compromisso entre as características técnicas e as estéticas, salvaguardando sempre o cumprimento escrupuloso das exigências mínimas regulamentares, nomeadamente em termos dos índices de proteção, resistência mecânica e dos níveis de iluminância mínimos.

A escolha dos equipamentos recaiu em cerca de 90 por cento dos casos na tecnologia LED, nos restantes 10 por cento foram preconizadas luminárias com recurso a lâmpadas fluorescentes. A utilização das lâmpadas fluorescentes foi considerada nos locais onde a sua utilização é mais fugaz e por isso o investimento em luminárias LED não é rentável, mas também nos casos em que não existem alternativas LED, como é o caso das luminárias para ambientes explosivos.

A figura 66 apresenta a luminária prevista para iluminar a área de produção e armazém da fábrica, que segundo os dados do fabricante apresenta um índice de proteção IP65 e IK09, uma potência de 90W, com uma eficiência de 137lm/W (Climar, 2017).



Figura 66 - Luminária utilizada no projeto de iluminação interior [02].

As zonas potencialmente explosivas, por indicação da GEA, possuem a classificação ATEX Zona 22 II 3D, isto é:

- Local em que uma atmosfera explosiva sob a forma de uma nuvem de poeira combustível no ar, não são prováveis de ocorrer em condições de funcionamento normais, mas caso aconteçam, apenas por um curto período;
- Equipamentos a utilizar em locais suscetíveis de ocorrência de atmosferas explosivas;
- Nível de proteção reforçado.

Foi então prevista a luminária apresentada na figura 67 como capaz de garantir a proteção necessária nesta classificação ATEX.



Figura 67 - Luminária utilizada em zonas potencialmente explosivas [03]

Tendo em conta o período de laboração da fábrica, vinte e quatro horas por dia, sete dias por semana, é de extrema importância que a sua envolvente seja devidamente iluminada. Atendendo à importância estética atribuída ao empreendimento a iluminação exterior desempenha igualmente um papel fundamental. Para tal foram preconizados dois tipos de iluminação exterior, uma iluminação periférica com recurso a postes de iluminação e a outra, mais cénica, foi colocada nas palas do edifício por forma a marcar o contorno deste, e assim, através de uma iluminação indireta, criar uma ambiência diferente no local.

A figura 68 apresenta a luminária preconizada para colocação nas palas do edifício, segundo o fabricante a luminária apresenta um índice de proteção IP65 e IK09, uma potência de 14,4W, com uma eficiência de 90lm/W (Climar, 2017).



Figura 68 - Luminária utilizada no projeto de iluminação exterior [02].

3.8.2. CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

Os cálculos luminotécnicos foram efetuados com recurso a dois *softwares* de cálculo luminotécnico, o Dialux para os ambientes interiores e o Ulysse3 para os exteriores.

A figura 69 apresenta as zonas de cálculo consideradas no estudo da iluminação exterior e que depois foram reproduzidas para os desenhos da respetiva especialidade. Os estudos indicam uma iluminância média na ordem dos 14lux.

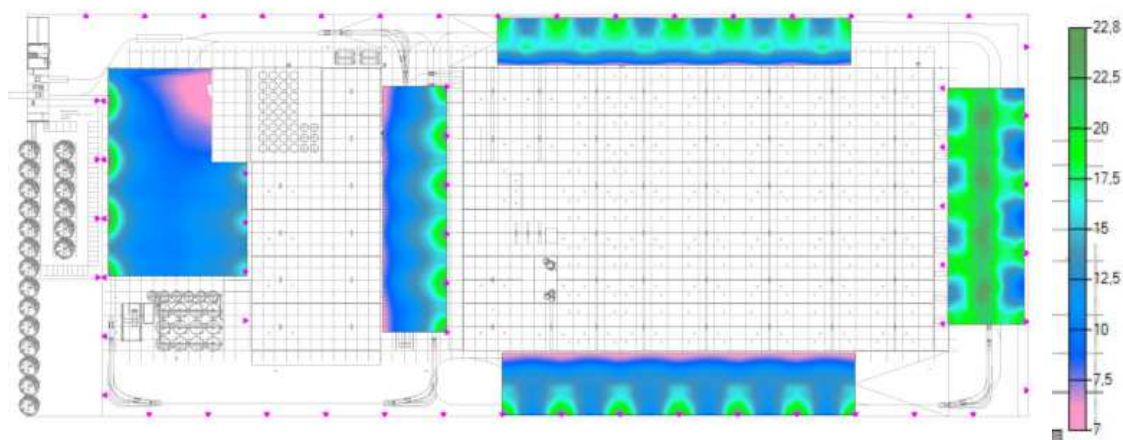


Figura 69 - Vista de cores no cálculo luminotécnico exterior.

3.8.3. PROJETO LUMINOTÉCNICO

Após efetuados os dois passos explanados nos capítulos anteriores é necessário proceder à implementação dos equipamentos seleccionados e de acordo com os cálculos efetuados.

A referenciação das luminárias é efetuada por recurso à letra “L” acompanhada por um número sequencial, a cada tipo de luminária, com as mesmas características, é atribuído um único código, esse código reporta para as fichas luminotécnicas que acompanham o projeto.

A figura 70 apresenta a marcação da iluminação e a respectiva referência para consulta das fichas luminotécnicas.

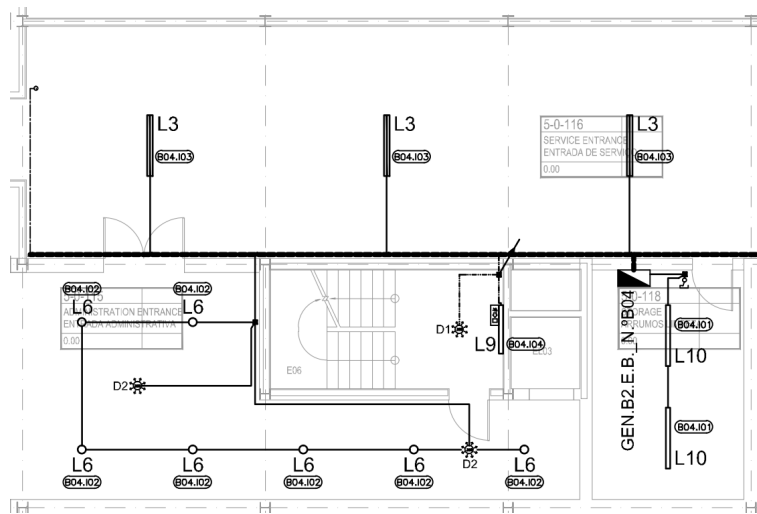


Figura 70 - Marcação de iluminação e referência das luminárias (extrato do desenho original)

São estas fichas que resumem as características técnicas principais de cada uma das luminárias existentes no projeto, nomeadamente:

- Marca e modelo;
- Potência e tipo de lâmpada;
- Tipo de balastro;
- Índice de proteção;
- Temperatura de cor;
- Etc.

Para além disso apresentam também uma imagem da luminária e um pormenor do seu tipo de instalação.

Na figura 71 podemos verificar a ficha luminotécnica correspondente à luminária L3.

FICHA LUMINOTÉCNICA



Características do local



TIPO DE APLICAÇÃO:

Luminária de encastrar no teto-falso (Ref. CLIMAR - FIUZA RECESS)

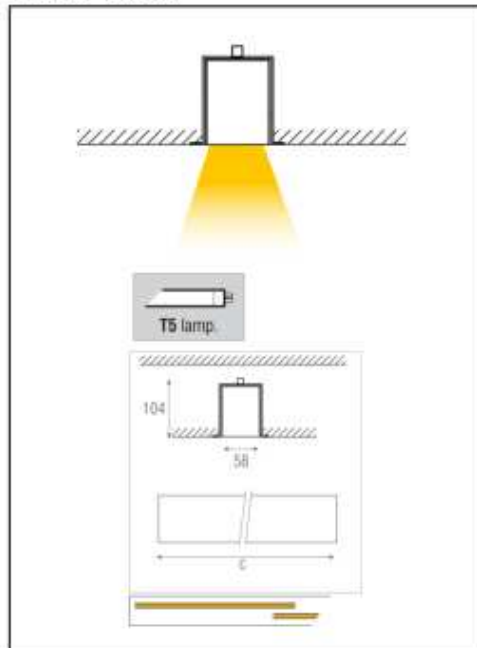
NOTA:

Incluir todos os acessórios de montagem;
 Formação de tinhas contínuas (variável - ver plantas);
 Deverá ser efetuado um ensaio no local com o objetivo de aferir exatamente o posicionamento, a temperatura de cor e a potência da luminária em questão.

Características luminotécnicas

TC - TEMPERATURA DE CÔR	3000 °K	IP IK	44	07
E - ILUMINÂNCIA	-	TIPO DE ILUMINAÇÃO	Semidirecta	
L - LUMINÂNCIA	-	TIPO DE LÂMPADA	T5	
U - COEF. UNIFORMIDADE	0,71	POTÊNCIA DA LÂMPADA	49W	
UGR - UNIFIED GLARE RATING	≤ 19	BALASTRO	Eletrónico	
Ra - RESTITUIÇÃO CROMÁTICA	80 ≤ Ra < 100	REFLETOR	-	
η - RENDIMENTO	≥ 80%	DIFUSOR	Acrílico opalino (OPAL 030)	
ALIMENTAÇÃO	230V	CORPO/BASE	Alumínio anodizado nat. mate	
DIMENSÕES (mm)	58	CLASSE DE ISOLAMENTO	I	
			104	variável

Proposta - Esquisso



Proposta - Fotografia



Data: 2017.

Elaborado por:

ILUMINAÇÃO NORMAL

Código:

L3

Figura 71 - Ficha luminotécnica da luminária L3

3.8.4. SISTEMAS DE COMANDO E GESTÃO

No âmbito da gestão e comando da iluminação da fábrica foram consideradas diversas metodologias que se adaptam aos diferentes espaços que constituem a unidade industrial.

O sistema foi pensado por forma a otimizar a solução luminotécnica permitindo a máxima eficiência e rentabilidade.

A figura 72 apresenta um excerto da simbologia associada ao sistema de comando e gestão.














	Comando de Iluminação do Tipo Interruptor Simples One-way, 1 Gang, 10A, Recessed Lighting Switch
	Comando de Iluminação do Tipo Interruptor Simples com Tampa ATEX ATEX One-way, 1 Gang, 10A, Weatherproof Recessed Lighting Switch
	Comando de Iluminação do Tipo Interruptor Simples com Tampa One-way, 1 Gang, 10A, Weatherproof Recessed Lighting Switch
	Comando de Iluminação do Tipo Comutador de Lustre One-way, 2 Gang, 10A, Recessed Lighting Switch
	Comando de Iluminação do Tipo Comutador de Lustre com Tampa ATEX ATEX One-way, 2 Gang, 10A, Weatherproof Recessed Lighting Switch
	Comando de Iluminação do Tipo Comutador de Lustre com Tampa One-way, 2 Gang, 10A, Weatherproof Recessed Lighting Switch
	Comando de Iluminação do Tipo Comutador de Escada Two-way, 1 Gang, 10A, Recessed Lighting Switch
	Comando de Iluminação do Tipo Comutador de Escada com Tampa ATEX ATEX Two-way, 1 Gang, 10A, Weatherproof Recessed Lighting Switch
	Comando de Iluminação do Tipo Detetor de Movimento 180° Wall Motion Sensor 180° Ø8m
	Comando de Iluminação do Tipo Detetor de Movimento Crepuscular Wall Crepuscular Sensor Ø8m
	Comando de Iluminação do Tipo Detetor de Movimento 360° Ceiling Motion Sensor/Presence 360° Ø12m
	Comando de Iluminação do Tipo Detetor de Presença/Crepuscular 360° Ceiling Motion Presence/Crepuscular 360° Ø44m
	Quadro de Comando de Iluminação / Paine Sinóptico Lighting Comand Panel

Figura 72 - Simbologia do sistema de gestão e comando (extrato do desenho original)

Foram considerados diferentes tipos de espaços/utilizações:

- Zonas fechadas de acesso pouco frequente ou por curtos períodos;
- Zonas fechadas de acesso frequente ou de permanência de pessoas;
- Zonas de passagem de pessoas;

- Zonas com luz natural;
- Zonas exteriores.

Nas zonas fechadas de acesso pouco frequente ou por curtos períodos compreendem-se as instalações sanitárias e balneários, nestes espaços foi considerada a instalação de detetores de movimento que se encontram conectados diretamente aos circuitos de iluminação. Esta solução permite reduzir os custos associados à instalação de comando e gerir de forma automática os espaços de acordo com a frequência da sua utilização.

A figura 73 apresenta as ligações dos detetores de movimento no vestiário masculino da fábrica.

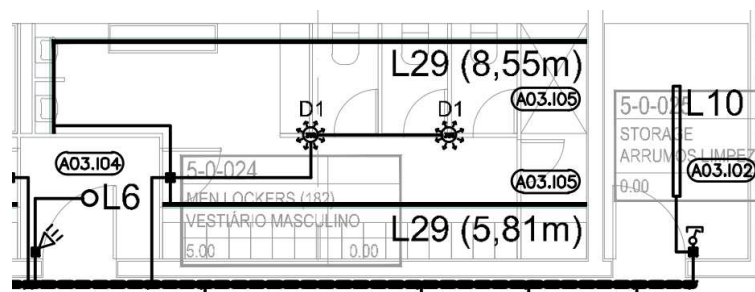


Figura 73 - Sistema de comando através de detetores de movimento (extrato do desenho original)

Nos locais de trabalho, de dimensões reduzidas, onde é expectável uma utilização frequente optou-se pela colocação de comandos de iluminação manuais junto dos acessos a esses espaços. Com esta solução permite-se aos utilizadores manobrar a iluminação nestes locais sempre que tal for necessário.

A figura 74 apresenta um exemplo de utilização de um sistema de comando através de comandos manuais.

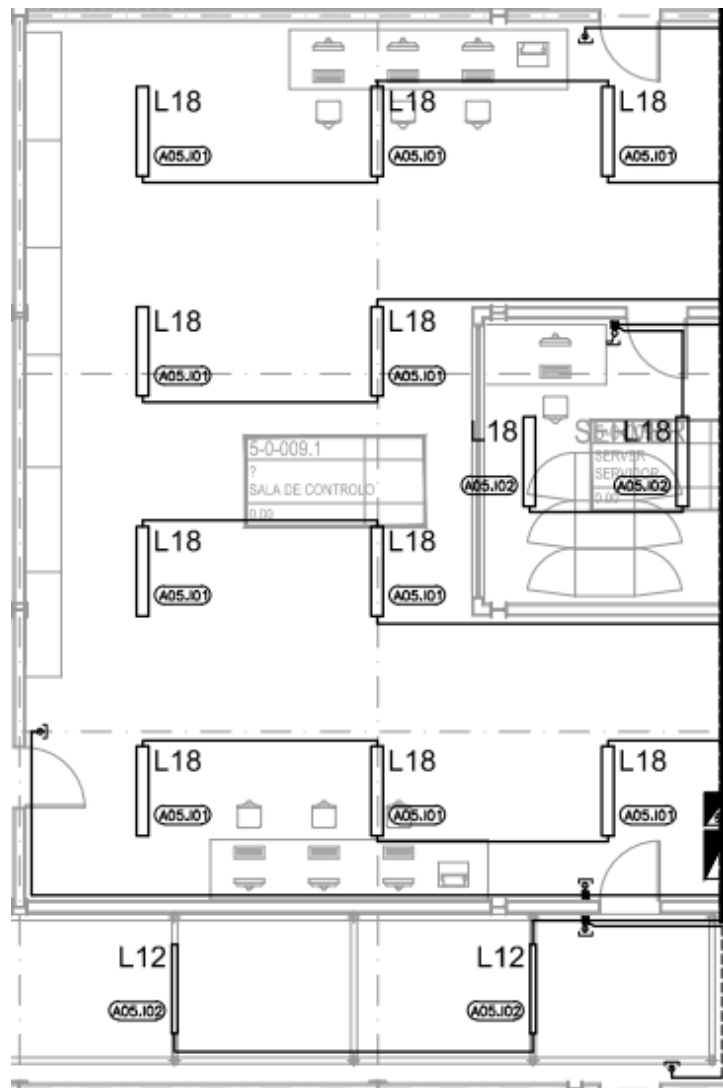


Figura 74 - Sistema de comando através de comandos manuais (extrato do desenho original)

Na iluminação exterior, nos corredores de circulação de pessoal e de público foram considerados circuitos de iluminação conectados ao sistema de KNX, permitindo efetuar a gestão destes espaços remotamente e de acordo com a utilização prevista.

As luminárias deste espaço foram conectadas aos módulos de KNX mas não diretamente, isto é, neste projeto foram utilizados módulos de saídas binárias KNX de 8 canais de 2A, tendo em conta a corrente definida estas saídas não atuarão diretamente nos circuitos de potência. As saídas serão conectadas a relés intercalados nos circuitos de potência dos quadros elétricos. Esta solução visa reduzir o custo dos equipamentos KNX e o custo de manutenção. Tendo um papel “secundário” na alimentação dos equipamentos é possível reduzir ao mínimo os problemas oriundos desta instalação.

Com esta combinação de elementos é possível ajustar automaticamente o fluxo luminoso da fábrica em função da entrada de luz e do movimento de pessoas no local.

A figura 76 apresenta um excerto de um dos quadros elétricos responsável pela alimentação das luminárias na zona de enchimento e armazém, nela podemos identificar as entradas binárias, onde são conectados os detetores de movimento crepusculares, e o módulo DALI responsável pelo ajuste do fluxo luminoso das luminárias.



Figura 76 - Excerto de quadro elétrico com entradas binárias KNX e controlador KNX-DALI (extrato do desenho original).

Em todos os locais de trabalho controlados pelo sistema KNX foram igualmente preconizados quadros de comando de iluminação, ou comandos KNX de 4 teclas, para em

caso de necessidade imediata permitir aos utilizadores um controlo local. Os quadros de comando de iluminação são equipados com botões de pressão conectados a entradas binárias.

3.9. ILUMINAÇÃO DE SEGURANÇA

A iluminação de segurança deve permitir, em caso de avaria da iluminação normal, a evacuação segura e fácil do público para o exterior e possibilitar a execução das manobras respeitantes à segurança e à intervenção dos socorros. Como tal foi preconizada em toda a fábrica a colocação de iluminação de segurança do tipo bloco autónomo com bateria incorporada.

Tal como na iluminação ambiente a seleção das luminárias de emergência obedeceu também a um rigoroso critério estético e técnico, salvaguardando sempre os mínimos regulamentares. A figura 77 apresenta as luminárias de emergência utilizadas nas zonas com atmosfera potencialmente explosiva.



Figura 77 - Luminária de emergência para zonas de atmosfera potencialmente explosiva [22].

Atendendo à dimensão da fábrica e à expectável constante dificuldade em efetuar a manutenção de todo o sistema, previu-se a instalação de um sistema de controlo e gestão da iluminação de emergência.

O sistema permite a realização dos testes funcionais e de autonomia de forma automática e sem a necessidade de intervenção humana. Regista todos os testes efetuados e alerta para o caso de ocorrência de qualquer tipo de falha, permite ainda desempenhar as funções de telecomando, com a particularidade de permitir efetuar o controlo por zonas ou até por aparelho.

A figura 78 apresenta o diagrama de princípio do sistema CGLine+, a central de controlo do sistema é colocada em função do número de aparelhos a controlar. Da central sai uma linha de dois condutores que terá de ser conectada a cada uma das luminárias.

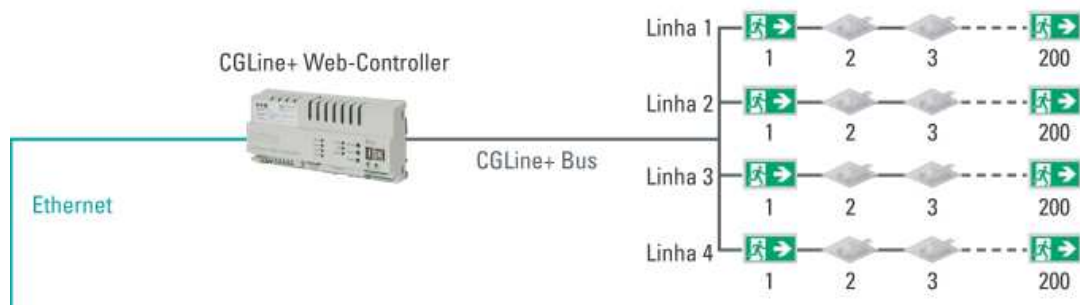


Figura 78 - Diagrama do sistema CGLine+[01]

Cada luminária dispõe de um endereço único atribuído em fábrica eliminando assim os problemas ligados com o endereçamento manual dos aparelhos, reduzindo o tempo de colocação em funcionamento do sistema.

Contudo o sistema apresenta uma desvantagem, este apenas funciona com luminárias de emergência da referida marca, não sendo impedimento para a colocação de outras, apenas perdendo as funcionalidades anteriormente descritas.

A Figura 79 apresenta um extrato de um desenho em planta de implementação dos circuitos de iluminação de segurança.

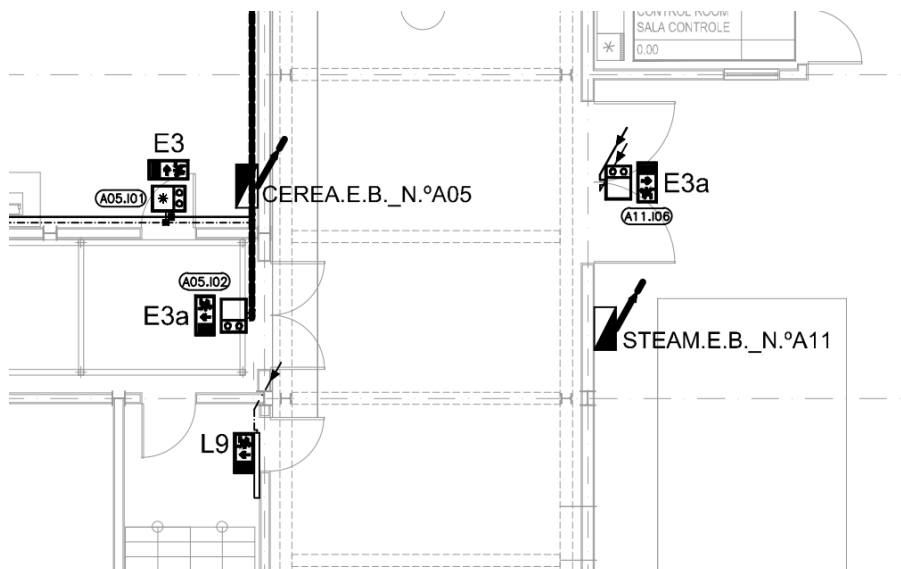


Figura 79 – Excerto da implementação da iluminação de segurança (extrato do desenho original).

A Figura 80 mostra um extrato de um quadro elétrico, com destaque para a ligação dos circuitos de iluminação de segurança num quadro elétrico.

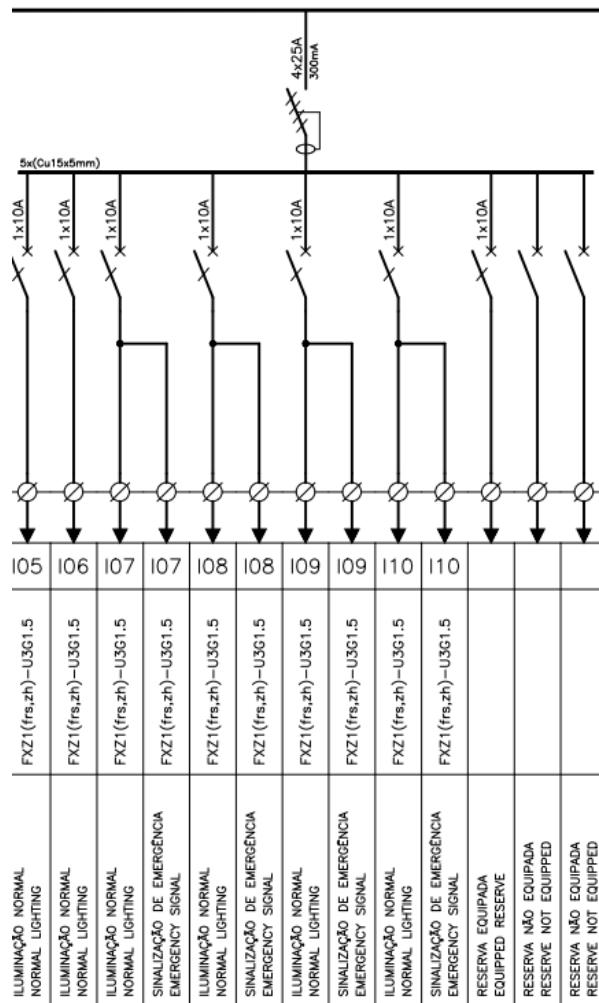


Figura 80 – Excerto de quadro elétrico com iluminação de segurança (extrato do desenho original).

3.10. SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Conforme foi referido em capítulo próprio neste documento o sistema de proteção de descargas atmosféricas constitui um elemento fundamental à proteção das instalações, equipamentos e das pessoas que utilizam a fábrica.

A unidade industrial de produção de cerveja será constituída em cerca de 80 por cento com recurso a estruturas metálicas e os restantes 20 por cento em alvenaria/betão. Para além deste facto a fábrica apresenta uma outra característica que faz pender a solução de proteção contra

descargas atmosféricas para o sistema de gaiola de Faraday, que é a sua considerável extensão.

A adoção de um conjunto de para-raios ionizantes, dispostos de forma a garantir total cobertura da fábrica, não seria suficiente para garantir a proteção das pessoas, seria sempre necessário equipotencializar as partes metálicas suscetíveis de estar em contacto com um ser humano, ora como a fábrica será construída com recurso a estruturas metálicas, aproveitou-se este facto para criar um sistema onde a própria estrutura serve de material condutor à terra.

Houve, contudo, a necessidade de acrescentar a este sistema um para-raios ionizante que visa proteger as zonas ATEX, sem que nestas seja necessário colocar elementos, que podem provocar uma faísca e originar uma explosão. Para tal o para-raios foi afastado da zona crítica, tendo sempre em conta o raio de proteção deste.

As imagens 81 e 82 apresentam partes da simbologia utilizada na subespecialidade de proteção contra descargas atmosféricas. Sendo este sistema bastante interativo com a especialidade de estruturas e betão armado é necessário pormenorizar, com o máximo de rigor e de informação todas as possíveis interações entre especialidades.

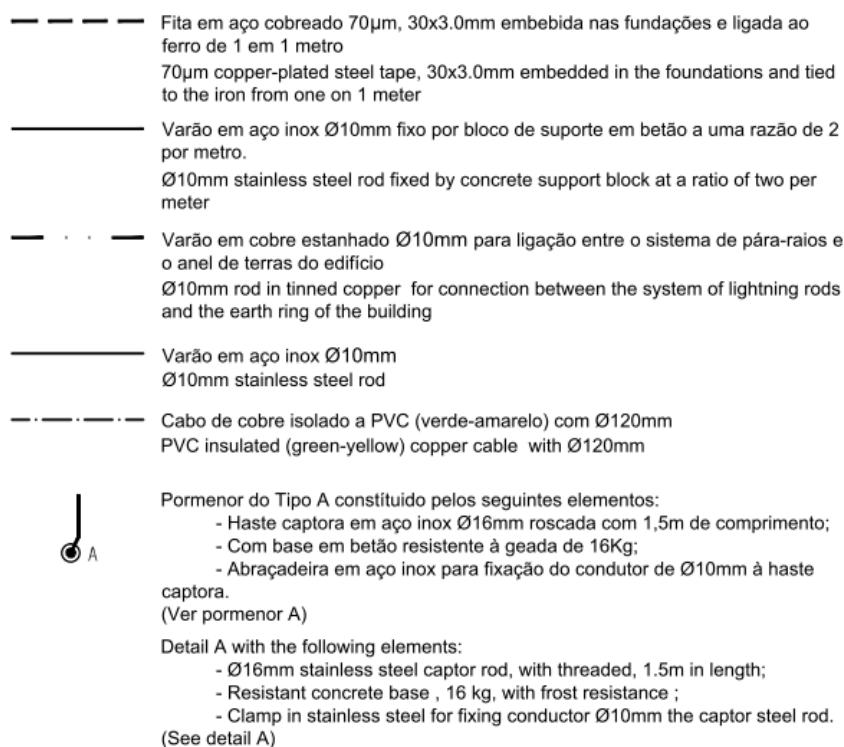


Figura 81 - Parte da simbologia afeta à especialidade de proteção contra descargas atmosféricas – condutores e haste captora (extrato do desenho original)



Pormenor do Tipo L constituído pelos seguintes elementos:
- Barra coletora em cobre com ligações 10 furos;
- Caixa de plástico, embebida ou saliente, com tampa para colocação da barra coletora.
(Ver pormenor L)

Detail L with the following elements:
- copper collector bar with 10 holes;
- Plastic housing, embedded or surfaced with lid for placement of busbar.
(See detail L)



Pormenor do Tipo M constituído pelos seguintes elementos:
- Pára-raios IONIFLASH Dt=135µs instalado em mastro de 5,8m;
- 3 suportes de fixação tubular para mastro em aço inox instalados no passadiço metálico dos silos.
(Ver pormenor M)

Detail M with the following elements:
- Lightning arresters IONIFLASH Dt = 135µs installed on 5.8m pole;
- 3 fixing brackets for tubular stainless steel pole installed in metal bridge silos.
(See detail M)

Figura 82 - Simbologia afeta à especialidade de proteção contra descargas atmosféricas – Barra coletora de terra e para-raios (extrato do desenho original)

No que diz respeito aos pormenores a sua elaboração é um processo bastante moroso obrigando a um conhecimento vasto da arquitetura e dos diferentes tipos de materiais de construção, bem como dos pormenores de interligação entre eles. Apesar de já existirem pormenores tipo para o sistema é sempre necessário algumas adaptações ou elaboração de novos.

Na imagem 83 podemos verificar o pormenor da haste captora do sistema de gaiola de Faraday. A haste é amarrada à malha de cobertura através de acessórios de aperto mecânico próprios para o efeito. A haste é fixa a uma base de betão para impedir que caia com a força do vento.

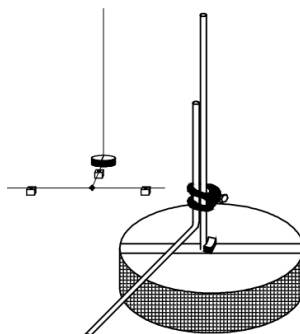


Figura 83 - Pormenor da haste captora do sistema de gaiola de Faraday (extrato do desenho original)

A imagem 84 ilustra a colocação da malha de captação na cobertura, que depois irá ser conectada com as hastes, e a sua interligação com as prumadas desenvolvidas neste caso em conjunto com os perfis metálicos das estruturas.

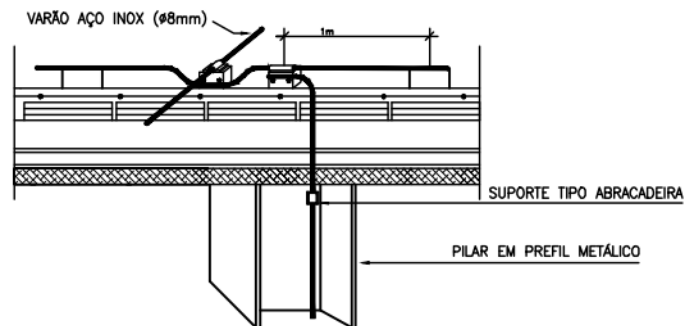


Figura 84 - Pormenor do emalhado de cobertura e transição para as prumadas (extrato do desenho original)

Tendo em conta a necessidade de interligar alguns equipamentos à terra de proteção e que se encontram distantes das barras coletoras, foi necessário proceder à colocação de pontos de terra no pavimento da fábrica e assim facilitar a conexão destes, independentemente do *layout* atual das máquinas.

A figura 85 apresenta o pormenor deste ponto de terra no pavimento.

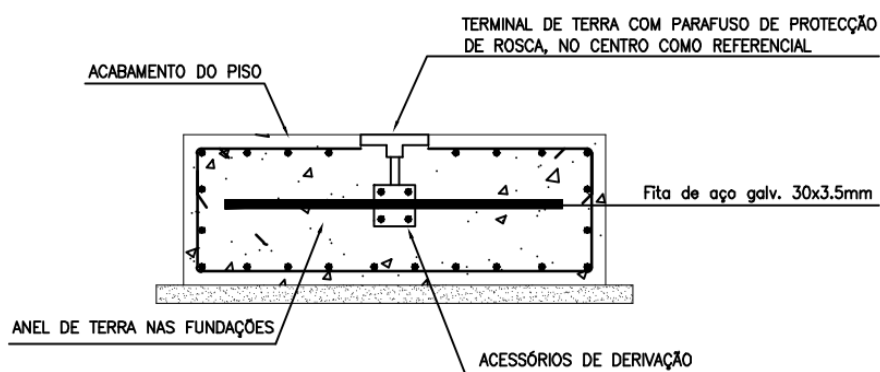


Figura 85 - Pormenor do ponto de terra no pavimento (extrato do desenho original)

A figura 86 apresenta um pormenor com três pontos bastante importantes neste sistema, a descida da prumada da cobertura, a rede de terras embebida no lintel de construção e a sua conexão com a terra através dos piquetes de terra.

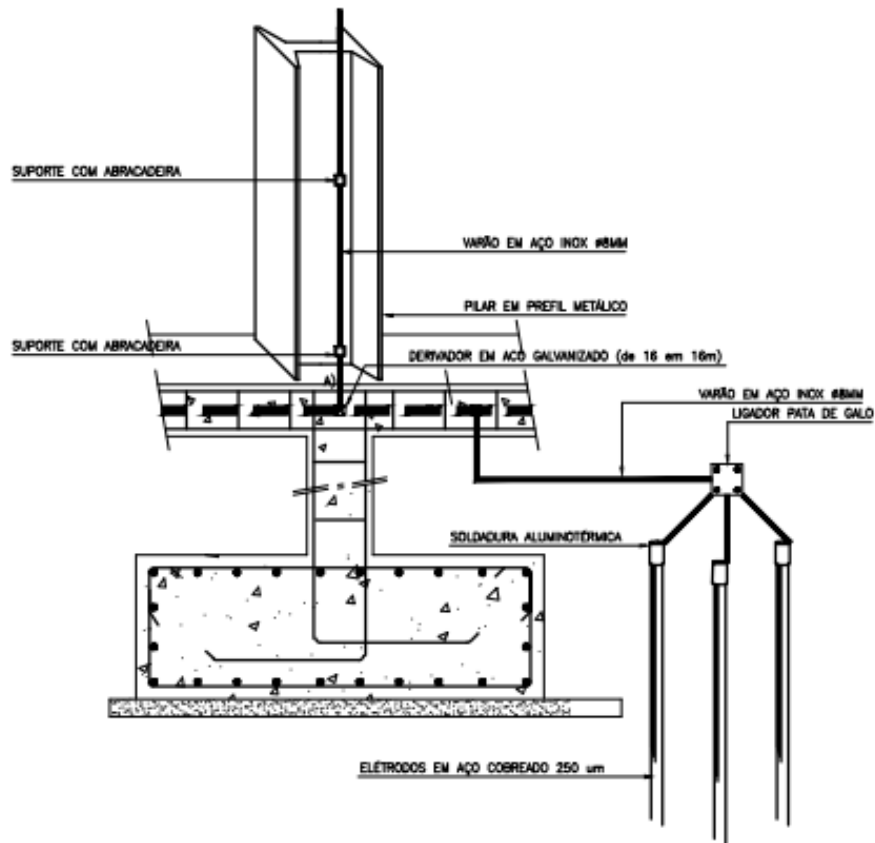


Figura 86 - Pormenor de ligação da gaiola de Faraday à terra (extrato do desenho original)

3.10.1. ANÁLISE DE RISCO

O cálculo do índice de risco do edifício foi efetuado com recurso ao programa disponibilizado pela empresa *Aplicacions Tecnológicas*, o *Riesgo*, que permite realizar a análise de risco conforme definido pela norma IEC 62305.

O grau de risco do edifício é, entre outros aspetos, definido pelo tipo de edifício, pela sua utilização, pelo valor patrimonial e principalmente humano que este comporta.

A figura 87 apresenta os dados inseridos no programa de cálculo.

DIMENSÕES		PÉRDIDAS		LÍNEAS DE SERVIÇOS	
Comprimento(L)	350,00 m.	Tipo 1. Perdas de vidas humanas	Por incêndios	C. Concentração habitual de	Alimentação
Largura (W)	150,00 m.	Por risco de pânico	Consequências dos danos	C. Médio (entre 100 e 1000 l)	Situação das cablagens
Altura(H)	15,00 m.	Por Sobretensões	Perca de serviços	B. Perigo para o meio ambiei	B. Enterrado.
Altura proeminência (Hp)	15,00 m.	Fixa manualmente	Tipo 2. Interrupção de serviços essenciais	B. Equipamentos eléctricos (Tipo de cabagem
Superfície exposição (Ad)	103 861,70 m ²		Perca de serviços	B. Perca de serviço.	B. Não blindado.
CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA		Tipo 3. Perdas de património cultural	Perdas de património	A. Não se aplica.	Transformador MT/BT
Tipo de coberta	A. Metálica.	Riscos especiais	Riscos especiais	B. Perigo para o meio ambiei	Outros serviços aéreos
Tipo de estrutura	A. Metálica.	Por incêndios	Por incêndios	C. Valor muito alto.	Número de serviços
Risco de incêndio	B. Comum.	Por Sobretensões	Por Sobretensões	D. Valor muito alto.	0
Tipo cablagem interna	B. Blindado.	Por tensão passo/contacto	Por tensão passo/contacto	A. Sem risco de choque.	Tipo de cabos
INFLUÊNCIAS AMBIENTAIS		Risco tolerável de perdas	Risco tolerável de perdas	C. 1 em 1.000 anos.	B. Não blindado.
Situação	C. Estrutura isolada.	Tipo 4. Prejuízos económicos		Outros serviços enterrados	
Factor ambiental	D. Rural.	Riscos especiais		Número de serviços	
Dias trovoadas	50 Dias / ano	Por incêndios		0	
Densidade anual impacto	5,00 Impactos / km ²	Por Sobretensões		Tipo de cabos	
Tipo de terreno	B. Rocha mole.	Por tensão passo/contacto		B. Não blindado.	
		Risco tolerável de perdas		MEDIDAS DE PROTECCIÓN EXISTENTES	
		Risco tolerável de perdas		Classe SPCR	
		Risco tolerável de perdas		A. Nivel I.	
		Risco tolerável de perdas		Protecção Sobretensões	
		Risco tolerável de perdas		B. Só na entrada do serviço.	

Figura 87 – Menu de entrada de dados do programa de cálculo do índice de risco de uma instalação

O programa permitiu obter o resultado constante na figura 88.

Ed.	Nome do edifício	Comprimento	Largura	Altura	PDC-Malha
1		350,00	150,00	15,00	M

DETERMINAÇÃO DA NECESSIDADE DE PROTECÇÃO SEGUNDO A NORMA UNE-EN 62305-2										
Ed.	Nome	Superfície de captura	Risco de perda de vidas humanas	Risco de interrupção de serviços públicos	Risco de perdas de património	Risco de perdas económicas	Necessidade instalação SEPCCR*	Nível de protecção	Necessidade instalação SIPCCR**	Tipo SIPCCR
1		103 861,70	1,08E-04	1,20E-04	0,00E+00	1,17E-03	Necessária	Consultar	Necessária	Consultar

Figura 88 - Resultado do cálculo do índice de risco

Nesta é possível verificar que o programa indica como necessária a instalação de um sistema interno e externo conforme a norma IEC 62305-2.

3.10.2. GAIOLA DE FARADAY E PARA RAIOS

Conforme é exigido no cálculo de risco foi considerado um sistema de proteção contra descargas atmosféricas com recurso a gaiola de Faraday com o nível dois de proteção.

O sistema pretende garantir uma eficácia de proteção na ordem dos 95 por cento, com baixadas de 10 em 10 metros e um emalhado de cobertura de 10 por 10.

No topo do edifício foi então considerado um emalhado, recorrendo a varão em aço inox de 10 milímetros de diâmetro, que perfaz o emalhado de 10 por 10 definido na norma e as respectivas hastes de captação do sistema. Considerou-se também a existência de curvas de expansão do emalhado. Estas curvas pretendem garantir que no momento da dilatação ou contração do sistema o varão não quebre ou perca as suas características condutoras.

A figura 89 ilustra o descrito neste parágrafo.

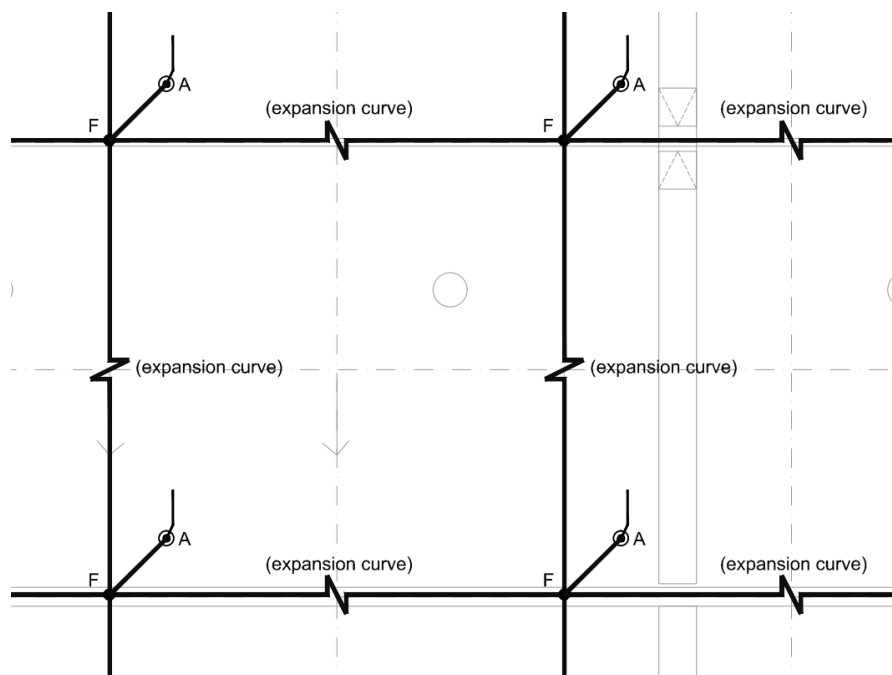


Figura 89 - Emalhado da cobertura, hastes captoras e curvas de expansão (extrato do desenho original)

Tal como referido anteriormente o sistema de gaiola de Faraday não é único nesta instalação, foi preconizado em projeto a colocação de um para raios ionizante, pelas razões anteriormente descritas.

O para raios foi colocado no ponto mais alto do edifício fora da zona potencialmente explosiva, a sua ligação à rede foi efetuada através de duas baixadas em fachadas opostas, tal como é apresentado na figura 90, recorrendo a varão em cobre estanhado com 10 milímetros de diâmetro. Estas foram conectadas a caixas de visita equipadas com três piquetes ligados entre si e por sua vez ligadas à rede de terras do edifício.

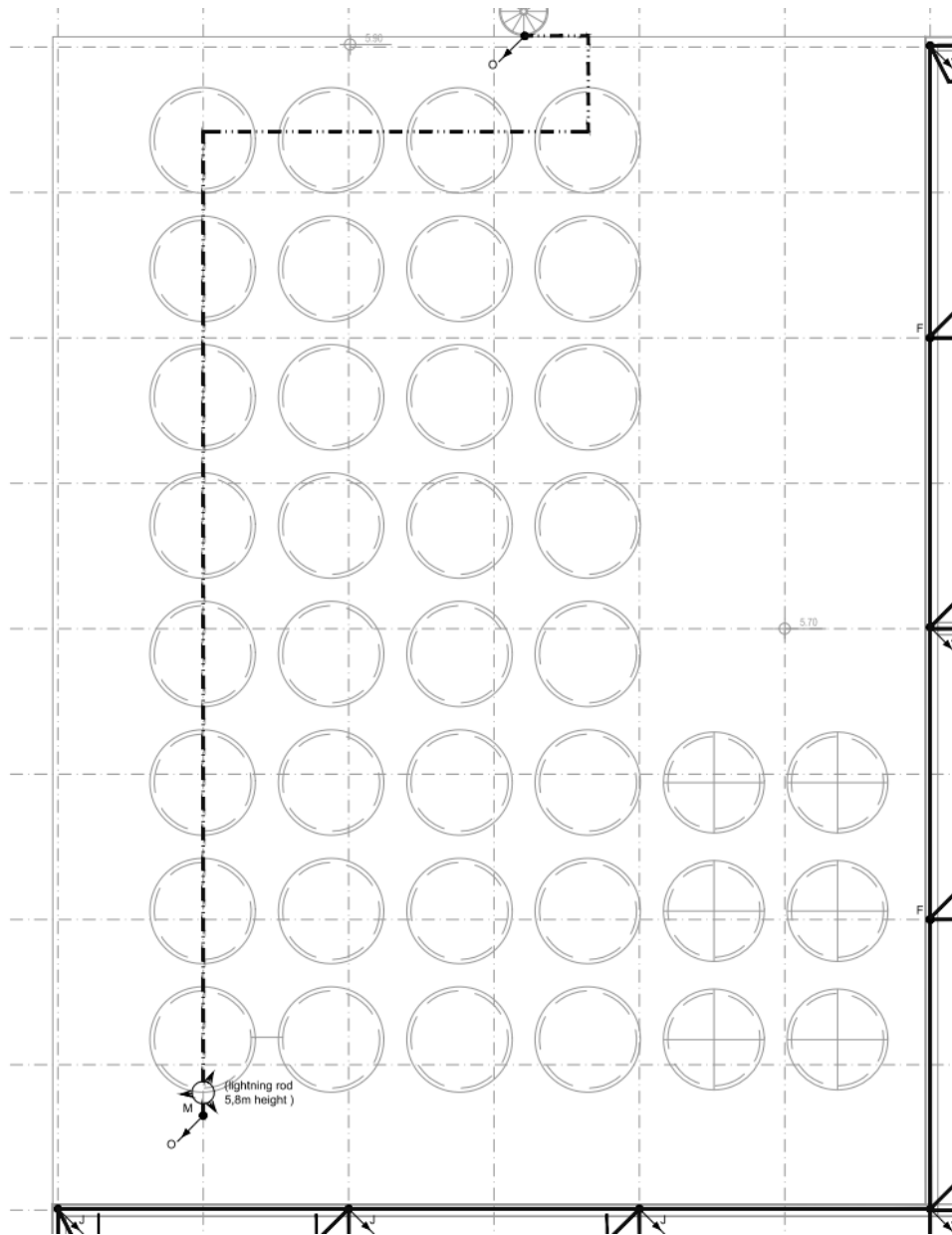


Figura 90 - Localização do para raios e respetivas baixadas (extrato do desenho original)

O sistema não se encontrava completo sem a respetiva rede de terras. Neste ponto foi preconizado uma rede de terras embebida no lintel, conforme figura 91, da construção conectada aos piquetes de terra conforme os pormenores anteriormente apresentados.

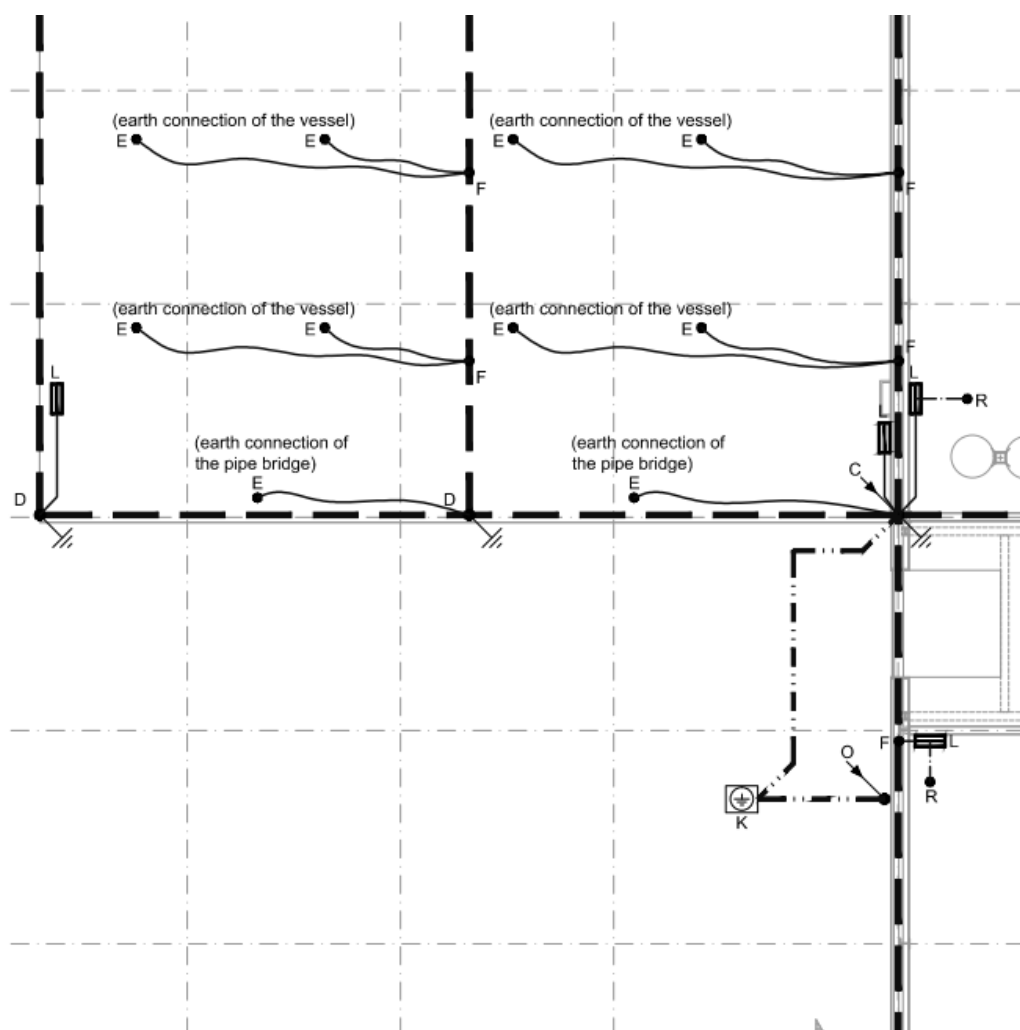


Figura 91 - Rede de terras (extrato do desenho original)

Na figura 91 podemos verificar a disposição da rede de terras no lintel (linhas grossas a tracejado) e a sua conexão aos piquetes de terra (letra D), para além disso pode também identificar-se a prumada do sistema de para raios (letra O) e a respetiva caixa de visita (letra K). Apresentam-se ainda as barras coletoras para ligação de equipamentos (letra L) e a conexão à terra dos silos metálicos de armazenamento de produto acabado (letra E).

Tendo em conta o sistema de neutro escolhido para a distribuição de energia na fábrica (sistema TN-C até aos quadros de distribuição e TN-C-S nos circuitos de utilização), o ponto neutro dos transformadores foi ligado à rede de terras, conforme se pode verificar na imagem 92.

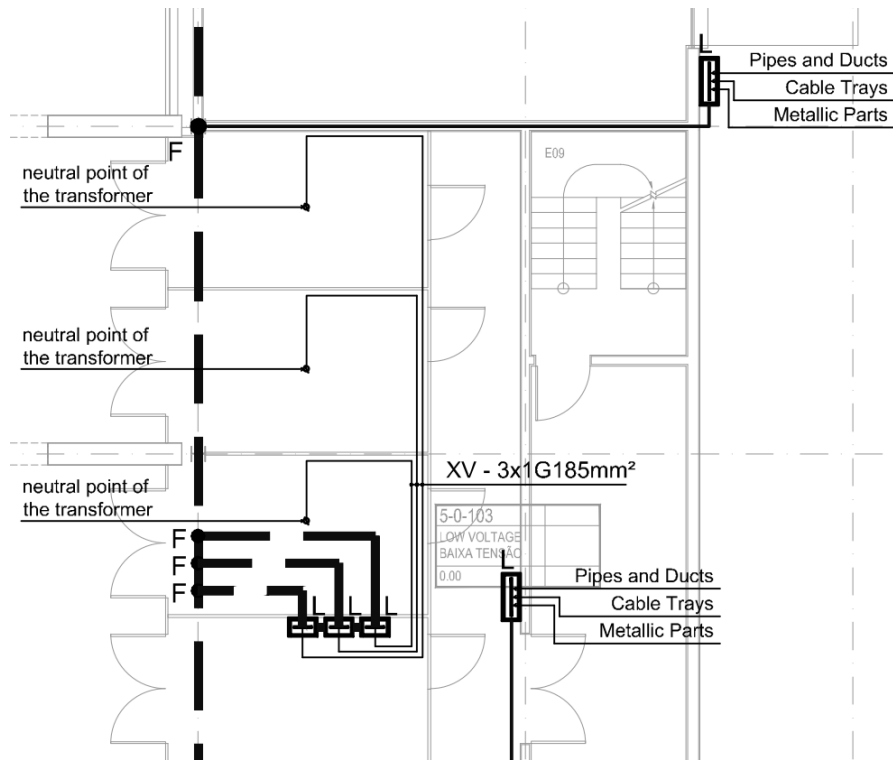


Figura 92 - Ligação do neutro dos transformadores à terra (extrato do desenho original)

A figura 93 apresenta o pormenor desta ligação à rede de terras dos transformadores. Sendo o edifício um único consumidor de energia, com fontes comuns é necessário interligar todo o sistema de terra para evitar o aparecimento de diferenças de potencial.

ZONA FACILITY

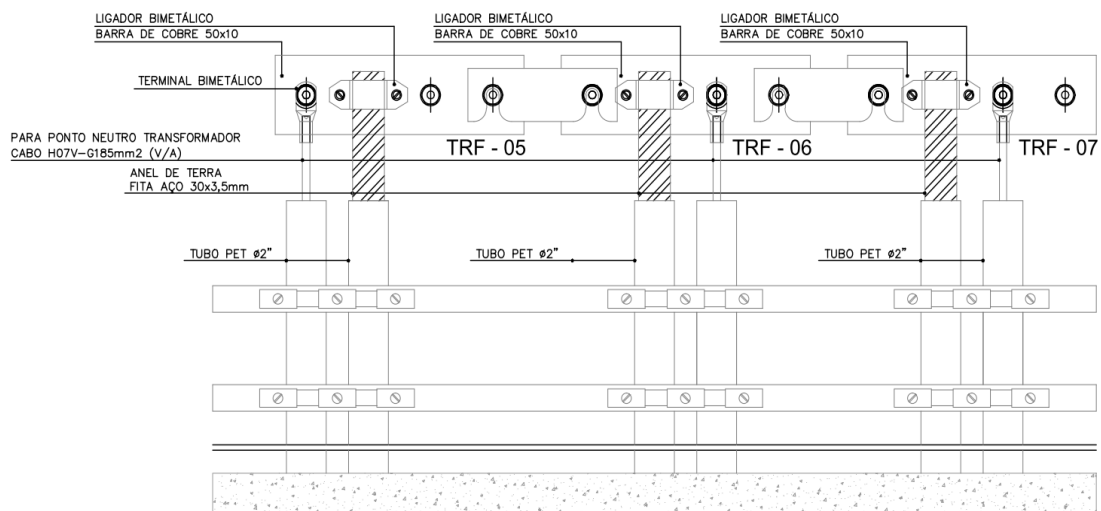


Figura 93 - Pormenor de ligação dos transformadores à terra (extrato do desenho original)

3.10.3. DESCARREGADORES DE SOBRETENSÕES

Por forma a proteger as instalações contra as sobretensões de origem atmosférica, foram preconizados descarregadores de sobretensão do tipo 1+2 nos quadros gerais da instalação e nos quadros elétricos das zonas mais sensíveis ou com mais equipamentos suscetíveis de serem perturbados por este tipo de fenómenos.

Um exemplo de instalação dos descarregadores encontra-se representado na figura 94.

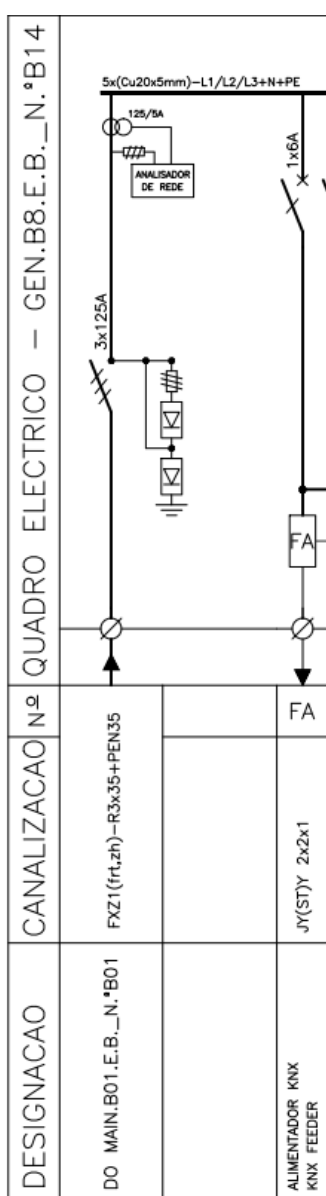


Figura 94 - Descarregador de sobretensões equipado num quadro elétrico (extrato do desenho original)

3.11. TOMADAS E ALIMENTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Tal como referido anteriormente os equipamentos afetos à produção de cerveja são alimentados diretamente pelos quadros elétricos de produção, estes quadros e alimentações foram alvo de um projeto específico, não fazendo parte do presente trabalho.

Os equipamentos de tomadas e de alimentações específicas são utilizadas para suprimir eventuais necessidades não previstas no sistema produtivo, ou para equipamentos que não pertencem a este sistema, tais como, a zona administrativa, a cozinha e refeitório, etc..

Tratando-se de uma infraestrutura fundamental para o correto funcionamento das instalações e do próprio processo produtivo, exigindo uma atenção redobrada às necessidades e características de funcionamento das instalações, sob pena de poder causar transtornos na exploração futura das instalações.

Foram ainda previstos circuitos específicos para tomadas socorridas e tomadas para zonas potencialmente explosivas (ATEX). Dada a especificidade e exigência destas especialidades, serão objeto de aprofundamento em capítulos dedicados.

Os circuitos de equipamentos de tomadas e de alimentações específicas foram distribuídos de acordo com o tipo de utilização expectável para cada espaço e em número suficiente para dar apoio a todas as zonas.

Tendo em conta o espaço e o tipo de utilização do espaço foram selecionados diversos tipos de soluções técnicas para estes circuitos, baseadas em tomadas ou em quadros de tomadas, nomeadamente:

- Tomada de energia de dois polos mais terra (2P+T), normal e socorrida com alvéolos protegidos embebidas nos elementos de construção – para os espaços administrativos e zonas de estar e de passagem de público;
- Tomada de energia 2P+T, normal e socorrida com alvéolos protegidos para instalação em calha técnica – para os espaços onde foram consideradas calhas técnicas, para os laboratórios, salas de controlo e receção;
- Tomada de energia 2P+T, normal com tampa, com índice de proteção IP55 IK07 para zonas húmidas, como áreas técnicas, zonas exteriores e locais de produção;

- Tomada de energia 2P+T, normal com tampa e tomada de energia trifásica de três polos mais neutro e terra (3P+N+T), para as zonas ATEX;
- Tomada de energia 3P+N+T 16A, tomada de energia 3P+N+T 32A, com IP66, para zonas técnicas;
- Quadros de tomadas com ou sem equipamentos de corte e proteção para as zonas de fabrico e junto das linhas de montagem;
- Tomadas em caixas de pavimento para as zonas de escritórios.

A figura 95 apresenta a simbologia na representação das tomadas dos equipamentos de tomadas e de alimentações específicas, nas peças desenhadas do projeto desenvolvido.











	Tomada de Energia 2P+T Normal com Alvéolos Protegidos
	Tomada de Energia 2P+T UPS com Alvéolos Protegidos Para Instalar em Calha Técnica
	Tomada de Energia 2P+T UPS com Alvéolos Protegidos
	Tomada de Energia 2P+T UPS com Alvéolos Protegidos Para Instalar em Calha Técnica
	Tomada de Energia Dupla 2P+T Normal com Alvéolos Protegidos
	Tomada de Energia 2P+T Normal com Tampa IP55 IK07
	Tomada de Energia 2P+T Normal com Tampa, ATEX
	Tomada de Energia 3P+N+T - Trifásica 16A, IP66
	Tomada de Energia 3P+N+T - Trifásica 32A IP66
	Tomada de Energia 3P+N+T - Trifásica ATEX

Figura 95 - Simbologia utilizada usada nos circuitos de tomadas dos equipamentos de tomadas e de alimentações específicas (extrato do desenho original)

As figuras 96 e 97 apresentam um extrato do desenho em planta dos circuitos de tomadas de equipamentos de tomadas e de alimentações específicas em dois com compartimentos distintos.

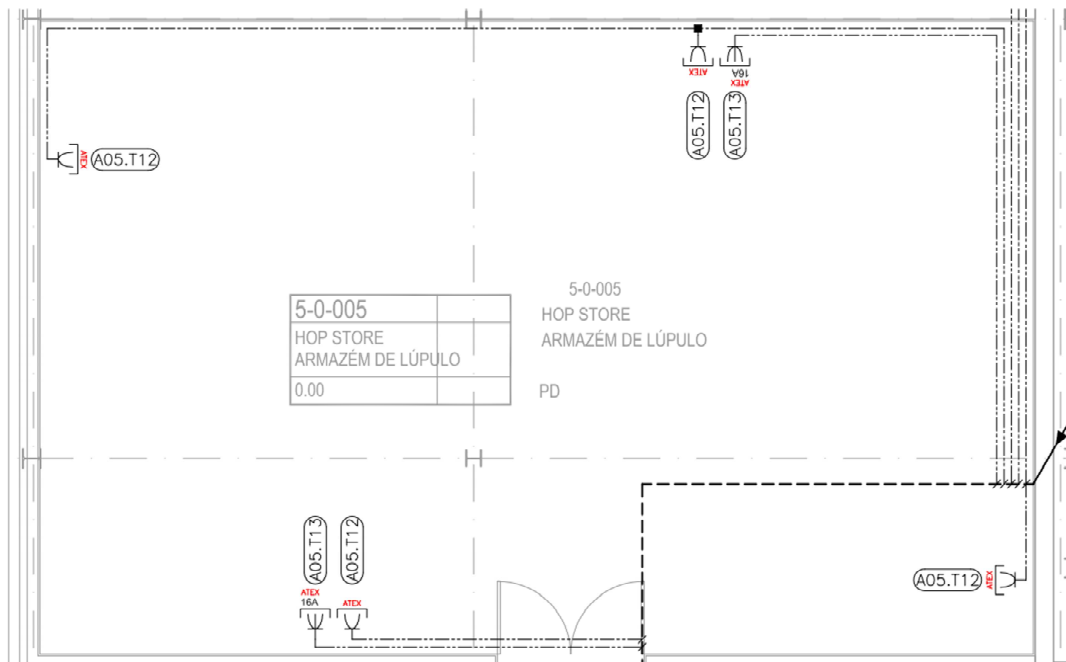


Figura 96 - Posicionamento de tomadas em zona ATEX (extrato do desenho original)

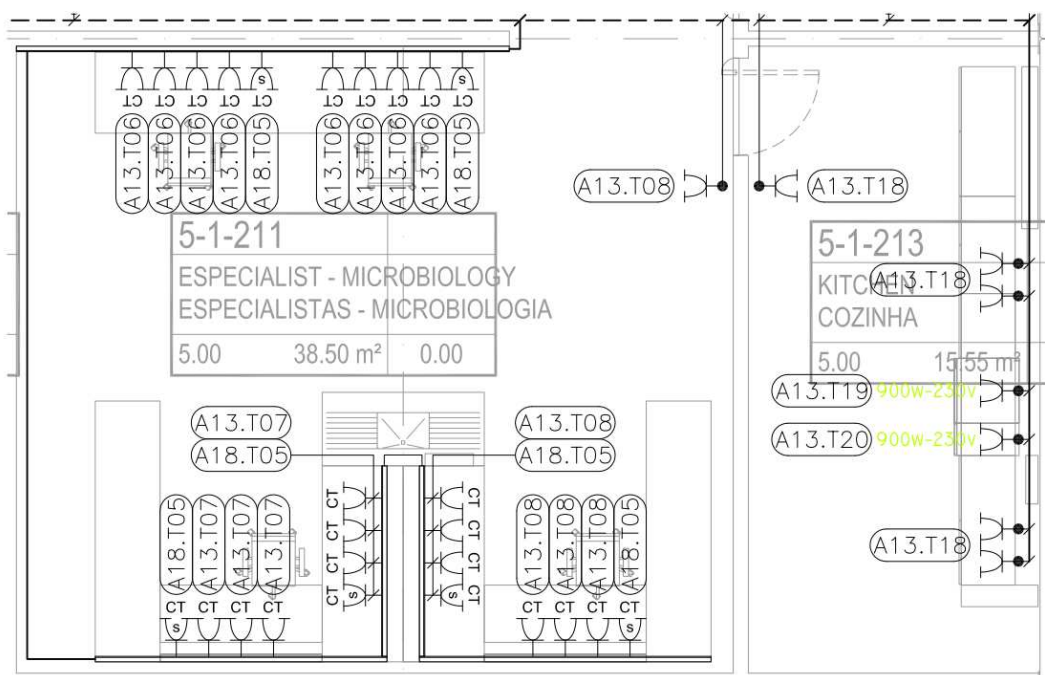


Figura 97 - Posicionamento de tomadas normais em calhas técnicas (CT) e embebidas nos elementos de construção (extrato do desenho original)

Os quadros de tomadas foram selecionados de acordo com as valências necessárias para cada espaço, tendo sido escolhidos estes equipamentos para uniformizar a solução e concentrar as alimentações num único ponto.

Estes quadros para além de pontos de energia disponibilizam também pontos de voz/dados.

A opção por quadros com ou sem sistema de corte e proteção passou pela existência ou não, no espaço, de um quadro elétrico próximo, enquanto nas salas de menor dimensão os quadros de tomadas não possuem qualquer tipo de equipamento de comando e proteção, já na zona de produção, onde a área é muito grande, os quadros de tomadas dispõem de equipamentos de corte e proteção.

A figura 98 apresenta a simbologia na representação dos quadros de tomadas dos equipamentos de tomadas e de alimentações específicas, nas peças desenhadas do projeto desenvolvido.

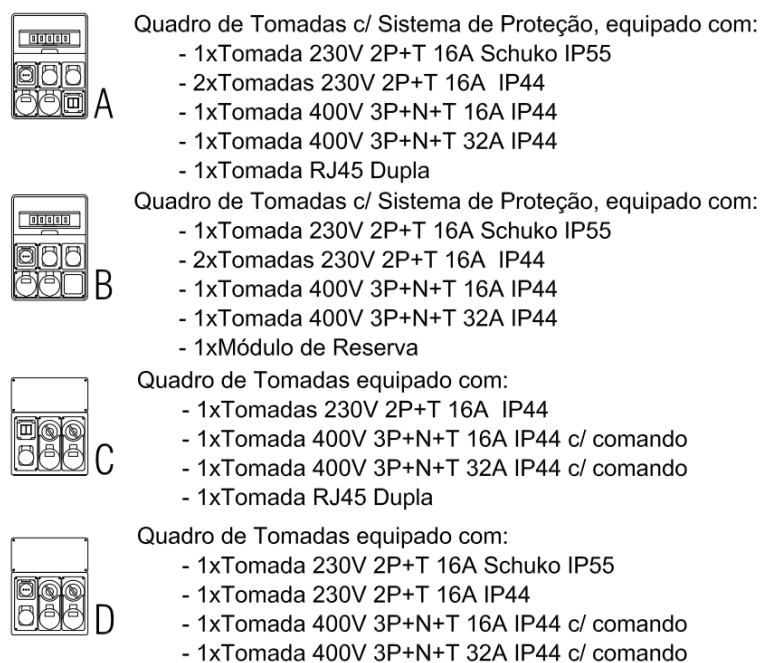


Figura 98 - Simbologia usada nos circuitos de quadros de tomadas dos equipamentos de tomadas e de alimentações específicas (extrato do desenho original)

A imagem 99 mostra um extrato de um desenho em planta dos circuitos de quadros de tomadas de equipamentos de tomadas e de alimentações específicas sem equipamentos de corte e proteção.

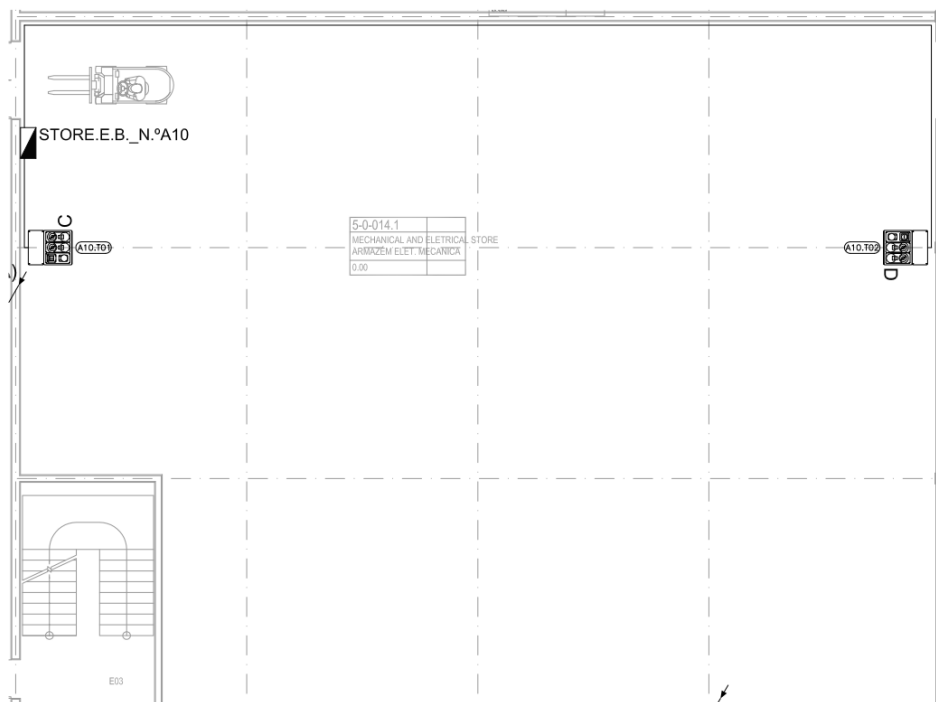


Figura 99 - Representação em planta dos circuitos de quadros de tomadas de equipamentos de tomadas e de alimentações específicas sem equipamentos de corte e proteção (extrato do desenho original)

A imagem 100 mostra um extrato de um desenho em planta dos circuitos de quadros de tomadas de equipamentos de tomadas e de alimentações específicas com equipamentos de corte e proteção.

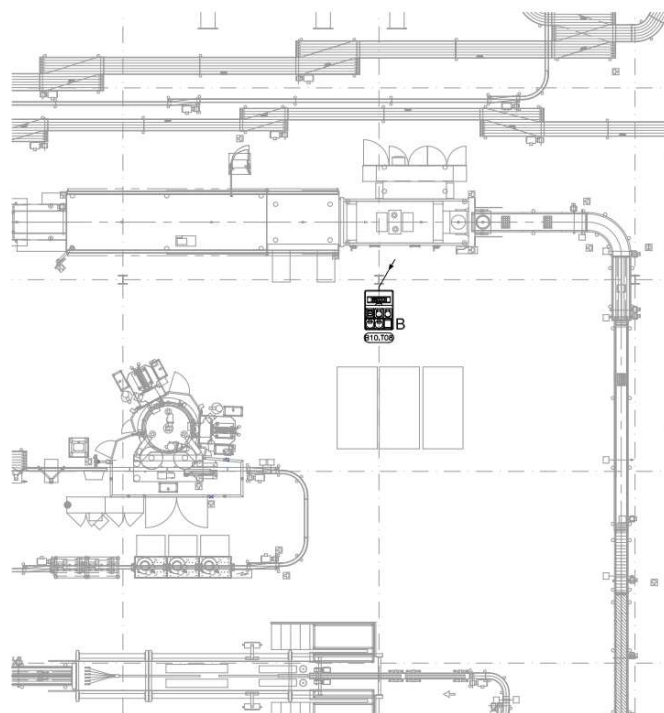


Figura 100 - Representação em planta dos circuitos de quadros de tomadas de equipamentos de tomadas e de alimentações específicas com equipamentos de corte e proteção (extrato do desenho original)

Na figura 101 podemos identificar alguns exemplos de tomadas de energia especificadas no projeto de equipamentos de tomadas e de alimentações específicas.



Figura 101 - Tomadas de energia especificadas no projeto de equipamentos de tomadas e de alimentação especificada (da esquerda para a direita: Quadro de Tomadas; Tomada ATEX; Tomada 3P+N+T 16A)

No caso dos quadros de tomadas equipado com os equipamentos de corte e proteção foi desenvolvido o esquema deste quadro elétrico. A figura 102 mostra um exemplo de um esquema unifilar de um quadro de tomadas equipado com equipamentos de corte e proteção.

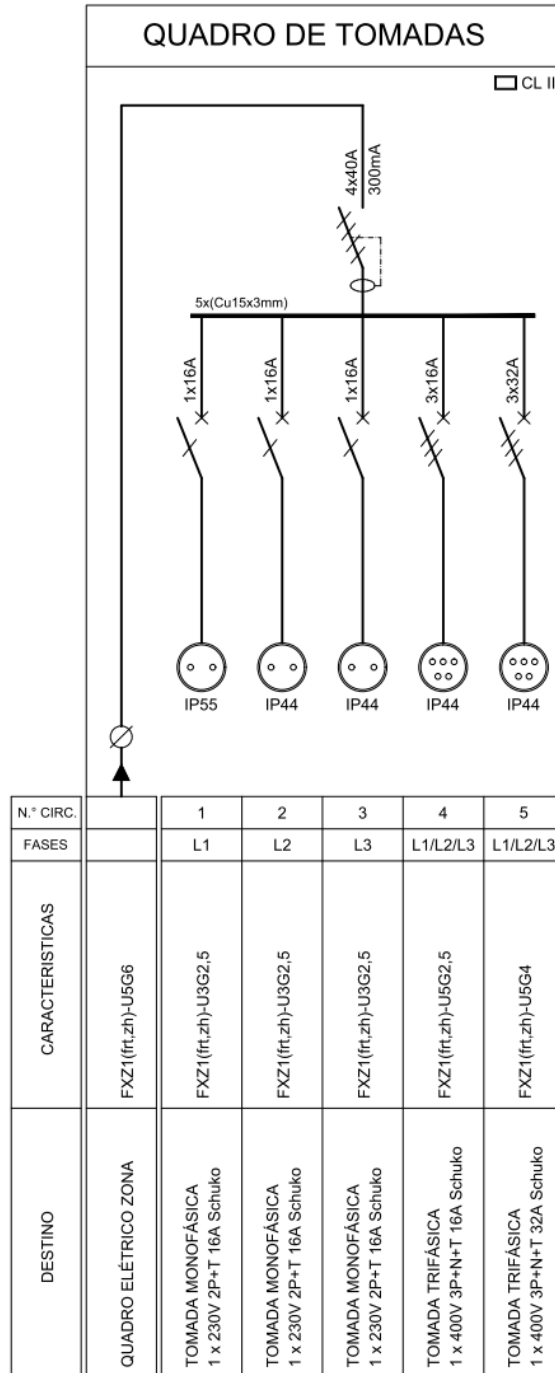


Figura 102 - Esquema elétrico de um quadro de tomadas com equipamento de corte e proteção
(extrato do desenho original)

Estes quadros são alimentados pelos quadros elétricos mais próximos, através do cabo indicado na figura anterior e protegido por um disjuntor 3x32A.

3.12. SISTEMA DE CAMINHOS DE CABOS

As instalações técnicas necessitam de ser dotadas de infraestruturas capazes de transportar e alojar os cabos indispensáveis ao correto funcionamento dos sistemas. Em muitas das instalações recorre-se maioritariamente à instalação de tubos para alojar e proteger os diversos cabos e condutores, numa instalação desta magnitude e complexidade, onde a eventual necessidade de proceder a alterações futuras é elevada, a solução passa pela instalação de caminhos de cabos.

Os caminhos de cabos são colocados estrategicamente para suportar o maior número de cabos, e por vezes equipamentos, como é o caso da iluminação. No desenvolvimento do seu traçado procurou-se encurtar os trajetos entre a fonte e o ponto terminal dos diversos circuitos.

Por forma a organizar a instalação e facilitar as manutenções futuras foram preconizados caminhos de cabos dedicados a cada uma das instalações, isto é, existe em projeto caminhos de cabos para instalações elétricas, outro para instalações de comunicações e outro para segurança.

Uma das maiores dificuldades no dimensionamento e no posicionamento dos caminhos de cabos num projeto prende-se com a quantidade de elementos que este irá transportar.

Numa fase precoce do projeto é praticamente impossível saber com exatidão o número e tipo de elementos a considerar, sendo necessário efetuar uma primeira implantação dos caminhos de cabos e um constante ajuste ao longo de todo o projeto.

Os caminhos de cabos necessitam de ser articulados com outras especialidades, como é o caso da iluminação, pois são utilizados para suportar luminárias, tendo também uma forte componente estética na instalação.

Nos locais com maior aglomerado de cabos o dimensionamento destes foi efetuado com recurso a um programa de cálculo do fabricante OBO BETTERMANN designado por *OBO KTS Cables Filling*. Nos restantes casos o dimensionamento foi efetuado de uma forma empírica.

Na figura 103 podemos verificar a aplicabilidade do programa no cálculo da taxa de ocupação de um caminho de cabos para 80 cabos do tipo UTP 6e 4x2x0.5.

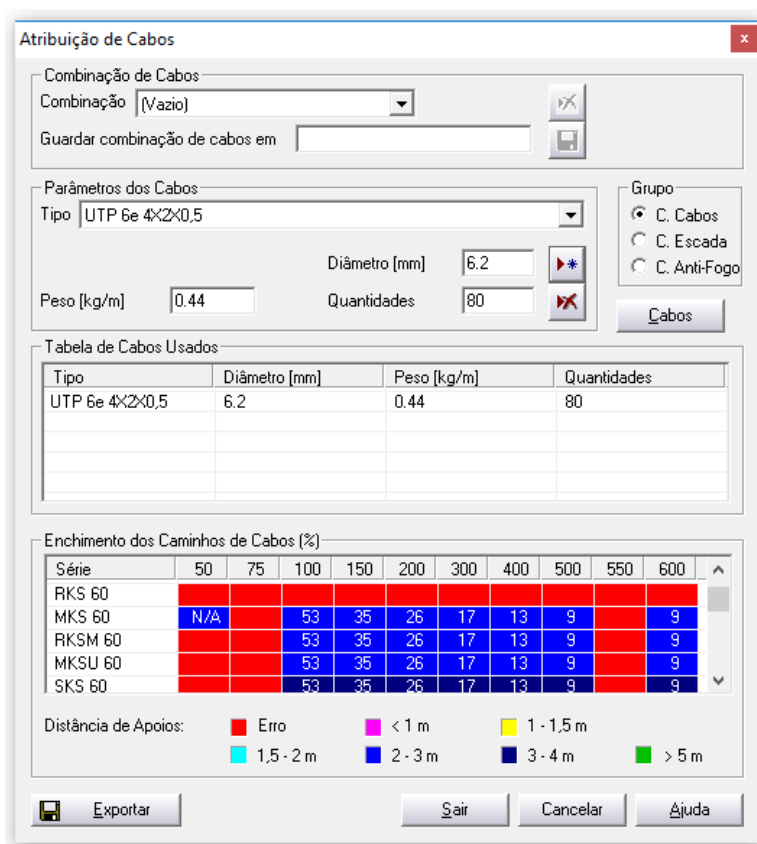


Figura 103 - Cálculo da capacidade de um caminho de cabos de instalações de telecomunicações

Tendo em conta o tipo de instalação e os ambientes a que os diversos materiais estarão expostos foram considerados dois tipos de caminhos de cabos, nomeadamente:

- Caminho de cabos do tipo A – uso generalizado no projeto, para ambientes normais e húmidos – caminho de cabos metálico em chapa de aço macio com 1mm de espessura, perfurada e galvanizada a quente após maquinação, conforme a norma EN ISO 1461;
- Caminho de cabos do tipo B – utilizado em zonas de ambiente potencialmente corrosivo ou tóxico – caminho de cabos metálico perfurado, construído em chapa de aço inox AISI 316 TI com espessura de 0,75mm.

Os caminhos de cabos são dotados de clips de encaixe rápido de forma a otimizar a sua montagem e garantir a equipotencialidade, sem mais acessórios ou condutores suplementares, em toda a sua extensão. Estes são perfurados em cerca de 30% da sua

superfície otimizando a ventilação dos cabos e adequada à sua instalação debaixo de sistemas de *Sprinklers* facilitando o escoamento de água.

O suporte das esteiras metálicas será realizada aos tetos, às paredes ou pousadas no pavimento, em função da localização e funcionalidade.

A descida dos caminhos de cabos até aos quadros elétricos ou até a alguns equipamentos é efetuada com recurso a esteiras verticais, do mesmo tipo dos caminhos de cabos, dotadas de tampa.

A figura 104 apresenta a simbologia na representação dos caminhos de cabos, nas peças desenhadas do projeto desenvolvido.













	Caminho de Cabos 100x60mm Metallic Path Cable with 100x60mm
	Caminho de Cabos 200x60mm Metallic Path Cable with 200x60mm
	Caminho de Cabos 300x60mm Metallic Path Cable with 300x60mm
	Caminho de Cabos 400x60mm Metallic Path Cable with 400x60mm
	Caminho de Cabos 500x60mm Metallic Path Cable with 500x60mm
	Caminho de Cabos 600x60mm Metallic Path Cable with 600x60mm
	Esteira Vertical com Tampa 100x60mm Vertical Mat with Cover 100x60mm
	Esteira Vertical com Tampa 200x60mm Vertical Mat with Cover 200x60mm
	Esteira Vertical com Tampa 300x60mm Vertical Mat with Cover 300x60mm
	Esteira Vertical com Tampa 400x60mm Vertical Mat with Cover 400x60mm
	Esteira Vertical com Tampa 500x60mm Vertical Mat with Cover 500x60mm
	Esteira Vertical com Tampa 600x60mm Vertical Mat with Cover 600x60mm

Figura 104 - Simbologia utilizada usada nos caminhos de cabos e esteiras verticais (extrato do desenho original)

Para uma mais fácil organização e identificação dos tipos e dimensões dos diversos caminhos de cabos previstos no projeto criou-se uma codificação onde se agrupam os caminhos de

cabos por tipo de instalação, tipo de caminho de cabos, dimensão deste e especialidade a que se encontra afeto.

A codificação utilizada no projeto apresenta-se na figura 105.

- CODIFICAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS CAMINHOS DE CABOS
- METALLIC PATHS CODIFICATION AND IDENTIFICATION

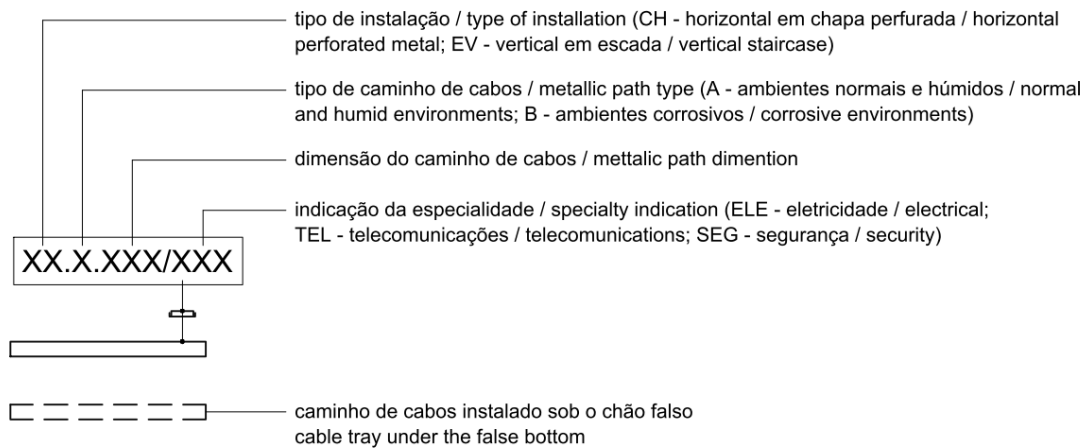


Figura 105 - Codificação dos caminhos de cabos (extrato do desenho original)

Na figura 106 apresenta-se um exemplo da aplicação da codificação no projeto, onde se pode verificar que o caminho de cabos presente na figura possui instalação horizontal em chapa perfurada, em caminho de cabos do tipo A, de dimensão 200x60mm e pertence às instalações elétricas.

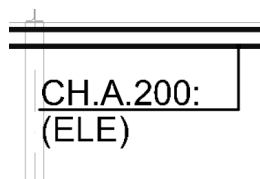


Figura 106 - Exemplo da aplicação da codificação dos caminhos de cabos em projeto (extrato do desenho original)

A figura 107 apresenta uma sala com chão falso onde, por indicação da GEA, a distribuição de energia deverá ser efetuada pelo pavimento. O caminho de cabos é colocado sob o

pavimento real e as esteiras verticais fazem interligação com os quadros elétricos e com os caminhos de cabos no teto.

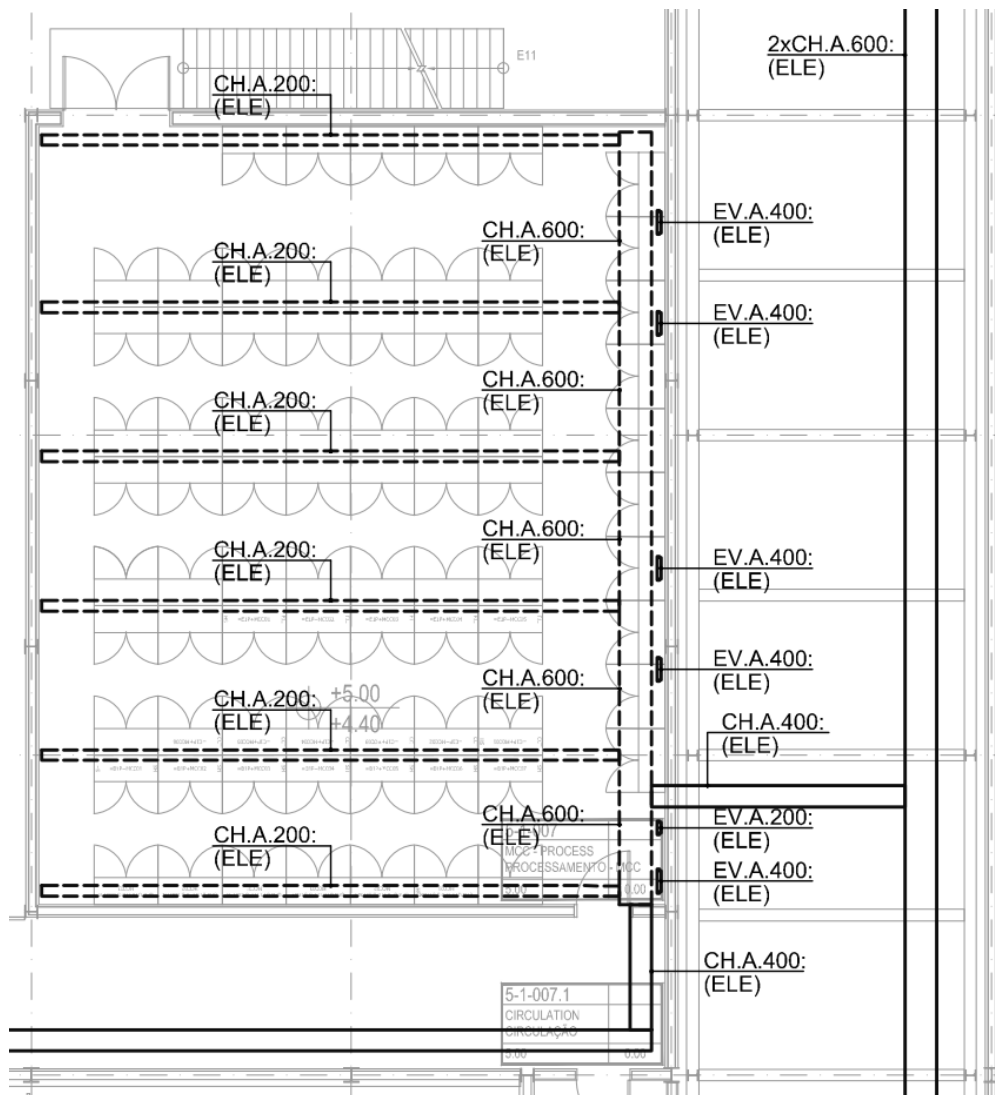


Figura 107 - Caminhos de cabos no chão falso e no teto falso (extrato do desenho original)

A figura 108 demonstra os caminhos de cabos estabelecidos no teto falso na sala dos quadros gerais do edifício das *facilities*, que fazem a conexão entre os quadros gerais e a restante instalação elétrica.

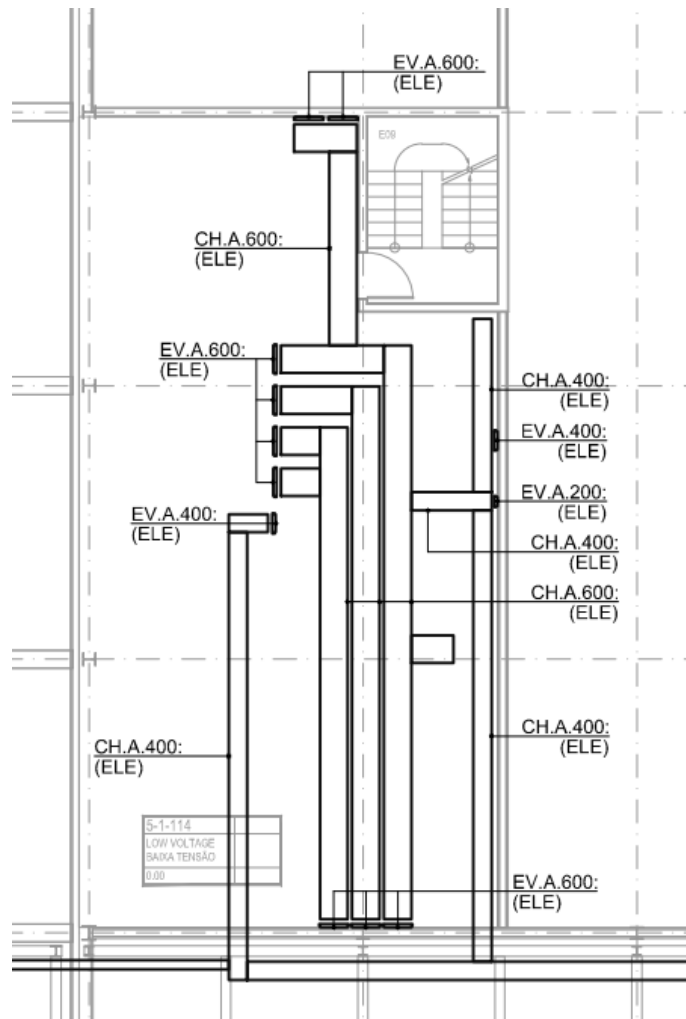


Figura 108 - Caminhos de cabos no teto falso (extrato do desenho original)

Na figura 109 podemos identificar os tipos de caminhos de cabos alguns exemplos de especificados nos projetos.

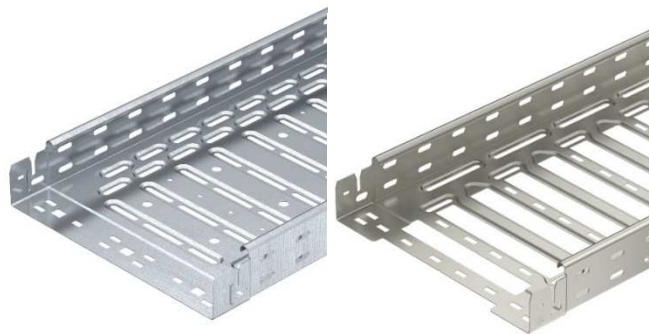


Figura 109 - Caminhos de cabos utilizados no projeto (da esquerda para a direita: caminho de cabos do tipo A; caminho de cabos do tipo B) [23].

3.13. SISTEMA FOTOVOLTAICO

O continente africano é uma das zonas da terra com melhores características a utilização de painéis fotovoltaicos para a produção de energia elétrica.

A figura 110 apresenta o mapa-mundo com irradiação solar média.

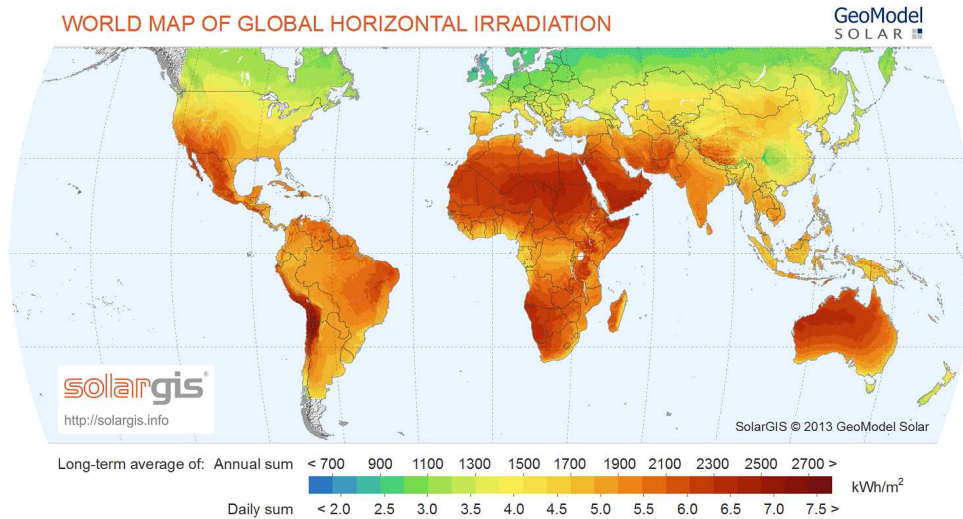


Figura 110 - Mapa-mundo com indicação da irradiação solar média [24].

Sendo Angola, e mais concretamente a zona do Lubango, onde será desenvolvido o parque industrial, uma região bastante favorecida em termos de irradiação solar média, seria natural a tendência para uma utilização massiva de sistemas solares fotovoltaicos para a produção energética.

No entanto Angola é também um produtor e exportador de petróleo, pelo que o seu custo é reduzido no país, o Estado subsidia o consumo deste combustível fóssil, tornando o sistema fotovoltaico um extra bastante dispendioso para o dono da obra.

Apesar desta grande barreira à instalação dos painéis fotovoltaicos, o cliente é sensível à temática do meio ambiente e pretende que a sua fábrica possa vir a ser um marco histórico no panorama das instalações fotovoltaicas em Angola, e com isto conseguir reduzir a dependência de combustíveis fósseis na produção de energia elétrica, devido à escassez destes e à libertação de gases de efeito de estufa no processamento dos mesmos.

3.13.1. ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÓMICA

Foi efetuado um estudo de viabilidade económica para a implementação do sistema fotovoltaico na cobertura da unidade industrial de produção de cerveja. Após consulta ao mercado, a empresas especializadas na comercialização deste tipo de equipamentos, verificou-se que o investimento neste sistema resulta num custo na ordem dos 4 milhões de euros.

Considerando uma tarifa de 0,15€/kWh (aumento de 3% no ano seguinte) durante 25 anos e um decréscimo de produção de 0,8% por ano, obteve-se um payback na ordem dos 4 anos, conforme podemos verificar na figura 111.

	Tarifa (€)	Produção Energética Esperada (kWh/ano)	Vendas de Energia (€)	Saldo Acumulado (€)
1	0,1500 €	7.099.424	1.064.913,60 €	1.064.913,60 €
2	0,1545 €	7.042.629	1.088.086,12 €	2.152.999,72 €
3	0,1591 €	6.986.288	1.111.762,87 €	3.264.762,59 €
4	0,1639 €	6.930.397	1.135.954,83 €	4.400.717,43 €
5	0,1688 €	6.874.954	1.160.673,21 €	5.561.390,64 €
6	0,1739 €	6.819.954	1.185.929,46 €	6.747.320,10 €
7	0,1791 €	6.765.395	1.211.735,29 €	7.959.055,38 €
8	0,1845 €	6.711.272	1.238.102,65 €	9.197.158,03 €
9	0,1900 €	6.657.581	1.265.043,76 €	10.462.201,79 €
10	0,1957 €	6.604.321	1.292.571,11 €	11.754.772,90 €
11	0,2016 €	6.551.486	1.320.697,46 €	13.075.470,36 €
12	0,2076 €	6.499.074	1.349.435,83 €	14.424.906,19 €
13	0,2139 €	6.447.082	1.378.799,56 €	15.803.705,75 €
14	0,2203 €	6.395.505	1.408.802,24 €	17.212.507,99 €
15	0,2269 €	6.344.341	1.439.457,77 €	18.651.965,76 €
16	0,2337 €	6.293.586	1.470.780,37 €	20.122.746,14 €
17	0,2407 €	6.243.238	1.502.784,56 €	21.625.530,69 €
18	0,2479 €	6.193.292	1.535.485,15 €	23.161.015,84 €
19	0,2554 €	6.143.745	1.568.897,30 €	24.729.913,15 €
20	0,2630 €	6.094.595	1.603.036,51 €	26.332.949,66 €
21	0,2709 €	6.045.839	1.637.918,58 €	27.970.868,24 €
22	0,2790 €	5.997.472	1.673.559,69 €	29.644.427,93 €
23	0,2874 €	5.949.492	1.709.976,35 €	31.354.404,29 €
24	0,2960 €	5.901.896	1.747.185,44 €	33.101.589,72 €
25	0,3049 €	5.854.681	1.785.204,19 €	34.886.793,92 €

Figura 111 – Estudo viabilidade económica do sistema fotovoltaico.

3.13.2. REGULAMENTOS

Para além da regulamentação anteriormente referida foram tidos em consideração os seguintes regulamentos específicos a esta temática:

- Decreto-Lei nº 153/2014 de 20 de Outubro (regimes jurídicos aplicáveis à produção de eletricidade destinada ao autoconsumo e ao da venda à rede elétrica de serviço público a partir de recursos renováveis, por intermédio de Unidades de Pequena Produção);
- Manual de Ligações à Rede Elétrica de Serviço Público de Outubro de 2015 (Guia Técnico e Logístico de Boas Práticas);
- Esquemas Tipo de Unidades de Produção para Autoconsumo (UPAC) com Tecnologia Solar Fotovoltaica – CTE 64 da Direção Geral de Energia e Geologia.

3.13.3. CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA

O projeto prevê a instalação de 15120 painéis fotovoltaicos, cada um com capacidade de 260W, num total instalado de 3,9MVA. A potência instalada fotovoltaica é de cerca de 32 por cento da potência total instalada na fábrica, este valor traduz a capacidade máxima da cobertura da fábrica.

Destes 15120 painéis, 2640 serão instalados na cobertura do edifício das *Utilities* e os restantes 12480 painéis serão instalados no edifício das *Facilities*.

No edifício das *Utilities* consideram-se 106 *strings* de 25 painéis ligados em séries e agrupados em grupos de 4 *strings* em quadro elétrico de agrupamento (Q.DCx), num total de 27 quadros (Q.DC1 a Q.DC27). Por sua vez, destes quadros elétricos são alimentados os inversores DC/AC.

No edifício das *Facilities* consideram-se 500 *strings* de 25 painéis ligados em séries e agrupados em grupos de 4 *strings* em quadro elétrico de agrupamento (Q.DCx), num total de 125 quadros (Q.DC1 a Q.DC125). Por sua vez, destes quadros elétricos são alimentados os inversores DC/AC, conforme a figura 112.

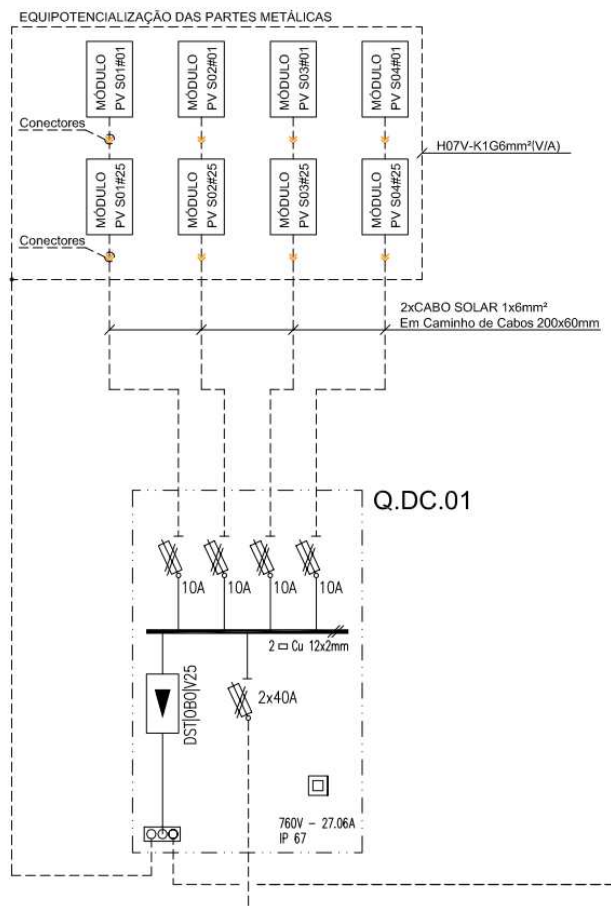


Figura 112 - Esquema do Q.DC.01 (extrato do desenho original)

No regime AC, a partir do secundário dos inversores prevê-se o transporte de energia a um quadro elétrico (Q.G.PV.Utilities e Q.G.PV.Facilities1/2 e 3), estando considerada a contagem e medida da energia produzida pelo sistema fotovoltaico, injetando-se a respetiva potência no quadro elétrico geral da instalação.

Em regime de normal funcionamento, o sistema fotovoltaico será prioritário face à alimentação proveniente da rede pública, sendo que esta última compensará continuamente as necessidades elétricas da instalação., funcionando como compensação à energia produzida pelo sistema fotovoltaico em qualquer instante.

A figura 113 apresenta o quadro geral de fotovoltaico.

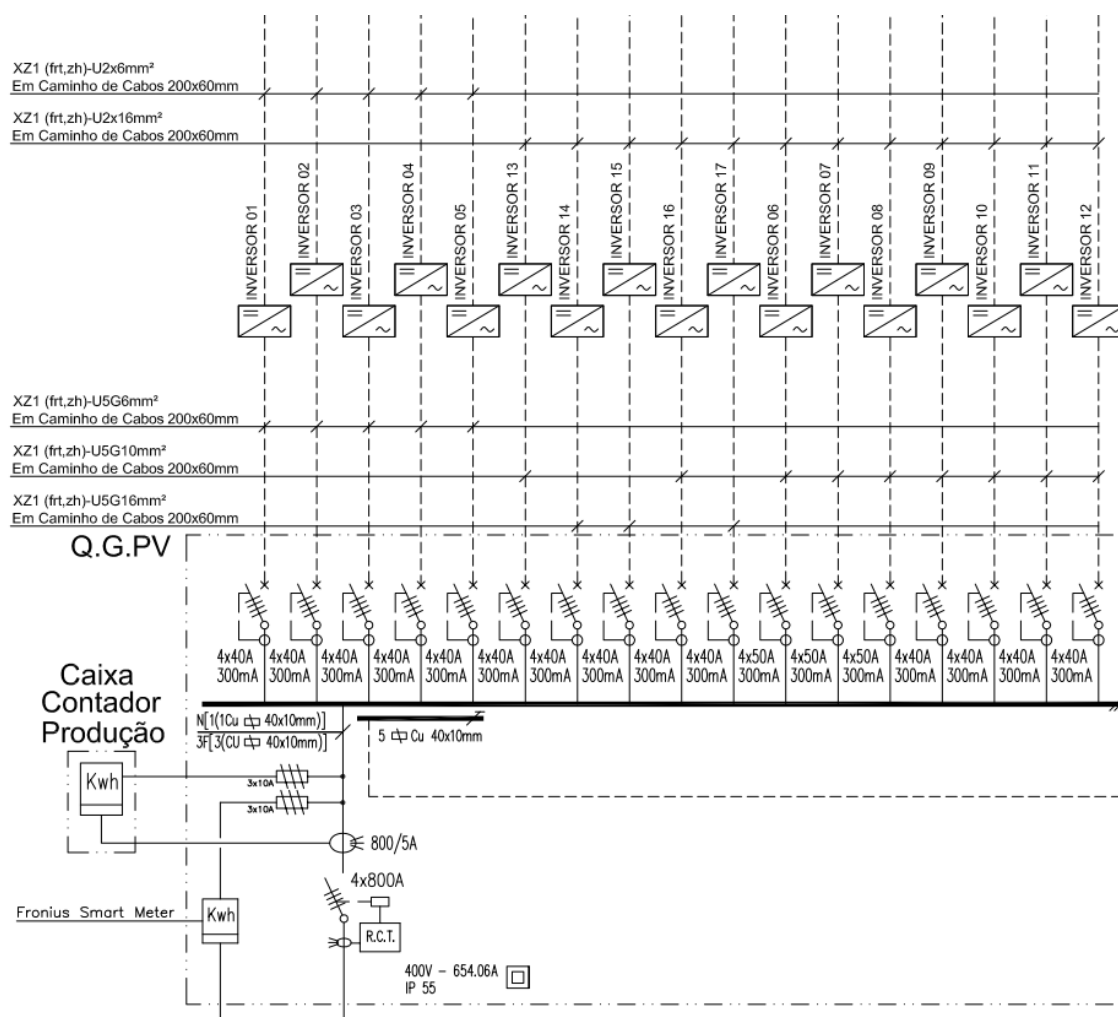


Figura 113 - Esquema parcial do Q.G.PV.Utilities (extrato do desenho original)

3.13.4. COMPONENTES DO SISTEMA

3.13.4.1. CABO SOLAR

O cabo solar utilizado como referência, apresentado na figura 114, no projeto foi o Cabo FZZ (zh) / ZZ-F (PV1-F) 1,8 kV DC – 0,6/1 kV AC da General Cable.

Estes cabos são concebidos para resistir às condições ambientais mais exigentes, por força dos locais onde são instalados os sistemas fotovoltaicos.



Figura 114 - Cabo Solar

3.13.4.2. CABO ENERGIA

O cabo a colocar a jusante do inversor será o XZ1 (frt, zh) 0,6/1 kV da General Cable. O cabo é isento de halogéneo e não propagador de chama.

3.13.4.3. PAINÉIS FOTOVOLTAICOS DE 260W

Prevê-se a instalação de painéis fotovoltaicos com potência máxima de 260W, conforme a figura 115.

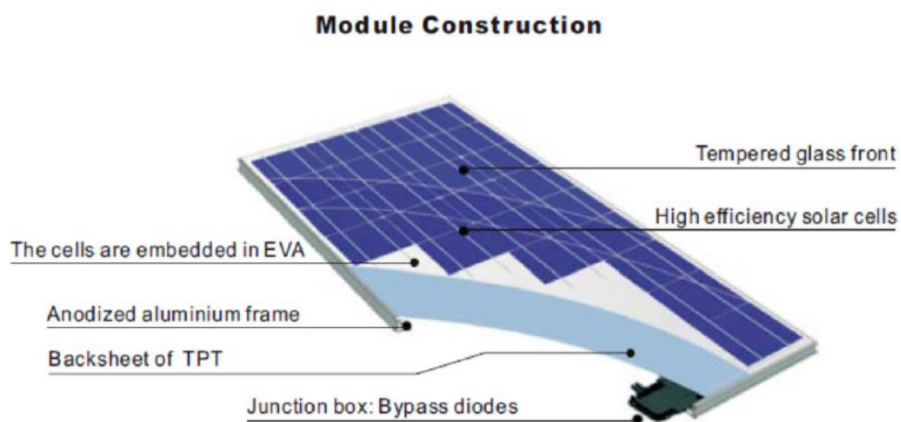


Figura 115 - Painel fotovoltaico 260W

As tabelas 10, 11 e 12 apresentam as características técnicas dos painéis fotovoltaicos.

Tabela 10 Características técnicas das células fotovoltaicas.

Características Técnicas das Células	
Tecnologia	Silício policristalino
Nº por módulo	60
Dimensões	156x156mm
Orientação	6x10

Tabela 11 Características elétricas das células fotovoltaicas

Características Elétricas das Células	
Potência máxima	260W
Tensão máxima	31,3V
Corrente máxima	8,32A
Eficiência	16%

Tabela 12 Características técnicas dos módulos fotovoltaicos

Características Técnicas dos Módulos	
Dimensão	1640x992x35mm
Peso	18,5Kg
Índice de proteção	IP67
Vidro temperado	3,2mm

3.13.4.4. CONETORES

Prevê-se a instalação de conetores de conexão rápida, da ExZhellent clickconnect, para interligação dos diversos painéis fotovoltaicos.

3.13.4.5. INVERSORES DC/AC

O inversor é um aparelho eletrônico com a função básica de transformar a corrente contínua em alternada, para além de ajustar a frequência e a tensão eficaz para os consumos que queremos satisfazer. O modelo previsto para este projeto será o Fronius Eco 27.0-3-S.

3.13.4.6. CONTADORES DE ENERGIA

Prevê-se um contador que otimiza o autoconsumo e regista o consumo de energia da fábrica, efetuando uma gestão coordenada da energia e otimizando a gestão global de energia. O modelo previsto Fronius Smart Meter 63kA-3

É também instalado um contador bidirecional somente para a contagem de energia produzida pelo sistema de autoconsumo para controlo por parte do comercializador de energia. O modelo previsto será o Itron SL7000.

3.13.4.7. QUADROS ELÉTRICOS

Os quadros elétricos referentes ao sistema fotovoltaico são os seguintes:

- Q.DC.”x” – Quadros DC que farão a reunião das diversas strings;
- Q.G.PV. – Quadro elétrico de reunião de fotovoltaicos.

Tendo em conta que os Q.DC.”x” serão instalado na cobertura da fábrica será necessário que os quadros elétricos possuam IP65. Deverão ser igualmente da classe II de isolamento.

3.13.4.8. DESCARREGADORES DE SOBRETENSÕES

Limitador de sobretensões para proteger contra descargas atmosféricas indiretas no lado DC da instalação fotovoltaica. Equipamento de referência limitador de sobretensões para aplicações fotovoltaicas 1000V DC Tipo 2 SPV325 da Hager.

3.13.4.9. RELÉ DE CONTROLO DE TENSÃO TRIFÁSICO

Prevê-se a instalação de um relé de controlo de tensão trifásico a instalar no Q.G.PV, para controlo da tensão máxima e mínima ($\pm 5\%$ a $\pm 20\%$).

A figura 116 apresenta um relé de controlo de tensão.



Figura 116 - Relé de controlo de tensão EU302 [07].

3.14. SISTEMAS DE SEGURANÇA DE INCÊNDIO

Relativamente á segurança contra incêndio foram projetados os seguinte sistemas:

- Sistema automático de deteção de incêndio (SADI) para locais com e sem atmosfera potencialmente explosiva (ATEX);
- Sistema de extinção automática de incêndios;
- Sistema de deteção e alarme de dióxido de carbono (CO₂).

Foi efetuada a conjugação dos três sistemas anteriormente descritos nas mesmas peças desenhadas, por forma a facilitar, em fase de projeto, a interligação destes e em obra as conexões entre eles.

Privilegiou-se a escolha de equipamentos de referência para o projeto da mesma marca e da mesma gama, pretendendo-se com esta escolha a harmonização das soluções e a fácil montagem e coordenação entre sistemas.

O modo de funcionamento e o tipo de equipamentos utilizados no projeto estão designados no capítulo dos conceitos gerais das instalações.

Existe uma enorme panóplia de equipamentos de segurança, com funções e modos de funcionamento similares, o que apesar de ser uma grande vantagem para os projetistas é também a principal dificuldade no desenvolvimento desta especialidade, tão importante num projeto desta dimensão e valor patrimonial.

A escolha dos equipamentos mais indicados para cada espaço a proteger obriga a um conhecimento geral dos equipamentos existentes no mercado, mas principalmente da utilização do espaço em questão.

Apesar de parecer uma simples análise de arquitetura, nem sempre os espaços representados nas plantas são devidamente associados a uma função ou atividade, sendo deixados como espaços vazios ou para futura utilização. Contudo nesta fábrica, houve um compromisso entre todas as especialidades e cliente para que a maioria dos espaços fosse devidamente identificada e a função correspondente.

A figura 117 apresenta um excerto da simbologia utilizada para o desenho destes sistemas.












	Detetor de Fumos - Ótico Smoke Detector
	Detetor Termovelocimétrico Termovelocimetric Detector
	Detetor Dupla Tecnologia Double Tecnology Detector
	Detetor Linear - Emissor / Recetor Linear Smoke Detector
	GC Detetor de Gases Combustíveis Combustible Gas Detector
VEC 	Válvula Eletromagnética de Corte - Gás Combustível Combustible Gas - Electromagnetic Shut-Off Valve
M.I. 	Manta Ignífuga Fire Retardant Blanket
	Botoneira Manual de Alarme de Incêndio Panic Button
	Sirene de Alarme de Incêndio Fire Alarm
	Central de Alarme e Comando - SADI Fire Control Panel
	DES Central de Alarme e Comando - SADI Smoke-Removing System Control Panel

Figura 117 - Excerto da simbologia utilizada no projeto dos sistemas de segurança de incêndio (extrato do desenho original).

No desenvolvimento do projeto é necessário conhecer e desenvolver o diagrama de funcionamento dos diversos sistemas que o compõem.

A figura 118 apresentam o diagrama do SADI.

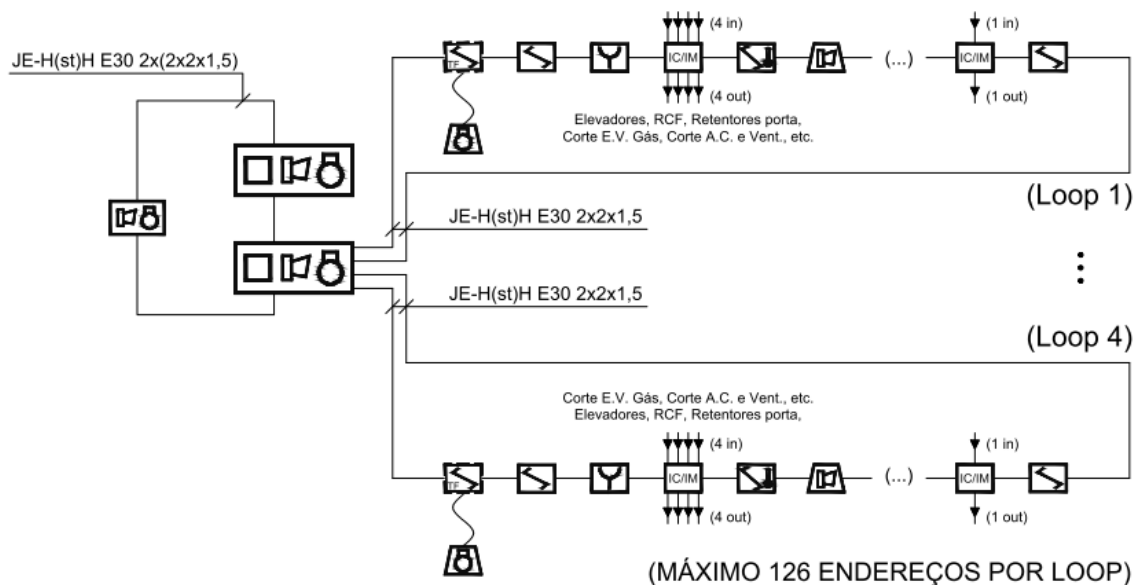


Figura 118 - Diagrama de princípio do sistema automático de detecção de incêndio (extrato do desenho original).

As centrais de detecção de gás são ligadas ao sistema de SADI através dos interfaces de comando, fazendo a partir desse momento parte do *loop* de incêndio. Considerou-se portanto um sistema do tipo endereçável por forma a conseguir garantir uma gestão centralizada de um sistema com diversos equipamentos periféricos e facilitar a identificação do local afetado por um incêndio.

O posicionamento dos equipamentos do sistema automático de detecção de incêndios, de detecção de dióxido de carbono e de extinção automático foi efetuado com o máximo de rigor, por forma a cumprir com as normas aplicáveis e as recomendações dos fabricantes.

De acordo com a nota técnica n.º 12 da autoridade nacional de proteção civil (ANPC) portuguesa, figura 119, os espaços dotados de tetos falsos com mais de 0,8m de altura e os

pavimentos sobrelevados em mais de 0,2m, suscetíveis de serem atravessados por equipamentos ou instalações, necessitam de ser dotados de meios de deteção de incêndio.

	Altura do teto (m)					
	≤4,5	>4,5 ≤6	>6 ≤8	>8 ≤11	>11 ≤25	>25
Tipo de detetor	Raio de ação (m)					
Térmicos: EN 54-5: Grau 1	5	5	5	NN	NU	NU
Fumo: Pontual: EN54-7	7,5	7,5	7,5	7,5	NN	NU
Feixe EN 54-12	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5 ^{a)}	NU
NU – Não utilizável para esta gama de alturas.						
NN – Normalmente não utilizável para esta gama, mas pode ser utilizado em aplicações especiais.						
a) Será normalmente necessária uma segunda camada de detetores a aproximadamente metade da altura do teto.						

Figura 119 - Limites de altura dos tetos e raio de ação dos detetores [ANPC, 2013a].

Para além dos condicionalismos técnicos é igualmente necessário considerar o aspeto estético das instalações, sendo necessário efetuar a coordenação entre todas as especialidades.

A figura 120 apresenta a marcação do sistema de SADI na zona de laboratório e de administração.

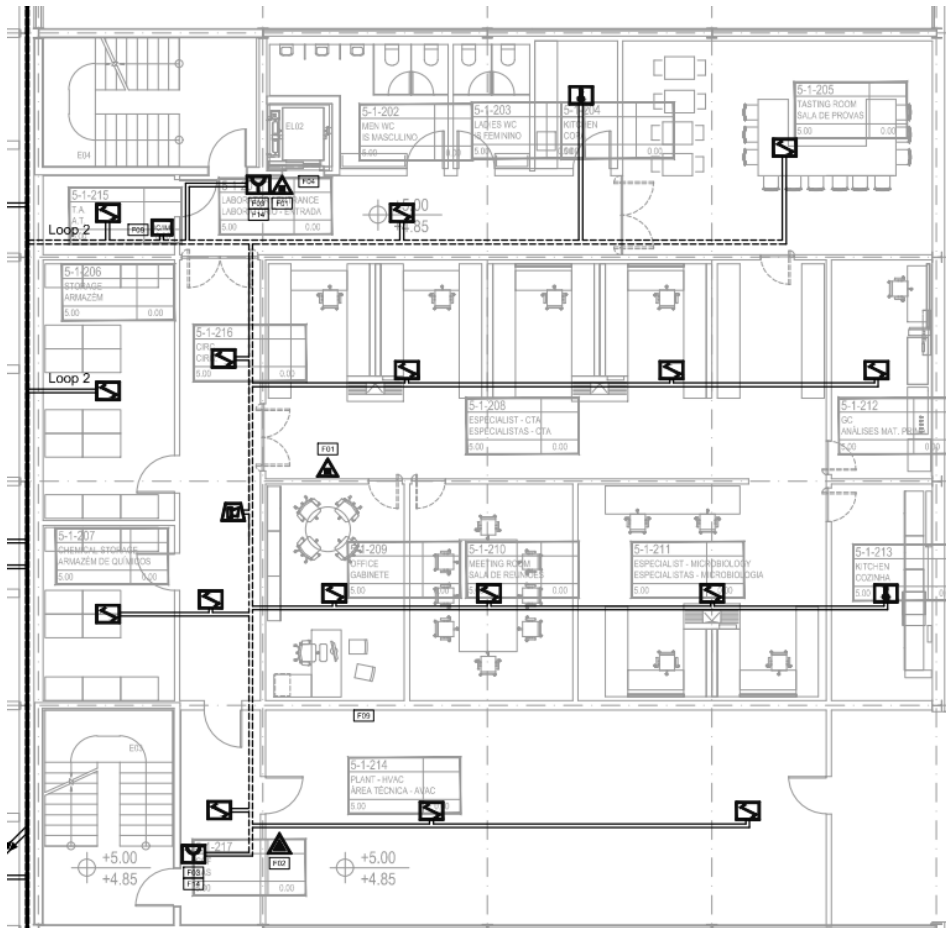


Figura 120 - Sistema automático de detecção de incêndio (extrato do desenho original).

A figura 121 apresenta o diagrama de princípio do sistema de detecção de dióxido de carbono.

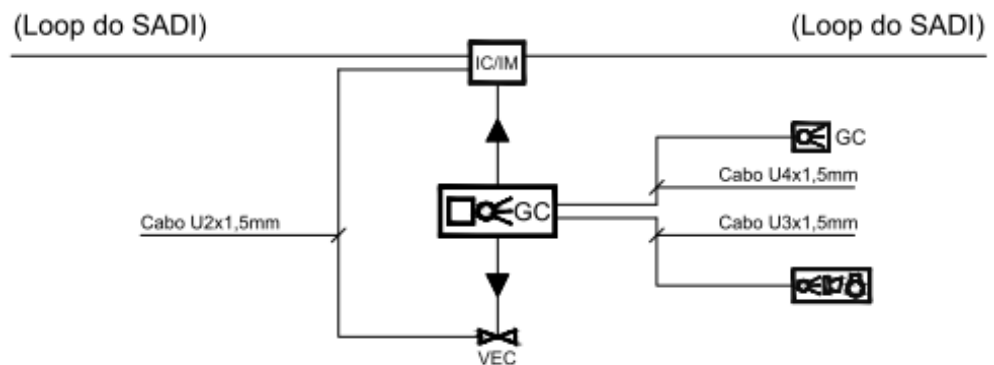


Figura 121 - Diagrama de princípio do sistema automático de detecção dióxido de carbono (extrato do desenho original).

Existem espaços onde a importância dos equipamentos que nele se encontram são de tal maneira importantes, quer a nível económico ou de processo produtivo, que é necessário dotar o espaço de sistemas capazes de efetuar a extinção automática de um foco de incêndio nesse local.

A figura 122 mostra o diagrama do sistema de extinção automática de incêndio por gás.

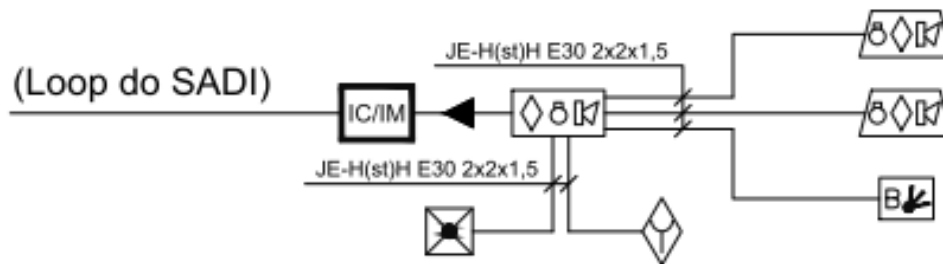


Figura 122 - Diagrama de princípio do sistema automático extinção de incêndio (extrato do desenho original).

Tal como referido anteriormente o sistema automático de extinção de incêndio (SAEI) foi aplicado no projeto para proteger as salas “cérebro” da linha de produção. Nestas salas estão concentrados os sistemas de alimentação, comando e gestão de toda a linha de produção, sendo vital a sua preservação.

A figura 123 apresenta uma sala equipada com o sistema de extinção automática de incêndio.

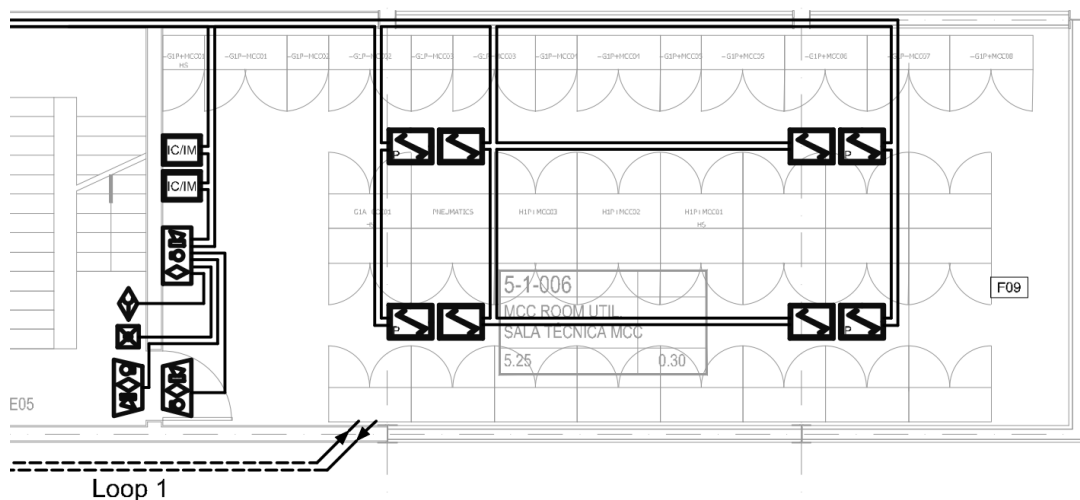


Figura 123 - Sistema automático de extinção de incêndio (extrato do desenho original).

Alguns compartimentos da fábrica, onde são rececionados e processados os cereais, constituem zonas potencialmente explosivas (ATEX), onde é necessário tomar precauções adicionais.

Os equipamentos de deteção são específicos para estas situações, existindo ainda um isolamento das linhas de *loop* da central de deteção de incêndios que percorrem estes locais, podemos verificar exatamente esta situação na figura 124.

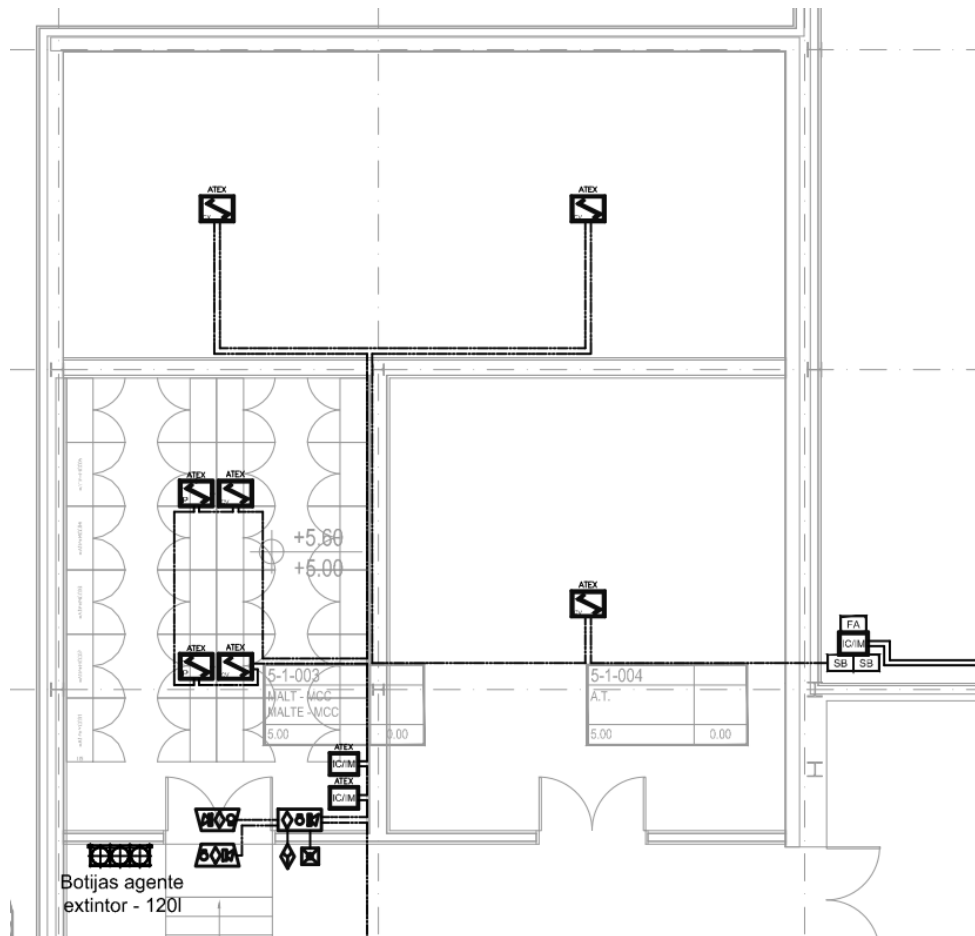


Figura 124 - Sistema de deteção de incêndios em zonas potencialmente explosivas (extrato do desenho original)

No âmbito do projeto da unidade industrial de produção de cerveja foi utilizado o agente extintor mais corrente no mercado, o HFC-227, sendo também conhecido sob a designação comercial de “FM-200” entre outras. O FM-200 possui um baixo impacto sobre o meio ambiente e a sua rápida capacidade de atuação impede um possível impacto devastador causado por um incêndio.

Em todo o projeto foram consideradas três salas para aplicar o sistema de extinção por gás, todas elas afetas à alimentação e gestão do sistema de produção e enchimento da unidade industrial de produção de cerveja. No caso da figura 124 as botijas de agente extintor possuem 120litros de capacidade.

3.15. SISTEMAS DE SEGURANÇA CONTRA INTRUSÃO E ROUBO

Neste capítulo serão reunidos os diferentes elementos que compõem o sistema de segurança contra intrusão e roubo, nomeadamente:

- Sistema de videovigilância;
- Sistema de intrusão;
- Sistema de controlo de acessos.

Apesar de serem três subespecialidades bastante diferentes entre si, estas complementam-se e constituem um elemento muito importante para a segurança das instalações. Contrariamente ao efetuado no sistema de segurança contra incêndio, estes sistemas foram anexados nas mesmas plantas, numa tentativa de otimização do processo, por serem sistemas mais reduzidos. A sua interligação não é física, sendo efetuada com recurso ao *software* do sistema de gestão centralizada de perigos.

Privilegiou-se a escolha de equipamentos de referência para o projeto da mesma marca, pretendendo-se com esta escolha a harmonização das soluções e a fácil montagem e coordenação entre sistemas.

As figuras 125, 126 e 127 apresentam partes das simbologias, relativas às especialidades atrás referidas, que acompanham o projeto.

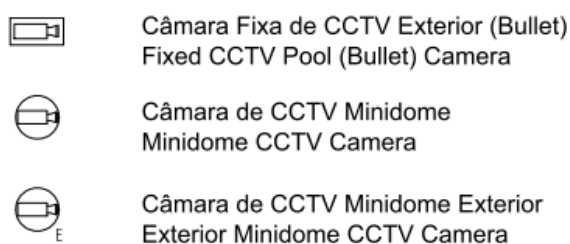


Figura 125 - Excerto da simbologia do circuito fechado de televisão (extrato do desenho original).







	Controlador de 1 Porta IP C/PoE 1 IP Port C / PoE Controller
	Controlador de 2 Portas 2 Port Controller
	Controlador de 4 Portas 4 Port Controller
	Leitor de Proximidade Proximity Reader
	Leitor de Proximidade com Teclado Keypad Proximity Reader
	Botão de Saída Exit Button

Figura 126 - Excerto da simbologia do sistema de controlo de acessos (extrato do desenho original).









	Central de Intrusão e Roubo Theft and Intrusion Central Panel
	Consola Terminal de Operação Operation Terminal Panel
	Contacto Magnético Magnetic Contact
	Contacto Magnético de Portão Gate Magnetic Contact
	Teclado Keyboard
	Expansor Expander
	Detetor Sísmico Seismic Detector
	Detetor Volumétrico Volumetric Detector

Figura 127 - Excerto da simbologia do sistema de intrusão (extrato do desenho original).

No desenvolvimento do projeto é necessário conhecer e desenvolver o diagrama de funcionamento dos diversos sistemas que o compõem. As figuras 128, 129 e 130

apresentam-se os diversos diagramas que compõem os sistemas de segurança contra intrusão e roubo.

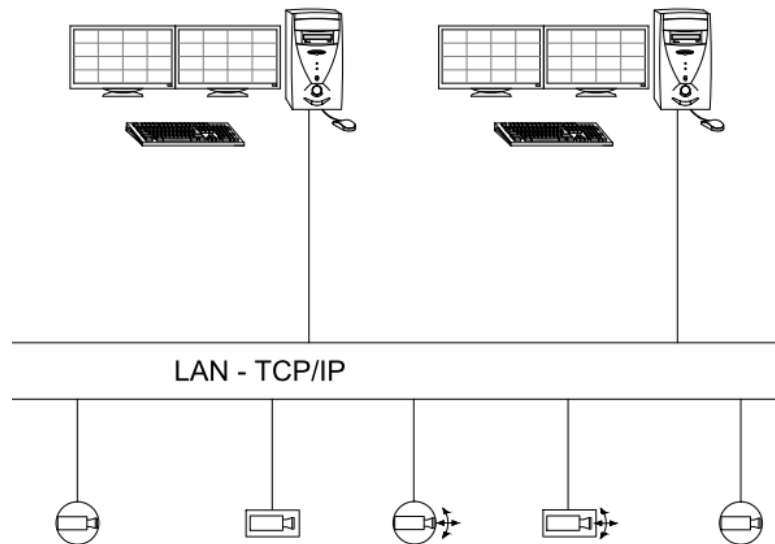


Figura 128 - Excerto do diagrama do circuito fechado de televisão (extrato do desenho original)

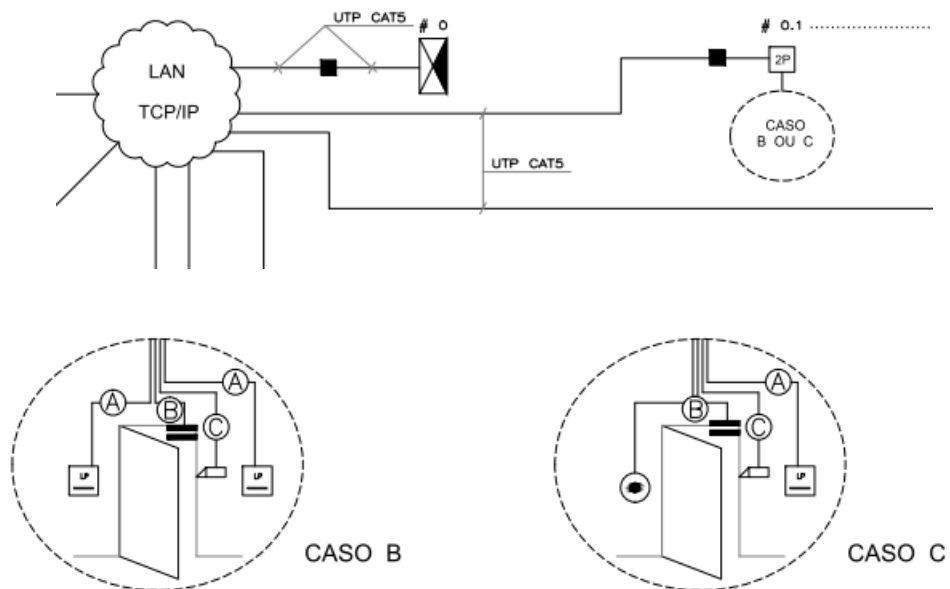


Figura 129 - Excerto do diagrama do sistema de controlo de acessos (extrato do desenho original)

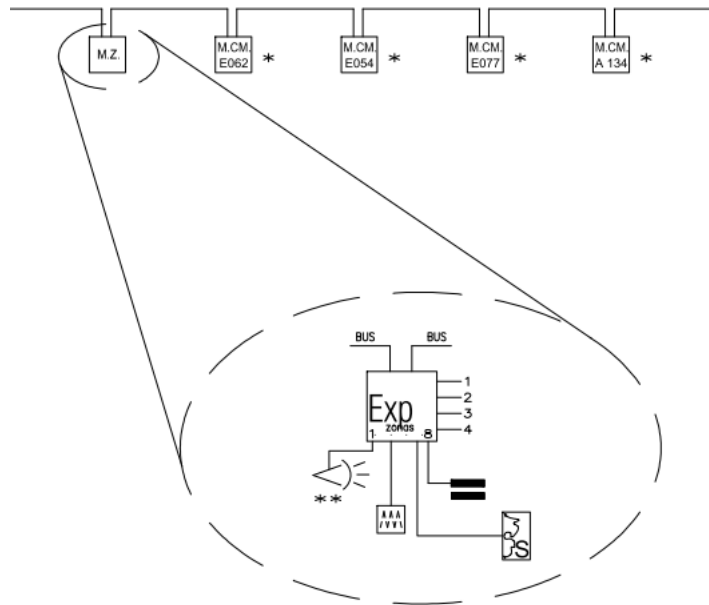


Figura 130 - Excerto do diagrama do sistema de controlo de intrusão (extrato do desenho original)

O posicionamento dos equipamentos dos três sistemas foi efetuado com o máximo de rigor, por forma a abranger todas as áreas potencialmente perigosas e as recomendações dos fabricantes.

Na figura 131 podemos identificar os três sistemas aplicados no mesmo espaço, não se tornando redundantes mas sim complementares uns dos outros. A figura apresenta três portas com acesso direto ao exterior, a porta afeta à entrada da administração (*Administration Entrance*) e à entrada de pessoal (*Staff Entrance*) foram dotadas de sistema de controlo de acessos por forma a controlar e registar a entrada e saída de pessoas nas instalações, junto destas portas de acesso principal foram também deixados painéis de controlo do sistema de intrusão permitindo a ativação ou desativação do sistema de intrusão, para além disso foram também indicadas câmaras por forma a registar em vídeo os acontecimentos ocorridos neste local. A terceira porta é de saída de um dos compartimentos e apenas deverá ser utilizada, conforme indicações do dono da obra, em casos excecionais, posto isto, neste local apenas foram deixadas contactos magnéticos, ligados ao sistema de controlo de intrusão, por forma a despoletar um alarme em caso de quebra do protocolo de operação deste espaço.

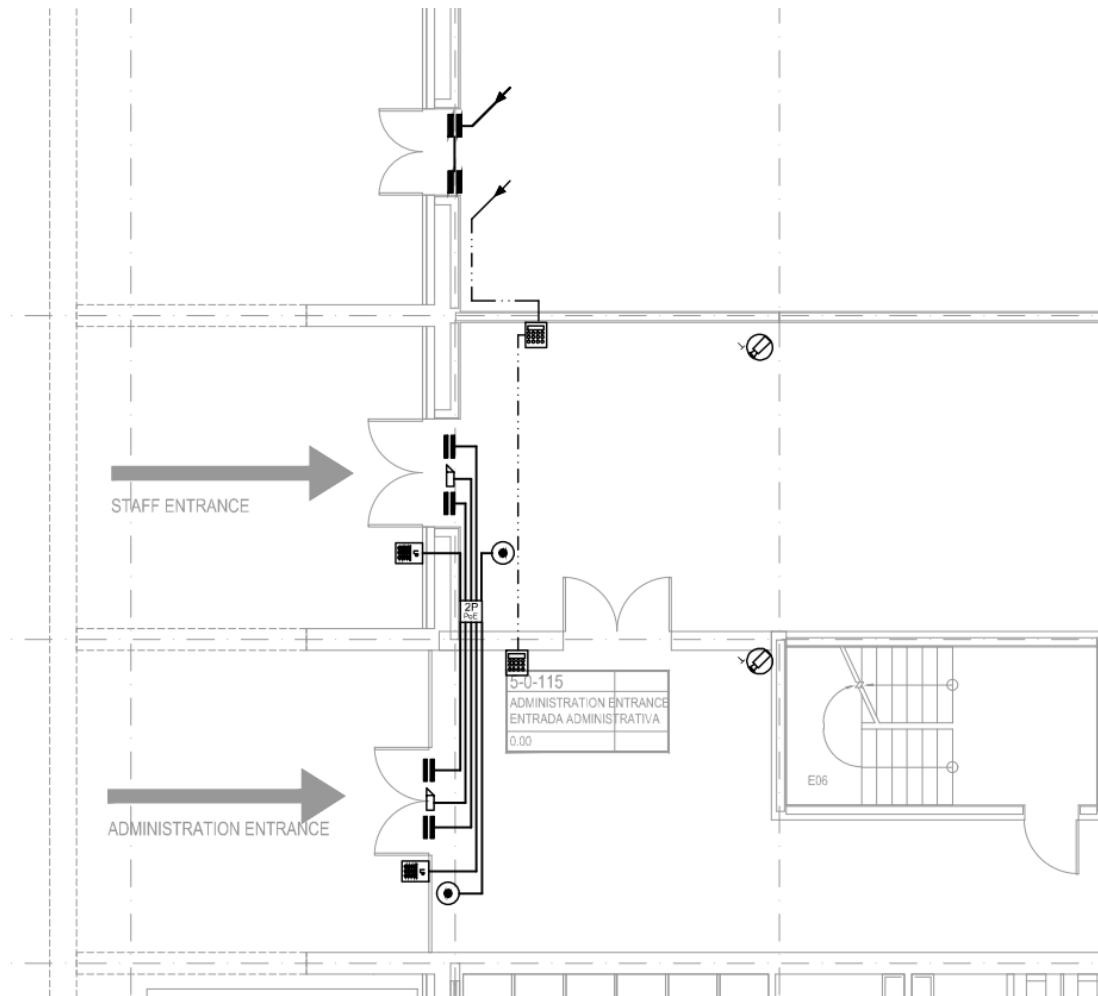


Figura 131 - Excerto da planta onde se podem identificar os três sistemas a operar (extrato do desenho original)

3.16. INSTALAÇÕES DE TELECOMUNICAÇÕES EM EDIFÍCIOS

Os sistemas de telecomunicações internos e externos são fundamentais para o correto funcionamento de toda a fábrica. O sistema serve de base a muitos outros sistemas, tais como os de segurança, os associados ao processo de fabrico, entre outros.

O projeto foi abordado com o objetivo de dotar todos os espaços da fábrica de uma rede estruturada de telecomunicações. Tendo em conta a extensão desta, as restrições em termos das distâncias máximas admissíveis para os cabos de pares de cobre e as necessidades associadas a este sistema, foi preconizada uma rede de bastidores capazes de suprir todas as necessidades da fábrica e dos seus utilizadores.

A figura 132 apresenta a simbologia adotada no âmbito das instalações de telecomunicações.

ATE	ATE - Armário de Telecomunicações do Edifício Building Telecommunications Cabinet
B	Bastidor Telecommunications Rack
CVM X	Caixa de Visita Multi-Operador, do Tipo CVR CVR Type Visit Multi-Operator Box
Cx	Caixa de Passagem do Tipo "C" (x=1,2,3,4,5) "C" Type Distribution Wall Box (x=1,2,3,4,5)
Ix	Caixa de Aparelhagem e Distribuição do Tipo "I" (1,2,3) "I" Type Equipment and Distribution Box (1,2,3)
P	Tomada RJ45 Simples Single Data embedded socket (1xRJ45), mounted at h=0,3m unless stated otherwise in the drawings. when coupled with a TV (FM-FI) socket, it should be mouted at the same height as the later
Pa	Tomada RJ45 Dupla Dual data embedded sockets (2xRJ45), mounted at h=0,3m unless stated otherwise in the drawings
C	Tomada Coaxial TV/FM-FI Single TV (FM-FI) embedded socket, mounted at h=0,3m in private areas and at h=2,2m in public areas, unless stated otherwise in the drawings
P _{CCTV}	Mod. RJ45 em caixa funda com cabo em ponta para câmara CCTV Rj45 module with cable for CCTV
P ^{WF}	Tomada RJ45 Simples para Rede Wi-Fi Single data for Wi-Fi Network.

Figura 132 - Excerto da simbologia das instalações de telecomunicações (extrato do desenho original)

Sendo este um sistema transversal às diversas especialidades que compõem o projeto, a sua execução é progressiva e necessita de ser constantemente compatibilizada com os restantes elementos do projeto. Uma das principais dificuldades do desenvolvimento desta especialidade passa pela organização das áreas de influência de cada bastidor, a sua localização e a certeza que todas as todas se encontram dentro dos comprimentos máximos regulamentares.

Tendo em conta que a fábrica se encontra dividida em três edifícios, portaria, edifício das *utilities* e edifício das *facilities*, a rede de telecomunicações foi igualmente dividida dessa forma, conforme figura 133 ilustra.

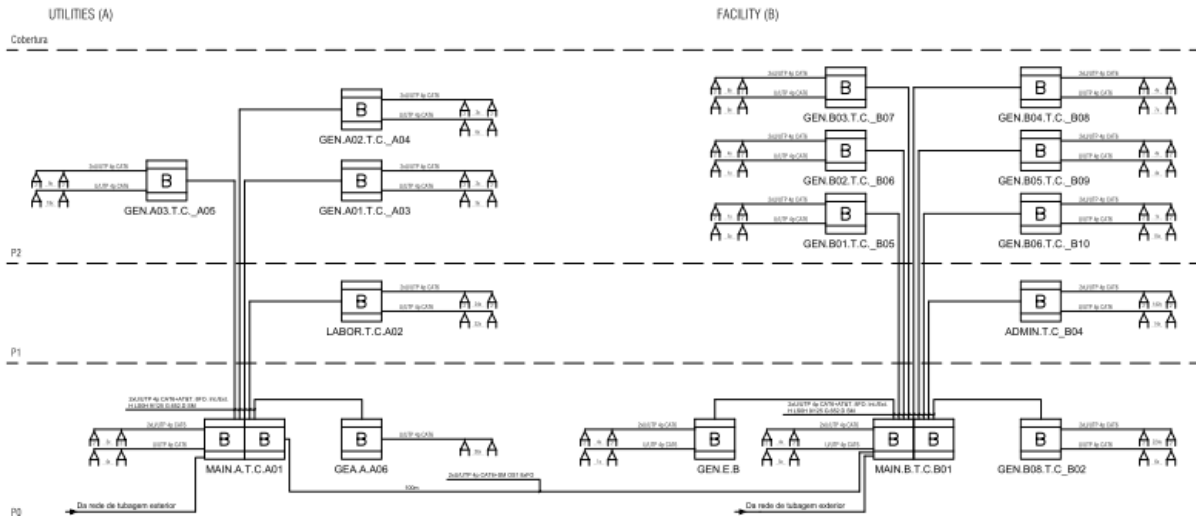


Figura 133 - Diagrama da rede de telecomunicações (extrato do desenho original).

Foi projetado um bastidor geral de telecomunicações por edifício, sendo que a transição com o exterior é efetuada no edifício da portaria. Deste bastidor é efetuada a interligação com o bastidor principal situado na zona técnica das *facilities*. É a partir deste último que a distribuição se expande para o edifício das *utilities*. As ligações entre os bastidores principais é efetuada, com recurso a cabos de fibra ótica devido às distâncias entre os edifícios.

Conforme referido anteriormente a fábrica foi dotada de diversos bastidores parciais por forma a suprir todas as necessidades desta, os bastidores foram interligados com o bastidor principal por intermedio de cabos de fibra ótica, para permitir velocidades de ligação e de transferência de dados mais rápida, mas também por intermédio de cabos de pares de cobre, por forma a assegurar a existência da rede analógica.

No edifício foi também preconizado um sistema de receção por satélite de sinal de televisão. As áreas sociais foram dotadas de tomadas de coaxial.

A figura 134 apresenta o diagrama desse sistema de coaxial.

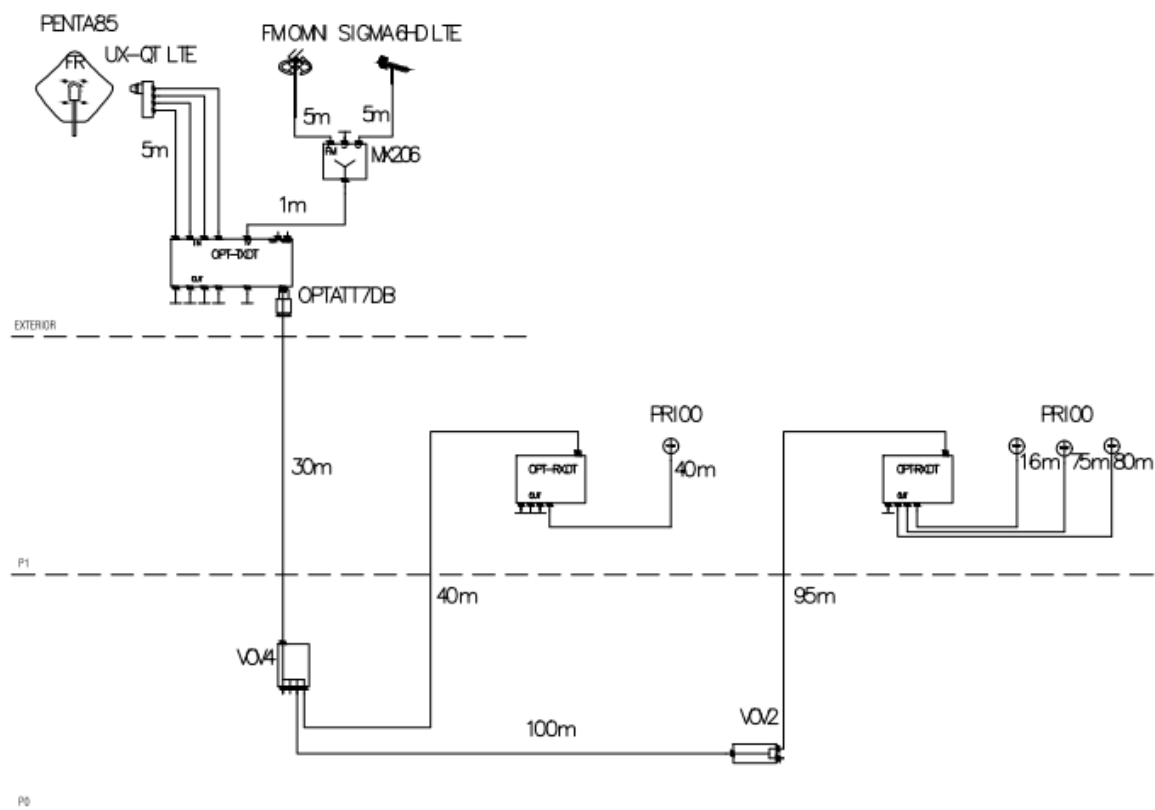


Figura 134 - Diagrama da rede coaxial (extrato do desenho original)

A rede de telecomunicações socorreu-se de um sistema de caminhos de cabos dedicado para desenvolver toda a rede estruturada do edifício. Tendo sempre como ponto de partida os bastidores terminando nas tomadas indicadas em projeto.

A figura 135 apresenta o bastidor principal do edifício das *utilities*, o bastidor é dividido em dois armários, sendo um para o equipamento passivo da rede, isto é, painéis organizadores de cabos, painéis de distribuição, etc., e o outro para o equipamento ativo, tais como centrais telefónicas, *switches* de rede, *routers* etc.

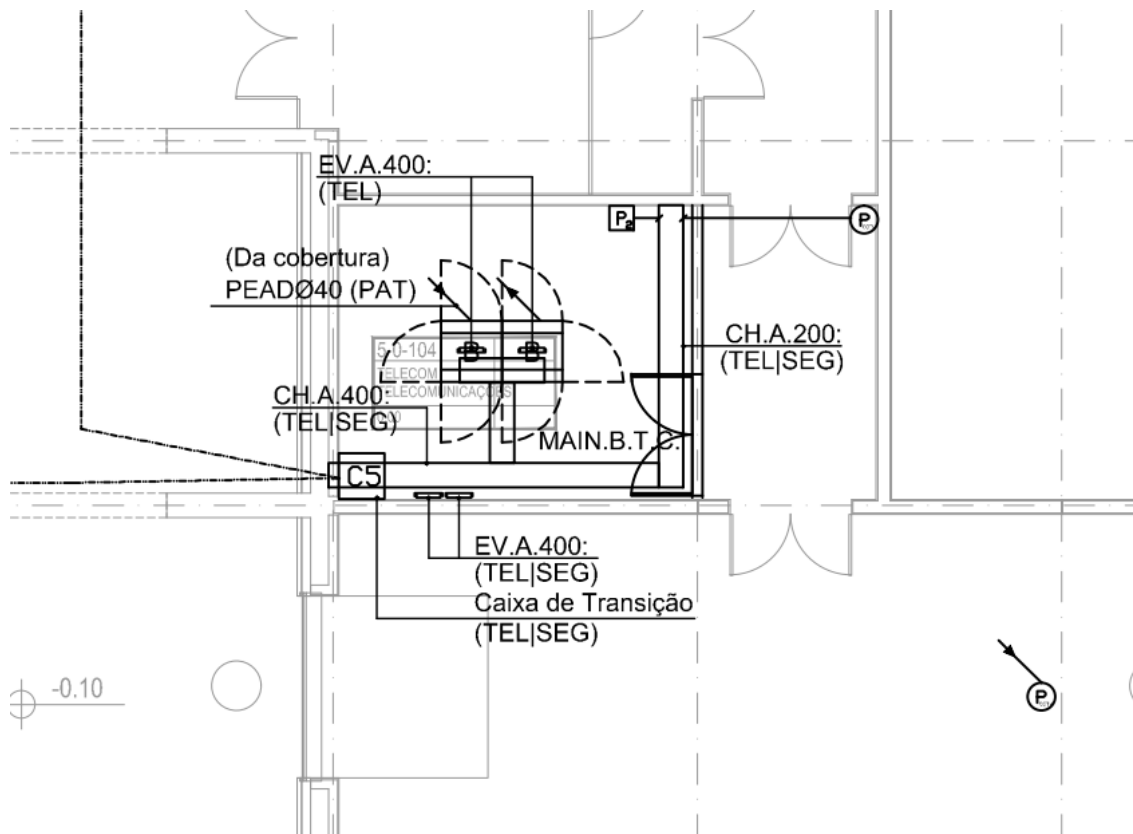


Figura 135 - Bastidor principal do edifício das *facilities* (extrato do desenho original)

A figura 136 apresenta a distribuição de tomadas de rede pelas zonas administrativas e de laboratório, estas foram posicionadas de acordo com o *layout* de arquitetura, que apresenta o mobiliário e consequentemente os postos de trabalho a considerar.

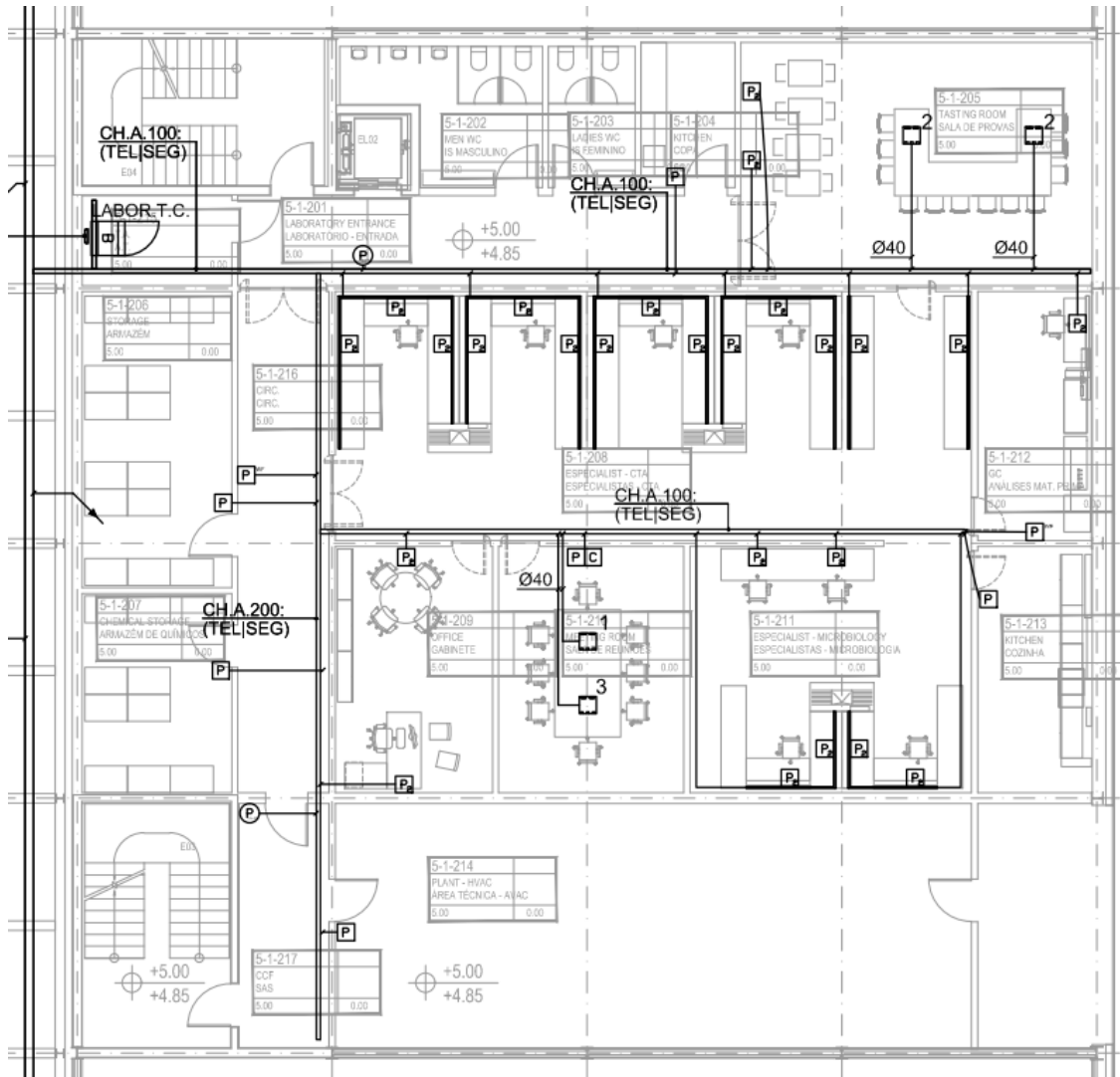


Figura 136 - Distribuição das tomadas de pares de cobre no laboratório e zona administrativa (extrato do desenho original)

4. CONCLUSÕES

4.1. CONCLUSÕES GERAIS

O presente documento visa apresentar uma análise às diferentes etapas e componentes envolvidos na realização de um projeto eletrotécnico, na vertente das instalações elétricas, telecomunicações e segurança em edifícios do tipo industrial

Para tal foram analisadas diversas soluções capazes de responder às necessidades do cliente, quer em termos económicos, eficiência energética, funcionalidade das instalações, fiabilidade e segurança destas.

A realização deste projeto permitiu o desenvolvimento de valências nas mais diversas áreas, desde os temas mais técnicos ao melhoramento do poder argumentativo de problemas com a restante equipa técnica que compõem o projeto, como foi o caso das reuniões semanais de projeto.

Foi possível trabalhar com valores de potência bastante elevados, pouco usuais na maioria dos projetos desenvolvidos diariamente, permitindo criar mecanismos de trabalho para o desenvolvimento dos restantes lotes que compõem o parque industrial.

Após a conclusão do projeto da unidade industrial de produção de cerveja e durante o período de desenvolvimento deste relatório foram efetuados os projetos eletrotécnicos das fábricas

de laticínios, refrigerantes, estação de tratamento de águas residuais, edifício sede e administrativo do grupo, foram também desenvolvidas as infraestruturas exteriores. Foi mantida a equipa de trabalho da unidade industrial de produção de cerveja no desenvolvimento destes trabalhos, encabeçada por mim como gestor de todos os projetos referidos anteriormente.

Os objetivos do trabalho foram cumpridos na sua totalidade, foi possível aliar tecnologia de ponta, eficiência e rentabilização das instalações. Os prazos de entrega dos trabalhos foram cumpridos escrupulosamente, tal como os requisitos do cliente e restante equipa de projeto. A experiência adquirida com a elaboração deste trabalho demonstrou-se bastante importante para mim e para a restante equipa de projeto, permitiu reduzir o tempo de execução das tarefas para os trabalhos referidos anteriormente bem como para trabalhos similares.

4.2. COMPONENTE ACADÉMICA

Apesar de já trabalhar há diversos anos na área de projeto, sem ter o curso de engenharia concluído, existiam diversos temas, relacionados com esta área, que necessitavam de ser compreendidos e aprofundados. Com a conclusão da licenciatura e posterior mestrado, foi possível obter as bases para o desenvolvimento de um trabalho mais competente, mais rigoroso e com maior espírito crítico. As disciplinas de projeto de instalações elétricas, de instalações elétricas especiais, luminotecnia e telecomunicações ajudaram a consolidar as bases relacionadas com a atividade, as unidades curriculares de gestão apoiaram-me numa melhor organização do trabalho, do tempo e de gestão das pessoas pelas quais sou responsável na empresa. As restantes, apesar de não estarem diretamente relacionadas com a atividade, ajudaram-me a consolidar outros conhecimentos e a alargar horizontes de trabalho.

4.3. PERSPETIVAS DE TRABALHO FUTURO

Um projeto eletrotécnico desta envergadura não termina com a entrega dos projetos, existe a necessidade de acompanhar o desenvolvimento da obra e dar resposta a todas as dúvidas que possam existir no decorrer desta. O apoio ao construtor é fundamental para que o conceito definido pelo projetista seja aplicado em obra, e para que todos os trabalhos decorram sem sobressaltos que possam comprometer a continuidade da construção. É bastante frequente a realização de alterações ao projeto finalizado e entregue, no decorrer do

processo de construção, quer por alterações decorrentes de imprevistos, quer por alterações de arquitetura, ou de outra espécie.

Referências bibliográficas

- Referências Documentais

[ANPC, 2013] Autoridade Nacional da Proteção Civil (ANPC), *Nota Técnica 17 – Sistemas Automáticos de Extinção de Incêndio por Agentes Gasosos, 2013;*

[ANPC, 2013a] Autoridade Nacional da Proteção Civil (ANPC), *Nota Técnica 12 – Sistemas Automáticos de deteção de incêndio, 2013;*

[APSEI, 2008] Associação Portuguesa de Segurança, *Sistemas de extinção de incêndios por agentes gasosos, 2008;*

[APSEI, 2009] Associação Portuguesa de Segurança, *Sistema Automático de Detecção de Incêndio, 2009;*

[APSEI, 2010] Associação Portuguesa de Segurança, *Sistema de Alarme de Intrusão (SAI), 2010;*

[APSEI, 2010a] Associação Portuguesa de Segurança, *Sistema de Videovigilância, 2010;*

[APSEI, 2015] Associação Portuguesa de Segurança, *Blocos Autónomos de Iluminação de Segurança, 2015;*

[DGEG, 2012] Direção Geral de Energia e Geologia, *Classes de isolamento em quadros elétricos, 2012;*

[DGEG, 2015] Direção Geral de Energia e Geologia, *Esquemas tipo de unidades de produção para autoconsumo com tecnologia solar fotovoltaica, 2015;*

[Dombaxe, 2011] Dombaxe, M. I., *Os Problemas Energéticos em Angola: Energias Renováveis, a Opção Inadiável.* Universidade Nova de Lisboa;

[Ferreira, 2015] Ferreira C., *Segurança em Atmosferas Explosivas.* Instituto Superior de Educação e Ciências, 2015;

- [Gomes, 2014] Gomes, D.B., *Dimensionamento de um sistema fotovoltaico para autoconsumo para um edifício ligado à rede pública de distribuição*. Universidade de Coimbra, 2014;
- [Indusmelec, 2013] Indusmelec, *Esquemas e diagramas – Regimes de Neutro*, 2013;
- [Indusmelec, 2014] Indusmelec, *ATEX - Atmosferas Explosivas*, 2014;
- [Indusmelec, 2015] Indusmelec, *Descarregadores de Sobretensões*, 2015;
- [ISOSIGMA, 2012] ISOSIGMA, *Proteção contra Descargas Atmosféricas e Sobretensões*, 2017;
- [Jesus, 2010] Jesus, R. J., *Projecto de Instalação Elétrica de Baixa Tensão de um Lar de Idosos*. Universidade do Minho, 2010;
- [Lopes, 2013] Lopes, E. F., *Projeto de Instalações Elétricas, Telecomunicações e Segurança Contra Incêndios de um Centro Escolar*. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, 2013;
- [Lopes, 2013a] Lopes, G. F., *Projeto de Instalações Elétricas e de Telecomunicações em Edifícios*. Instituto Politécnico de Coimbra, 2013;
- [Matos, 2013] Matos, P. F., *Os novos desafios do sector eléctrico Angolano*, 2013;
- [Meireles, 2012] Meireles, P. J., *Regimes de Neutro em Redes de Instalações de BT*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2012;
- [Mourinho, 2014] Mourinho, J. M. *Projeto de instalações elétricas: estudo comparativo entre uma solução tradicional com uma solução energeticamente eficiente*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2014;
- [Oliveira, 2016] Oliveira, A., *Projeto de instalações elétricas, telecomunicações e de segurança em edifícios*. Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2016;
- [Patrício, 2015] Patrício, F. N., *Proteção Contra Descargas Atmosféricas – SPDA*, 2015;
- [Pires, 2012] Pires, A. M., *Projeto de Instalações Elétricas e Telecomunicações*. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, 2012;

[Raminhos, 2012] Raminhos, F. M. *Análise, Simulação e Projeto de Instalações Técnicas em Edifícios*. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, 2012

[Ribeiro, 2012] Ribeiro, F. A., *Proteção de um edifício industrial contra os efeitos das descargas atmosféricas*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2012;

[Santos, 2010] Santos, D. S., *Telegrama*, Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2010;

[Santos, 2012] Santos, D. S., *Tecnologia DALI*, Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2012;

[Schneider Electric, 2009] Schneider Electric, *Proteção de Pessoas - Esquemas de ligação à terra, 2009*.

- Webgrafia

[01] EATON. (09 de 2017). Obtido de <http://www.eaton.pt>

[02] CLIMAR (09 de 2017) Obtido de <http://www.climar.pt/>

[03] PALAZZOLI (09 de 2017) Obtido de <http://www.palazzoli.com/en>

[04] INDUSMELEC (09 de 2017). Obtido de <http://www.indusmelec.pt/>

[05] SIEMENS (09 de 2017). Obtido de <http://www.siemens.com>

[06] APLICACIONES TECNOLÓGICAS (09 de 2017) Obtido de <https://pararaios-at3w.pt/>

[07] HAGER (09 de 2017) Obtido de <http://www.hager.pt/>

[08] LINKEDIN (09 de 2017) Obtido de <https://pt.linkedin.com/pulse/sua-ilumina%C3%A7%C3%A3o-led-escureceu-queimou-r%C3%A1pido-entenda-mayrah-felix>

[09] KNX (09 de 2017) Obtido de <https://www.knx.org/pt/>

[10] JUNG (09 de 2017) Obtido de <https://www.jung.de/pt/>

[11] VOLTIVUM (09 de 2017) Obtido de <https://www.voltimum.pt/artigos/artigos-sobre-produtos/estacao>

- [12] *OSRAM* (09 de 2017) Obtido de [https://www.osram.com.br/ds/ecat/Sistemas%20de%20gerenciamento%20da%20ilumina%C3%A7%C3%A3o- Tecnologia%20LED/br/pt/GPS01_1027355/PP_LATAM_BR_eCat/](https://www.osram.com.br/ds/ecat/Sistemas%20de%20gerenciamento%20da%20ilumina%C3%A7%C3%A3o-Tecnologia%20LED/br/pt/GPS01_1027355/PP_LATAM_BR_eCat/)
- [13] *GLOBAL SYSTEM* (09 de 2017) Obtido de http://www.globalsyst.com.br/sist_detec_alarme_incendio.php
- [14] *COOPER PETRONICA* (09 de 2017) Obtido de <http://cooperpretronica.pt/dincendio.php>
- [15] *VIDEOLIGHT* (09 de 2017) Obido de <http://videolight.pt/domotica-sistemas-de-seguranca/>
- [16] *COOPER PETRONICA* (09 de 2017) Obtido de <http://cooperpretronica.pt/dintrusao.php>
- [17] *GRANDING* (09 de 2017) Obtido de <http://portuguese.biometricaccesscontroldevices.com/sale-3499520-smart-card-and-facial-recognition-access-control-system-biometric-access-control-devices.html>
- [18] *TECNO SEGURO* (09 de 2017) Obtido de <https://www.tecnoseguro.com/tutoriales/video-ip/configurar-camara-ip-conexion-por-internet.html>
- [19] *EXTINRISCO* (09 de 2017) Obtido de http://www.extinrisco.pt/extincao_automatica.php
- [20] *SIEMENS* (09 de 2017) Obtido de <http://www.buildingtechnologies.siemens.com/bt/global/en/firesafety/danger-management-system/dms8000/pages/mm8000-danger-management-station.aspx>
- [21] *SIEMENS* (09 de 2017) Obtido de <https://www.siemens.com/global/en/home/products/energy/low-voltage/systems/8ps-busbar-trunking-systems/sivacon-8ps-li.html>
- [22] *COOPER PETRONICA* (09 de 2017) Obtido de <http://cooperpretronica.pt/iemergencia.php>

[23] *OBO BETTERMANN* (09 de 2017) Obtido de <http://obo.pt/pt-pt/produtos/Sistemas-de-caminho-de-cabos-2770.html>

[24] *WIKIPEDIA* (09 de 2017) Obtido de https://pt.wikipedia.org/wiki/Energia_solar