



# PROJETO DE INFRAESTRUTURAS DE ELETRICIDADE DE UMA RESERVA FUNDIÁRIA EM ANGOLA

**RICARDO JOÃO DA COSTA RIBEIRO**

Julho de 2017

# PROJETO DE INFRAESTRUTURAS DE ELETRICIDADE DE UMA RESERVA FUNDIÁRIA EM ANGOLA

Ricardo João da Costa Ribeiro



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Eléctricos 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: Ricardo João da Costa Ribeiro, N° 1150016, 1150016@isep.ipp.pt

Orientação científica: Sérgio Filipe Carvalho Ramos, scr@isep.ipp.pt

Empresa: Feris – Projetos Elétricos Lda

Supervisão: Fernando Manuel da Cruz Fernandes, geral@feris.pt



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

**2017**

## *Agradecimentos*

Ao Professor Doutor Sérgio Filipe Carvalho Ramos, que na qualidade de orientador desta dissertação, esteve sempre disponível e contribuiu com conselhos, conhecimento técnico e despoletar de hipóteses de melhoria deste relatório.

Ao Eng.º Fernando Manuel da Cruz Fernandes, que na qualidade de orientador pela Feris – Projetos Elétricos Lda., pelo conhecimento que tentou transmitir-me, pela exigência na execução deste trabalho, bem como pelo exemplo de conduta profissional. Uma palavra também ao Eng.º Fernando Almeida.

Aos meus colegas de curso. Certamente não estaria, neste momento, nesta fase do mestrado sem a entejuda e amizade demonstradas. Uma palavra especial ao António Pinheiro e, particularmente, à Maria Helena Miranda. A sua capacidade de trabalho, de resolução de problemas, a lealdade e comprometimento com os objetivos traçados revelaram-se fulcrais neste trajeto.

Ao Eng.º Miguel Silva (Siemens), ao Eng.º César Ramos (*Siteco/Osram*), bem com ao Eng.º José Miguel Leal Costa (EDP Distribuição), pela partilha de conhecimento técnico e resolução de problemas.

Aos meus pais, pelas palavras de incentivo repletas de significado.

À Ana, minha esposa e companheira, pelo intangível apoio, incentivo e constante motivação. Por ter sabido viver cinco anos quase sem a minha presença. Tudo isto não seria possível sem o meu porto seguro.

À Flor e ao Vasco, meus filhos, por me motivarem com os seus sorrisos... a ver se daqui para a frente começam a ter pai a tempo inteiro!



## Resumo

Uma reserva fundiária, em Angola, é entendida como uma ou várias propriedades do governo, agregadas, geralmente com uma dimensão considerável e que podem ser virgens ou já edificadas, ainda que num caso como no outro se procedam a urbanizações novas. No presente estudo foi elaborado o projeto de infraestruturas de eletricidade.

A rede de Média Tensão foi projetada por forma a ser integrada na rede existente, mas também dimensionada de maneira a alimentar as instalações de utilização preconizadas para estes terrenos, cujas plantas foram recebidas em *software* Autocad<sup>®</sup>, e sobre as quais uma parte do trabalho se realizou.

A jusante dos 9 postos de transformação idealizados, a rede de distribuição em baixa tensão contempla a alimentação a habitações unifamiliares e coletivas, bem como a equipamentos sociais e industriais.

A rede de iluminação pública foi idealizada por forma a obedecer às recomendações vigentes, focadas não apenas nos exigentes parâmetros luminotécnicos, mas também na eficiência energética.

Na persecução de uma solução final equilibrada, tanto a nível técnico como económico, são ponderados aspetos de exploração do empreendimento no imediato, bem como levados em conta fatores expectáveis de crescimento ao longo do tempo. Por conseguinte, a exploração na sua globalidade contempla dimensionamentos que não provoquem estrangulamento no futuro e permite ampla integração das soluções preconizadas numa ampliação que venha a suceder.

Palavras chave (tema) – Projeto de eletricidade; Posto de transformação; Infraestruturas; Queda de tensão; Corrente de curto-circuito; Luminotecnia

Palavras chave (tecnologia) – Autocad<sup>®</sup>; Excel; Relux<sup>®</sup>;



## *Abstract*

A reserve land, in Angola, is known as one or several government properties, aggregated, normally with a reasonable dimension and which can be virgin or already built, even if on either case new urbanizations can be created. In this present study the electricity infrastructure project has been elaborated.

The Medium Voltage network has been studied in such a way that it can be integrated in the existent network, but also dimensioned in order to manage to feed the utilization facilities defined for these lands, whose plants have been received through the Autocad<sup>®</sup> software, and on which some part of the work has been done.

Downstream the nine transformer substation idealized, the Distribution Lower Voltage network includes the feeding of one or several family homes, as well as social and industrial equipments.

The public lighting network was idealized in such a way it could obey the ongoing recommendations, focused not only on the demanding light and technical parameters, but also on the energetic efficiency.

Looking to find a final balanced solution, on both technical and economical levels, aspects of exploitation of the undertaking are considered immediately, as well as expected factors of growth through time are taken into account. Therefore, exploitation in its overall contemplates multiple dimensioning that do not cause strangulation in the future and allow a wide integration of the recommended solutions in a growth that might eventually happen.

Key words (subject) – Electricity project; Transformer substation; Infrastructures; Distribution cabinet; Short Circuit Current; Lighting technics

Key words (technologies) – Autocad<sup>®</sup>; Excel; Relux<sup>®</sup>;



# Índice

Agradecimentos .....	iii
Resumo .....	v
Abstract.....	vii
Índice de figuras .....	xiii
Índice de tabelas .....	xvii
Siglas e Acrónimos.....	xix
1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento .....	1
1.2. Apresentação do projeto proposto e objetivos .....	2
1.3. Presença portuguesa em Angola ao longo dos tempos .....	2
1.3.1. Presença portuguesa em Angola no presente.....	3
1.3.2. Para quem pensa começar um negócio em Angola .....	4
1.3.3. Legislação eletrotécnica em Angola .....	5
1.3.4. Reserva fundiária .....	5
1.3.5. Projeto de infraestruturas .....	6
1.3.6. Filosofia do projeto em MT, BT e IP.....	6
1.4. Apresentação da organização.....	7
1.5. Organização do relatório.....	8
2. Requisitos Legais.....	9
2.1. Rede de média tensão .....	9
2.2. Rede de baixa tensão.....	10
2.3. Rede de iluminação pública .....	11
3. Metodologias de Dimensionamento .....	17
3.1. Utilização do transformador .....	17
3.2. Queda de tensão e corrente de serviço.....	18

3.3. Condições de sobrecarga .....	19
3.4. Coeficientes de simultaneidade .....	20
3.5. Fatores de correção de temperatura ambiente e do solo .....	20
3.6. Proteção contra curto-circuitos .....	21
3.7. Seletividade entre proteções .....	24
3.8. Potências por tipologia de instalação.....	24
3.9. Transformador de 630 kVA.....	25
4. Casos de Estudo .....	27
4.1. A reserva fundiária .....	27
4.2. Caso de estudo 1 - Rede de Média Tensão .....	29
4.2.1. Especificação técnica dos postos de transformação .....	32
4.2.2. Características de rede de alimentação.....	33
4.2.3. Características da aparelhagem de Alta Tensão .....	33
4.2.4. Transformador MT/BT .....	41
4.2.5. Características dos diversos materiais de Alta Tensão .....	42
4.2.6. Características da aparelhagem de Baixa Tensão.....	43
4.2.7. Instalações secundárias.....	45
4.2.8. Medidas de segurança.....	46
4.3. Caso de estudo 2 - Rede de Baixa Tensão.....	47
4.3.1. Rede de distribuição de energia elétrica em baixa tensão .....	47
4.3.2. Armários de distribuição do tipo W .....	49
4.3.3. Cálculo para o posto de transformação 1.....	50
4.4. Caso de estudo 3- Rede de Iluminação Pública.....	63
4.4.1. Requisitos de iluminação em função da caracterização ME .....	65
4.4.2. Aplicação dos requisitos luminotécnicos .....	68
4.4.3 Instalação da rede de IP .....	72
4.4.4 Cálculos da queda de tensão na rede de I.P.....	74

5. Conclusões.....	77
5.1. Contributos desta dissertação.....	79
5.2. Trabalho futuro .....	80
Referências documentais .....	81
Anexos.....	83
Anexo I – Armários de distribuição do PT1 .....	85
Anexo II – Estimativa orçamental .....	115
Anexo III – Comprimento protegido contra curto-circuito por fusíveis.....	121
Anexo IV – Estudo luminotécnico.....	123
Anexo V – Ficha técnica do cabo da rede de MT – LXHIO1AE.....	135
Anexo VI – Ficha técnica do cabo da rede de BT – LXAV .....	137
Anexo VII – Peças desenhadas .....	139



## *Índice de figuras*

Figura 1 - Tempo médio de fusão de aparelho de proteção.....	21
Figura 2 - Planta de arquitetura – visão geral.....	27
Figura 3 - Esquema dos postos de transformação ligados em anel aberto .....	29
Figura 4 - Corte do cabo utilizado na rede de média tensão.....	30
Figura 5 - Rede de média tensão .....	31
Figura 6 - Cabina do posto de transformação.....	32
Figura 7- Compacto RM6.....	34
Figura 8 - Celas SM6.....	36
Figura 9 - Armário de distribuição tipo W .....	49
Figura 10 - Origem do posto de transformação 1 .....	51
Figura 11 - Zona central abastecida pelo posto de transformação 1 .....	51
Figura 12 - Pormenor dos equipamentos alimentados pelo posto de transformação 1 .....	52
Figura 13 - Esquema de princípio do armário AD 1 do posto de transformação 1 .....	63
Figura 14 - Via distribuidora principal, com reserva central.....	64
Figura 15 - Pormenor da via distribuidora local.....	65
Figura 16 - Luminária Streetlight 10 Midi LED.....	69
Figura 17 - Localização relativa das luminárias – via distribuidora principal .....	70
Figura 18 - Níveis de luminância atingidos na via distribuidora principal .....	70
Figura 19 - Via distribuidora principal .....	71
Figura 20 - Localização relativa das luminárias - via distribuidora de acesso .....	71
Figura 21 - Níveis de luminância atingidos na via distribuidora de acesso .....	72
Figura 22 - Via distribuidora de acesso .....	72

Figura 23 - Armário de distribuição 1 .....	85
Figura 24 - Armário de distribuição 1.1 .....	86
Figura 25 - Armário de distribuição 1.2 .....	87
Figura 26 - Armário de distribuição 1.3 .....	88
Figura 27 - Armário de distribuição 1.4 .....	89
Figura 28 - Armário de distribuição 1.5 .....	90
Figura 29- Armário de distribuição 2 .....	91
Figura 30 - Armário de distribuição 2.1 .....	92
Figura 31 - Armário de distribuição 2.2 .....	93
Figura 32 - Armário de distribuição 2.3 .....	94
Figura 33 - Armário de distribuição 2.4 .....	95
Figura 34 - Armário de distribuição 2.5 .....	96
Figura 35 - Armário de distribuição 2.6 .....	97
Figura 36 - Armário de distribuição 2.7 .....	98
Figura 37 - Armário de distribuição 3 .....	99
Figura 38 - Armário de distribuição 3.1 .....	100
Figura 39 - Armário de distribuição 3.2 .....	101
Figura 40 - Armário de distribuição 3.3 .....	102
Figura 41 - Armário de distribuição 3.4 .....	103
Figura 42 - Armário de distribuição 3.5 .....	104
Figura 43 - Armário de distribuição 3.6 .....	105
Figura 44 - Armário de distribuição 3.7 .....	106
Figura 45 - Armário de distribuição 4 .....	107
Figura 46 - Armário de distribuição 4.1 .....	108

Figura 47 - Armário de distribuição 4.2 .....	109
Figura 48 - Armário de distribuição 4.3 .....	110
Figura 49 - Armário de distribuição 4.4 .....	111
Figura 50 - Armário de distribuição 4.5 .....	112
Figura 51 - Armário de distribuição 4.6 .....	113
Figura 52 - Armário de distribuição 5 .....	114
Figura 53 - Comprimentos máximos protegidos por contra curto-circuito por fusível.....	121
Figura 54 - Ficha técnica do cabo utilizado na rede MT 1/2 .....	135
Figura 55 - Ficha técnica do cabo utilizado na rede MT 2/2 .....	136
Figura 56 - Ficha técnica do cabo utilizado na rede BT 1/2 .....	137
Figura 57 - Ficha técnica do cabo utilizado na rede BT 2/2 .....	138



## *Índice de tabelas*

Tabela 1 - Finalidade e potência atribuída por lote .....	28
Tabela 2 - Quadro resumo do posto de transformação 1 .....	61
Tabela 3 - Condições de proteção contra curto-circuito.....	62
Tabela 4 - Cálculo da classe ME da via distribuidora principal .....	66
Tabela 5 - Cálculo da classe ME da via distribuidora local .....	67
Tabela 6 - Requisitos luminotécnicos em função de classe ME.....	68
Tabela 7 - Comparação de resultados obtidos com valores tabelados .....	70
Tabela 8 - Comparação de resultados obtidos com valores tabelados .....	71
Tabela 9 - Dados e legenda para cálculo de queda de tensão na rede de IP.....	74
Tabela 10 - Cálculo de queda de tensão na rede de I.P. ....	75



## *Siglas e Acrónimos*

GUE	– Guichet Único da Empresa
MT	– Média Tensão
BT	– Baixa Tensão
IP	– Iluminação Pública
RSLEAT	– Regulamento de Segurança de Linhas Elétricas de Alta Tensão
RSRDEEBT	– Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Elétrica em Baixa Tensão
CIE	– Commission Internationale de L'Éclairage
DIT	– Documento de Instalações Tipo
EDP	– Energias de Portugal
RTIEBT	– Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão
SIAC	– Serviço Integrado de Atendimento ao Cidadão
PT	– Posto de transformação
IEC	– International Electrotechnical Commission
PS	– Posto de Seccionamento
QGBT	– Quadro Geral de Baixa Tensão
AD	– Armário de Distribuição
SF6	– Hexafluoreto de enxofre
RSSPTS	– Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e de Seccionamento



# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. ENQUADRAMENTO

Esta dissertação é resultado do estágio efetuado na Feris, no âmbito do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia, no Instituto Superior de Engenharia do Porto, e pretende fornecer uma noção abrangente acerca desse período.

Este estágio foi focado na execução de um projeto de infraestruturas de eletricidade de uma reserva fundiária a construir na província Uíge, em Angola [1]. No âmbito das funções que me foram atribuídas neste período de estágio, colaborei em vários projetos, sendo que este foi a este que dediquei a maior atenção e recurso tempo, razão pela qual foi escolhido como tema para esta dissertação.

O ponto de partida deste projeto é proveniente das plantas de arquitetura, com a sua localização e implantação, sendo o objetivo do projeto o de dotar o empreendimento de condições de abastecimento de energia elétrica, fazendo a integração na rede de Média Tensão (MT) existente dos postos de transformação a implantar, bem como todo o conjunto de armários de distribuição que irão alimentar um variado leque de frações. O nível de potência disponível com que cada fração será dotado é conclusão proveniente da análise da sua dimensão, da sua finalidade e por *inputs* do dono de obra.

## **1.2. APRESENTAÇÃO DO PROJETO PROPOSTO E OBJETIVOS**

O projeto de infraestruturas de eletricidade deve especificar, à equipa a quem for adjudicada a execução desta empreitada, as condições técnicas de execução e exploração dos postos de transformação de características normalizadas, cujo fim é fornecer energia elétrica à urbanização, em Baixa Tensão (BT).

Pretende-se não só ser exigente tecnicamente, observando com rigor os fatores que influem nas quedas de tensão e nas correntes de curto-circuito, no cumprimento do enquadramento normativo aplicável, mas também fazer um dimensionamento que tenha em conta os usos e costumes locais, influenciados no presente estudo pelas condições climatéricas que apresentam temperaturas anuais médias de 24°C e elevada humidade do ar [1]. Estas duas vertentes influenciam decisivamente as soluções encontradas no que diz respeito à localização dos vários postos de transformação, bem como no que concerne ao balanço de potências atribuídas a cada tipo de fração.

Como objetivos principais, pretende-se que as redes de média tensão, baixa tensão e iluminação pública sejam concebidas de modo tecnicamente correto, atendendo a princípios de eficiência energética e economicamente viáveis, respeitando o enquadramento legal aplicável.

## **1.3. PRESENÇA PORTUGUESA EM ANGOLA AO LONGO DOS TEMPOS**

A presença portuguesa em Angola é já secular e vem dos remotos anos das epopeias marítimas de Portugal. Descoberta por Diogo Cão entre 1482 e 1486, Angola constitui o território ultramarino mais extenso depois do Brasil [2]. Até ser proclamada a independência em novembro de 1975, a presença portuguesa viveu momentos de maior e menor fulgor, popularidade e proveito. Durante longos anos, a relação portuguesa com a sua colónia foi quase exclusivamente de benefício próprio, não apenas no que diz respeito aos escravos, mas também à exploração das riquezas naturais. Terra extremamente rica em petróleo, minérios preciosos e com condições climatéricas ímpares para a agricultura, cedo os nativos se aperceberam desta relação desigual para com o país colonizador, tendo culminado numa guerra de longos anos com Portugal, entre 1961 e 1974 [3]. Após a independência em 1975,

seguiu-se novo período de guerra, a Guerra Civil Angolana, que perduraria até 2002, com a morte do principal opositor das forças vigentes. Daí em diante, ainda que mesclada com episódios conturbados, reina uma paz e um crescimento económico assinalável, ainda que pautado por extrema desigualdade social, num país em que ainda está quase tudo por fazer.

A presença portuguesa em Angola nunca se extinguiu, ainda que em 1975 cerca de meio milhão de portugueses tivessem regressado a Portugal. A língua oficial de Angola é, também, o Português. Assim, ainda que a riqueza natural e as oportunidades de negócios tenham feito deslocar para Angola interesses de vários países, da China a Israel ou Brasil, a presença portuguesa mantém-se, sendo vista como povo amigo. Na primeira década deste século, assistiu-se a um crescente reforço do número de portugueses em Angola. Esta crescente emigração, resultado também de alguma agonia económica experienciada em Portugal e na Europa, foi potenciada pelo grande investimento português em Angola, ao nível das empresas privadas, que não conseguem suprir as necessidades de quadros técnicos recorrendo aos nativos, incentivando este regresso dos portugueses.

Estima-se que, com dados referentes ao final do ano transato, cerca de 150 mil portugueses estejam a trabalhar em Angola, e que cerca de 9000 empresas exportadoras estejam presentes no mercado angolano [4]. Este forte conjunto de sinergias torna possível que Portugal seja o 4º maior investidor estrangeiro em Angola, e que as exportações nacionais para este mercado tenham crescido cerca de 7% ao ano. Não obstante, as relações entre os dois países são salpicadas de episódios menos diplomáticos entre as cúpulas de poder, pese embora sem consequências no desenrolar do regular funcionamento desta economia bilateral.

### **1.3.1. PRESENÇA PORTUGUESA EM ANGOLA NO PRESENTE**

Em 2015, a crise petrolífera a que se assistiu tem tido consequências muito nefastas numa economia muito alavancada nos hidrocarbonetos. Para que se possa ter uma noção daquilo que este setor significa na economia angolana, é importante perceber que as exportações de petróleo e derivados significavam 98% do total das exportações, e mais de 70% das receitas do estado. Com o barril de petróleo a ser comercializado a menos de 50% do seu valor habitual, o governo angolano viu-se na contingência de ter não ter liquidez para honrar compromissos já assumidos, nomeadamente, na área da modernização e criação de

infraestruturas públicas e sociais. Esta circunstância levou a que menos profissionais estrangeiros fossem necessários.

Concomitantemente, a diminuição da entrada de divisa estrangeira em Angola levou à escassez das moedas internacionais como o euro e o dólar americano, levando a que os trabalhadores estrangeiros e especificamente os portugueses, não conseguissem fazer chegar a Portugal os seus proveitos, criando imensas perturbações e levando ao regresso de muitos profissionais. Atualmente, o número estimado de 200 000 portugueses a trabalhar em Angola tem vindo a diminuir [5].

### **1.3.2. PARA QUEM PENSE COMEÇAR UM NEGÓCIO EM ANGOLA**

Para quem pense em começar um negócio em Angola, ou mesmo expandir um negócio nacional existente, foi criado em 2003 o Guichet Único da Empresa (GUE), que se assume como um centro de formalidades de empresas, e que se encontra apto a acompanhar o empreendedor ao longo de todo o processo, desde a obtenção da designação social até à entrada em funcionamento da empresa [6]. É altamente recomendado que seja procurado este apoio por quem queira empreender em Angola, considerando que os trâmites burocráticos para a criação de uma empresa em Angola se revestem de alguma complexidade, bem como a morosidade dos processos envolvidos e os procedimentos a cumprir após a sua constituição, esta deve ser feita com apoio jurídico competente e experiente no mercado em que a empresa vai desenvolver a sua atividade.

Todavia, existem dificuldades significativas a ter em conta para quem pensa investir em Angola, nomeadamente fruto da instabilidade política característica de regimes africanos, do elevado custo do investimento que é também resultado da falta de trabalhadores qualificados bem como da falta de infraestruturas básicas [7]; a agravar, o funcionamento deficiente das entidades administrativas (tribunais, organismos oficiais, etc.), o reduzido poder de compra da maioria da população e a existência de “custos invisíveis”; simultaneamente, as dificuldades de acesso ao crédito, de falta de capital humano qualificado para operarem na empresa, o excesso de burocracia no licenciamento das mesmas, as infraestruturas deficientes nas áreas da água, energia elétrica, estradas e telecomunicações. De acordo com dados do final de 2014, apenas três em cada cem empresas criadas em Angola está a

funcionar um ano depois da sua criação e as causas giram em torno destes constrangimentos.

### **1.3.3. LEGISLAÇÃO ELETROTÉCNICA EM ANGOLA**

Contrariando o paradigma da exportação de mão-de-obra barata das décadas de 60 e 70 do século passado, os emigrantes portugueses em Angola são sobretudo quadros técnicos, da engenharia à gestão.

No que toca à legislação angolana no domínio da construção civil, das telecomunicações e da eletricidade, ela é proveniente da legislação portuguesa, nalguns casos mesmo adotada na íntegra. Ainda que possa ser considerada mais permeável por falta de fiscalização massiva, esta legislação é cada vez mais levada em conta e distinguidas as empresas que trabalham numa perspetiva séria e competente. Aliando a proximidade conferida pelo uso da língua portuguesa mas também o fato dos técnicos portugueses estarem perfeitamente cientes do que são as especificidades da legislação em vigor em Angola, continuam a ser adjudicados a gabinetes portugueses os estudos prévios e projetos, tanto na construção civil como na área das infraestruturas elétricas, em detrimento de gabinetes americanos, brasileiros, chineses ou israelitas, ainda que mesmo estes gabinetes estejam em pleno funcionamento, fruto do poder económico que detêm o que, como se sabe, é decisivo nesta zona do hemisfério.

### **1.3.4. RESERVA FUNDIÁRIA**

O presente estudo de infraestruturas elétricas tem como terreno de implantação uma reserva fundiária. Com a ambição de implementar um processo sustentado de requalificação e expansão ordenada do sistema urbano e do parque habitacional em todo o seu território, o governo Angolano lançou o Programa Nacional do Urbanismo e Habitação. Aquando do seu lançamento, este programa contava com cerca de 100 mil hectares de terreno como reservas fundiárias. Neste país, uma reserva fundiária é entendida como uma ou várias propriedades do governo, agregadas, por regra com uma dimensão considerável, e que podem ser virgens ou já edificadas, ainda que num caso como no outro se procedam a urbanizações novas. Estas novas zonas urbanas podem servir para incentivar a deslocalização de pessoas para áreas de

território que o governo angolano entende como sendo prioritárias porém deficitárias, como também, noutros casos, servir para albergar habitantes de bairros degradados ou de risco.

### **1.3.5. PROJETO DE INFRAESTRUTURAS**

Os projetos de eletricidade de infraestruturas têm primazia cronológica sobre os projetos elétricos mais específicos, como sejam os projetos para uma moradia, um pavilhão para exploração industrial, um edifício para habitação coletiva ou mesmo um centro comercial ou um estádio de futebol. Antes que estes possam ter lugar, e quando se trata de lotes de terreno não explorados ou que sofrem alteração na sua índole e classificação, os projetos de eletricidade de infraestruturas são aqueles que criam condições para que esses lotes de terrenos tenham alimentação de energia elétrica. Noutras palavras, os lotes de terreno ficam desta forma preparados para receber as instalações de utilização para os quais foram licenciados.

### **1.3.6. FILOSOFIA DO PROJETO EM MT, BT E IP**

As plantas de arquitetura fornecidas permitem ter noção não só da localização, posição relativa e dimensão de cada tipo de lote a alimentar, mas também a finalidade a que se destinam os lotes afetos a serviços de utilidade pública.

Pela análise das áreas de implantação no caso das habitações unifamiliares e coletivas, ou pela finalidade a que se destinam no caso dos lotes para serviços públicos, mas também fazendo uso do conhecimento dos costumes que as condições climáticas no terreno implicam, foram atribuídas potências a disponibilizar a cada um dos casos. Como critério de âmbito geral, foi entendido que a potência disponibilizada deve ser, sempre que dúvidas existam, atribuídas de forma relativamente folgada, por forma a impedir estrangulamentos gerados pela rede de baixa tensão, sempre fazendo uso do bom senso proveniente dos anos de prática que os elementos do gabinete sempre fizeram questão de partilhar e discutir.

Fruto da estabilização do balanceamento de potências, é definida a localização de cada posto de transformação pré-fabricados em cabinas de betão, seguindo o critério de que a sua

utilização não deve ser exigida acima dos 80% de capacidade total e deixar, sempre que tal seja possível, uma saída disponível, no quadro, como reserva.

Estas medidas visam não só prevenir mau funcionamento ou prematuro desgaste por constante trabalho em carga máxima, mas também permitir a alimentação de instalações que se venham a verificar no futuro como necessárias, pese embora não se perspetivem na arquitetura vigente.

A energia que chega em MT aos postos de transformação é difundida em BT através dos armários de distribuição do tipo W [8], que se especificam no capítulo destinado à baixa tensão. No que se refere aos cabos condutores, as características como sejam a sua secção, modo de instalação e profundidade de enterramento são determinados em função da potência e quedas de tensão admissíveis.

A rede de iluminação pública (IP), implementada ao longo de dois tipos de vias distintas, terá como principal objetivo respeitar os regulamentos luminotécnicos e recomendações em vigor, sempre numa perspetiva de eficiência energética, evidenciada pela solução encontrada que é baseada em luminárias led.

Numa das partes final deste projeto, é elaborado mapa de quantidades assim como estimativa orçamental. Enquanto pressuposto inicial, por imposição do requerente e também por ser prática do gabinete de projetos, é tido em conta que as soluções encontradas devem ser tecnicamente rigorosas e viáveis, mas também economicamente sustentáveis e equilibradas, não colocando em risco a viabilidade técnica em detrimento da redução de custos, mas procurando um equilíbrio saudável entre ambos.

## **1.4. APRESENTAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO**

A Feris - Projetos Elétricos, Lda., fundada em 1987, desenvolve e acompanha projetos nas áreas de Engenharia Eletrotécnica, Telecomunicações, Segurança Integrada. Simultaneamente atua no âmbito de fiscalização em obra e de licenciamento industrial. Com experiência acumulada ao longo dos quase 30 anos de existência, opera principalmente no mercado português, mas também em mercados africanos de língua portuguesa, nomeadamente Moçambique e Angola. No seu portfólio figuram obras que refletem um elevado grau de abrangência, tanto ao nível da dimensão como da complexidade técnica [9].

## **1.5. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO**

O presente relatório está organizado em cinco capítulos. O primeiro capítulo trata da Introdução, do enquadramento e da apresentação do projeto de estágio. Simultaneamente, retrata aspetos relevantes da presença portuguesa em Angola ao longo dos tempos, integrando também o âmbito do projeto de infraestruturas de eletricidade e a filosofia que o norteou.

O segundo capítulo versa acerca dos requisitos legais a observar nas várias vertentes do projeto, nomeadamente a rede de média tensão, a rede de baixa tensão e a rede de iluminação pública.

No terceiro capítulo são explicitadas as metodologias de dimensionamento em que este estudo se baseia, evidenciando também alguns conceitos técnicos.

O quarto capítulo é o mais longo e é composto pelos casos estudo. São evidenciadas as especificidades do empreendimento, bem como justificadas as opções consideradas na conceção deste estudo. São abordados todos os aspetos relacionados com a rede de média tensão, desde a especificação técnica dos postos de transformação e todos os equipamentos de alta tensão. No que toca à rede distribuição em baixa tensão, são evidenciados os cálculos efetuados que justificam as opções tomadas e a sua conformidade com os requisitos legais. Termina com a rede de iluminação pública e demonstra a solução encontrada, nomeadamente o enquadramento das tipologias de vias viárias e seus requisitos luminotécnicos e sua implementação.

O quinto capítulo apresentadas as conclusões deste trabalho.

Nos anexos, apresentam-se elementos que possam servir de apoio e complementaridade aos casos de estudo abordados na presente dissertação. Assim, perfilam-se os esquemas unifilares dos armários de distribuição do posto de transformação 1 (intencionalmente, omitem-se os esquemas unifilares dos armários de distribuição alimentados pelos restantes oito postos de transformação, visto terem sido concebidos pela mesma filosofia, não aumentando assim em demasia o tamanho desta dissertação), a estimativa orçamental da obra, a tabela dos comprimentos máximos protegidos contra curto-circuito por fusível, o estudo luminotécnico, as fichas técnicas dos cabos de MT e BT, bem como todas as peças desenhadas.

## 2. REQUISITOS LEGAIS

Os requisitos legais e normativos a observar são de vária índole, de acordo com as fases do projeto, que em seguida se segmentam.

### **2.1. REDE DE MÉDIA TENSÃO**

No que diz respeito ao estabelecimento da rede de média tensão, que irá interligar com a rede existente e alimentar os postos de transformação necessários, é aplicável o Regulamento de Segurança de Linhas Elétricas de Alta Tensão (RSLEAT). Este regulamento data de 1966, com revisões parciais em 1977 e 1984. Dado tratar-se de uma linha subterrânea que faz a ligação dos postos de transformação em anel, é dada particular atenção ao capítulo VI do referido regulamento.

Este capítulo, que se refere às linhas subterrâneas, define as características dos cabos no que respeita ao seu isolamento, bem como à obrigação de serem dotados de bainha metálica, blindagem ou armadura e ter a necessária resistência metálica. É também referido que a secção da alma condutora deve ser de acordo com as correntes em regime permanente bem como com as correntes de defeito previsíveis, não obstante os tempos de atuação das proteções. São definidos também os pressupostos a que devem obedecer as caixas e as ligações de cabos subterrâneos, quanto ao seu isolamento e estanquicidade.

Quanto às condições de estabelecimento, os cabos deverão assentar em fundo de valas devidamente preparadas com areia adequada, ou em terra fina ou cirandada. As valas deverão ser abertas ao longo das vias, e se possível nos passeios. Não tendo armadura, os cabos deverão ter proteção mecânica suplementar contra choques ou pressões eventuais. No que concerne à profundidade, é preconizado para este tipo de redes que a o enterramento não seja inferior a 1,20m e que a existência dos cabos seja sinalizada [10].

O Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e de Seccionamento (RSSPTS), datado de 1960 e atualizado em 1977 em 1985, destina-se a fixar as condições técnicas a que devem obedecer o estabelecimento e operação de subestações, postos de transformação e seccionamento, a estabelecer ou explorados em locais públicos ou particulares do continente o ilhas adjacentes, com vista à proteção de pessoas e bens.

Este regulamento divide-se em 5 capítulos [11]. O primeiro designado “Generalidades”, define os objetivos, o campo de aplicação, as definições gerais utilizadas, as convenções de cores utilizadas nos condutores nus, e disposições gerais. O capítulo “Proteções” versa acerca a proteção contra contactos com peças sob tensão, redes de terras, proteção contra sobretensões e sobreintensidades. O capítulo seguinte denominado “Quadros e aparelhos” regulamenta aspetos relacionados com normas de fabrico, acessibilidade a determinados órgãos e identificação de circuitos. O capítulo “Instalações” explicita regras que as instalações exteriores, interiores, rurais e de ensaios de alta tensão devem observar. O último capítulo chamado “Exploração e conservação das instalações” versa acerca das inspeções periódicas a que devem ser sujeitas este tipo de instalações, bem como aspetos relacionados com a colocação e anulação de tensão numa instalação.

## **2.2. REDE DE BAIXA TENSÃO**

No que diz respeito ao estabelecimento da rede de distribuição de energia, o projeto foi idealizado no estrito cumprimento do Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Elétrica em Baixa Tensão (RSRDEEBT) [12], datado de 1966 e atualizado no ano de 1984. Todo o regulamento encerra aspetos importantes no desenvolvimento de uma rede de distribuição. Não obstante, tratando-se de uma rede subterrânea, é dada maior atenção a alguns capítulos, nomeadamente ao “Capítulo V – Redes de distribuição subterrâneas”, onde são postuladas recomendações quando à secção mínima dos condutores

e suas condições de estabelecimento, bem como à sua sinalização. No “Capítulo VI – Quadros (armários, caixas e portinholas)” são explanadas as características e localização dos armários e portinholas. O “Capítulo VII – Instalações de iluminação pública” aclara aspetos relacionados com as características das colunas e braços de candeeiros, sua eletrificação e ligação à terra, bem como relativamente aos circuitos de iluminação pública e secção recomendada. Quanto ao “Capítulo XI – Travessias, cruzamentos e vizinhanças nas redes de distribuição subterrâneas”, é de notar que no mesmo estão definidas as condições de enterramento dos cabos aquando das travessias ou cruzamentos, mediante sejam com autoestradas, ruas e caminhos, linhas de alta tensão subterrânea, cabos de telecomunicações ou canalizações de água, gás ou esgoto. O “Capítulo XIII – Proteção das instalações” é preponderante, e indica orientações quanto à proteção contra sobretensões e sobreintensidades. Não menos relevante é “Capítulo XIV – Proteção das pessoas e ligações à terra” onde estão contidos os aspetos relacionados com as ligações à terra e proteção contra contatos indiretos.

Complementarmente, em Portugal, a empresa concessionária da rede de BT publica legislação própria que carece de sere consultada.

### **2.3. REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA**

Para estabelecer as condições adequadas de iluminação é utilizado o método simplificado preconizado na CIE 115:2010 [13], reduzindo o número de parâmetros necessários e obviando às interpretações diversificadas a que a aplicação direta da norma EN13201 [14] poderia conduzir.

Na iluminação pública devem ser consideradas zonas urbanas e zonas fora do perímetro urbano [15]. A possibilidade de medir luminâncias é determinante nesta diferenciação. Assim, consideram-se zonas fora do perímetro urbano todas as vias fora do perímetro urbano, incluindo vias de circulação periféricas ao tecido urbano com traçado simples (retas e curvas largas), onde seja possível medir luminâncias.

As vias dentro do perímetro urbano, devido à complexidade de traçado e diversidade de superfícies refletoras existentes nessas mesmas vias, não permite calcular de modo fiável as luminâncias e neste sentido os cálculos são apresentados com níveis de

iluminância, devendo ser utilizada a conversão de candelas para lux na relação de 1 para 15 [13].

Simultaneamente, a análise dos conceitos "circulação", "acesso", bem como dos conceitos de "via estruturante" e "via de acesso" é importante na catalogação do tipo de via.

Circulação - período intermédio das viagens motorizadas, que decorre desde as proximidades do ponto de partida até às proximidades do ponto de chegada, onde o nível de serviço oferecido depende da garantia de condições fluidas, rápidas e seguras de deslocação, providenciadas por eixos viários com capacidade suficiente [16].

Acesso - função rodoviária é o "acesso" aos espaços urbanos adjacentes ou aos espaços de estacionamento na via por parte de veículos motorizados, que ocorre quer no início, quer no final das viagens, e onde a qualidade de serviço oferecida se mede, nomeadamente, pelas condições oferecidas para uma circulação segura em marcha reduzida e para a execução das manobras de acesso aos espaços adjacentes ou aos lugares de estacionamento.

Vias estruturantes - existem dois tipos, as vias coletores ou arteriais, e as vias distribuidores principais. No presente estudo desta dissertação, são excluídas as coletores ou arteriais porque uma das suas características é de servirem para deslocações de média e longa dimensão entre zonas, com reduzida função de acesso. Por outro lado, uma parte das vias deste empreendimento deve ser catalogada como distribuidora principal, uma vez que tem como função principal fazer a ligação das vias coletoras às redes locais ou, em eixos estruturantes onde não se justifica a existência de vias coletoras, a ligação entre espaços de importância média. Estas vias são responsáveis pelo serviço das necessidades de acessibilidade das atividades urbanas que se desenvolvem nos espaços adjacentes [16].

Vias de acesso - existem dois tipos, as vias distribuidores locais e as de acesso local. Esta última é excluída por ter como elemento circulante principal o peão. Assim, entende-se definir a restante zona da reserva fundiária na categoria de distribuidora local visto que a função principal destas vias é distribuir dentro dos espaços locais o tráfego com destino e origem na rede estruturante e garantir a acessibilidade aos espaços

adjacentes sem pôr em causa a qualidade ambiental nem a capacidade de servir normal vivência urbana. Conjuntamente o tráfego de atravessamento deverá, tendencialmente, ser eliminado. Este tipo de via deve ser dimensionada e orientada de forma a garantir níveis de fluidez através de velocidades moderadas, eventualmente limitadas a 30 ou 40 km/h, e garantir principalmente muito bons níveis de segurança particularmente para os peões. Estas vias apenas servem tráfego local, no qual deverá ser limitado, tendo como regra a aplicação generalizada do conceito de capacidade urbana e ambientalmente sustentável, o que corresponderá naturalmente à adoção de limites máximos bastante limitados para os níveis de tráfego admissíveis [16].

Nas vias fora do perímetro urbano, incluindo vias de circulação periféricas ao tecido urbano com traçado simples (retas e curvas largas), onde seja possível medir luminâncias, segmentam-se as vias em classes ME. A determinação das classes ME é calculada em função de vários parâmetros, como sejam:

- Velocidade;
- Volume de tráfego;
- Composição do trânsito;
- Existência de separador das faixas;
- Densidade de cruzamentos;
- Existência de veículos estacionados;
- Luminância ambiente;
- Controlo de trânsito.

Enquadradas as vias nas classes ME, deverão então os requisitos de iluminação respeitar os valores determinados relativamente a:

- Luminância média (LM)(cd/m<sup>2</sup>): a luminância (L) é uma medida de densidade da luz refletida numa dada direção, que descreve a quantidade de luz que atravessa ou é emitida de uma superfície, segundo um ângulo sólido ( $\partial\Omega$ ). Tem como unidade do Sistema Internacional (SI) a candela por metro quadrado (cd/m<sup>2</sup>). A luminância (L) pode ser entendida como o quociente entre a intensidade luminosa (I) e a área (A) que a reflete segundo uma determinada

direção ( $\Theta$ ). Luminância média ( $L_{med}$ ) é a média aritmética de todos pontos de luminância calculados sobre a superfície da via. A unidade é, também,  $cd/m^2$  [15];

- Uniformidade global ( $U_0$ ): é a relação entre o valor de luminância mínima e o valor de luminância média, de uma instalação de iluminação. A unidade é % [15];
- Uniformidade longitudinal ( $U_1$ ): no sentido da deslocação do observador, é a relação entre o valor de luminância mínima e o valor de luminância máxima longitudinal, de uma instalação de iluminação. A unidade é, também, % [15];
- Deslumbramento perturbador (TI): também pode ser designado por incremento limite, e é a medida que permite quantificar a perda de visibilidade causada pelo encadeamento das luminárias de iluminação pública. Utilizando um exemplo, um objeto que está no limite da visibilidade deixa de ser visível devido ao encadeamento. Caso se pretenda que o objeto seja visível nestas condições, há que aumentar o nível de contraste. Este incremento corresponde ao TI [15];
- Iluminação envolvente (SR): um dos principais objetivos da iluminação pública é garantir uma boa iluminação na superfície das ruas por forma a identificar, facilmente, os obstáculos. Não obstante, é importante que essa boa iluminação exista também nas laterais das faixas de rodagem, ou seja, na sua vizinhança. A função do *Surround Ratio* (SR) é assegurar que o fluxo luminoso direcionado para a vizinhança das estradas seja suficiente para tornar visíveis os corpos aí existentes, contribuindo também para potenciar a segurança dos peões nos passeios [15].

São designadas como zonas de conflito as áreas onde as vias de circulação se intersejam ou desembocam em áreas frequentadas por pedestres, ciclistas ou outros utilizadores. Exemplos de zonas de conflito são:

- Cruzamentos;
- Rotundas;
- Estradas de ligação com largura e número de faixas reduzidas;
- Zonas de centros comerciais.

Nestas zonas regista-se um aumento da probabilidade de colisão entre os diversos tipos de utilizadores da estrada. Atendendo a esta realidade, é imperativo que estas zonas tenham um tratamento diferenciado no que diz respeito à iluminação. Torna-se mais importante, nestas zonas, que a iluminação enfatize a posição dos passeios e lancis, as marcas e sinalização da estrada, a movimentação dos veículos na vizinhança da área, bem como a presença de pedestres ou ciclistas.

Esta maior atenção prestada a este tipo de zonas de conflito traduz-se, de acordo com a CIE 115, na atribuição de um índice ME superior às estradas adjacentes, ou seja, são zonas enquadradas no nível imediatamente superior da classe ME.

No presente capítulo foram abordados os requisitos legais a observar nos diversos casos de estudo, sendo que no capítulo seguinte se concretizam as metodologias de dimensionamento, observando os aspetos normativos já elencados.



# 3. METODOLOGIAS DE DIMENSIONAMENTO

No que diz respeito ao cálculo de potência que cada posto de transformação suporta, é necessário ter em conta vários fatores de critério, bem como utilizar formas de cálculo de várias grandezas.

## 3.1. UTILIZAÇÃO DO TRANSFORMADOR

É estabelecido o critério de que, a cada transformador, não deve ser exigida uma utilização acima dos 80% de capacidade total e deixar, sempre que tal seja possível, pelo menos uma saída disponível, no quadro geral de baixa tensão (QGBT), como reserva. Estas medidas visam não só prevenir mau funcionamento ou prematuro desgaste por constante trabalho em carga máxima, mas também permitir a alimentação de instalações que se venham a verificar no futuro como necessárias, pese embora não se perspetivem na arquitetura vigente inicial.

### 3.2. QUEDA DE TENSÃO E CORRENTE DE SERVIÇO

De acordo com as disposições regulamentares, a queda de tensão total desde o posto de transformação MT/BT até ao final da rede de BT, ou seja, até à portinhola, não deve ser superior a 8%. O mesmo regulamento RSRDEEBT, no seu artigo 9º, citado no documento DIT-C14-100/N da EDP Distribuição, refere que a canalização de uso exclusivo, que no presente estudo é o ramal entre o armário de distribuição e a portinhola de cada lote ou quadro de colunas, não se deve verificar uma queda de tensão superior a 2% da tensão nominal. No presente estudo, não existe definição exata da localização das portinholas, pelo que se irá dispor que esse ramal entre o armário de distribuição e a portinhola será implementado em condições tais que a queda de tensão nesse troço, somada com a queda de tensão a montante, não exceda os 8% da tensão nominal. [17]

A queda de tensão, expressa em percentagem, é calculada através de:

$$\Delta u(\%) = \frac{100}{U_0} * b * \left( \rho * \frac{L}{S} * \cos\varphi + \gamma \text{sen}\varphi \right) * I_b \quad (1)$$

A corrente de serviço  $I_b$ , expressa em Ampere, é calculada através de:

$$I_b = \frac{(\sum_{j=1}^n S_j) f_s}{\sqrt{3} * U_{nc}} \quad (2)$$

Em que:

- $U_0$  — Tensão entre fase e neutro (230 V)
- $U_{nc}$  — Tensão entre fases (400 V)
- $\sum_{j=1}^n S_j$  — Soma das potências atribuídas às  $n$  habitações ou espaços comerciais alimentadas pela canalização  $i$ , incluindo os serviços comuns (existindo)
- $f_s$  — Fator de simultaneidade
- $S_D$  — Potência de dimensionamento (kVA)
- $b$  — Coeficiente igual a 1 para circuitos trifásicos e 2 para monofásicos

$L$	– Comprimento simples da canalização (m)
$S$	– Secção dos condutores ( $\text{mm}^2$ )
$\rho$	– Resistividade dos condutores ( $0,0225 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$ para o cobre e $0,036 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$ para o alumínio)
$\rho_1$	– Resistividade dos condutores ( $0,042\Omega \text{mm}^2/\text{m}$ para o alumínio)
$\cos\varphi$	– Fator de potência
$\gamma$	– Reatância linear dos condutores, sendo usado o valor $0,08\text{m}\Omega/\text{m}$
$I_b$	– Corrente de serviço

### 3.3. CONDIÇÕES DE SOBRECARGA

A instalação de aparelhos de proteção do tipo fusíveis prende-se com a previsão de utilização dos circuitos acima do que suposto e, desta forma, proteger a instalação contra esses defeitos.

O RSRDEEBT determina as características de funcionamento que os aparelhos de proteção devem satisfazer, como sejam as condições de aquecimento e sobrecarga:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \text{ (A)} \quad (3)$$

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_Z \text{ (A)} \quad (4)$$

Em que:

$I_B$	– Intensidade de corrente de serviço na canalização (A)
$I_Z$	– Intensidade de corrente máxima admissível na canalização (A)
$I_N$	– Intensidade da corrente estipulada no dispositivo de proteção (A)
$I_f$	– Intensidade da corrente convencional de funcionamento do aparelho de proteção (A)

### 3.4. COEFICIENTES DE SIMULTANEIDADE

O coeficiente de simultaneidade foi calculado obedecendo ao disposto no Guia Técnico de Urbanizações, [18] e [19]. A utilização de coeficiente de simultaneidade, que difere em função de ser uma instalação residencial ou não residencial, resulta da clara impossibilidade ou remota coincidência de todas as instalações estarem a funcionar a 100% da carga ao mesmo tempo. Assim, sendo que “n” equivale a número de instalações, é feita uma ponderação das potências a considerar a cada instalação, sendo multiplicada a soma das potências das instalações elétricas de utilização pelo coeficiente resultante de:

- Instalações residenciais, profissionais e serviços comuns:

$$C = 0,2 + (0,8 + \sqrt{n}) \quad (5)$$

- Instalações não residenciais (outras instalações):

$$C = 0,5 + (0,5 + \sqrt{n}) \quad (6)$$

São consideradas instalações residenciais as habitações, os serviços comuns e garagens. Lotes dedicados a serviços, indústrias e equipamentos sociais são enquadrados como instalações não residenciais.

### 3.5. FATORES DE CORREÇÃO DE TEMPERATURA AMBIENTE E DO SOLO

Nesta zona do globo, a temperatura ambiente média é de 24° pelo que aos valores de corrente admissível foi aplicado um valor de 0,96 como fator de correção, obviando ao disposto no quadro 52-D1 das RTIEBT [20]. Quanto à temperatura do solo, é considerada como sendo de 20°, pelo que aos valores de corrente admissível foi aplicado um fator de correção de 1, obviando ao disposto no quadro 52-D2 das RTIEBT. [20]

Na sequência dos valores de corrente admissível para canalizações enterradas, do quadro 52-C30 das RTIEBT, visto o cabo não ser entubado, não é aplicado qualquer coeficiente [20].

### 3.6. PROTEÇÃO CONTRA CURTO-CIRCUITOS

A condição de curto-circuito implica como necessário que a intensidade nominal das proteções contra curto-circuitos seja determinada atendendo a que a corrente de curto-circuito seja eliminada num tempo inferior à canalização poder atingir a temperatura máxima admissível. Não obstante, para qualquer valor de corrente de curto-circuito, é imperativo que o tempo de atuação do aparelho de proteção ( $t_p$ ) seja menor que o tempo de fadiga térmica do cabo ( $t_{ft}$ ) e, coincidentemente, o tempo de atuação seja inferior a 5 segundos. [17]

$$t_p < t_{ft} \quad (7)$$

$$t_p < 5s \quad (8)$$

O tempo de atuação do aparelho de proteção fusível do tipo gG é ser aferido na Figura 1.

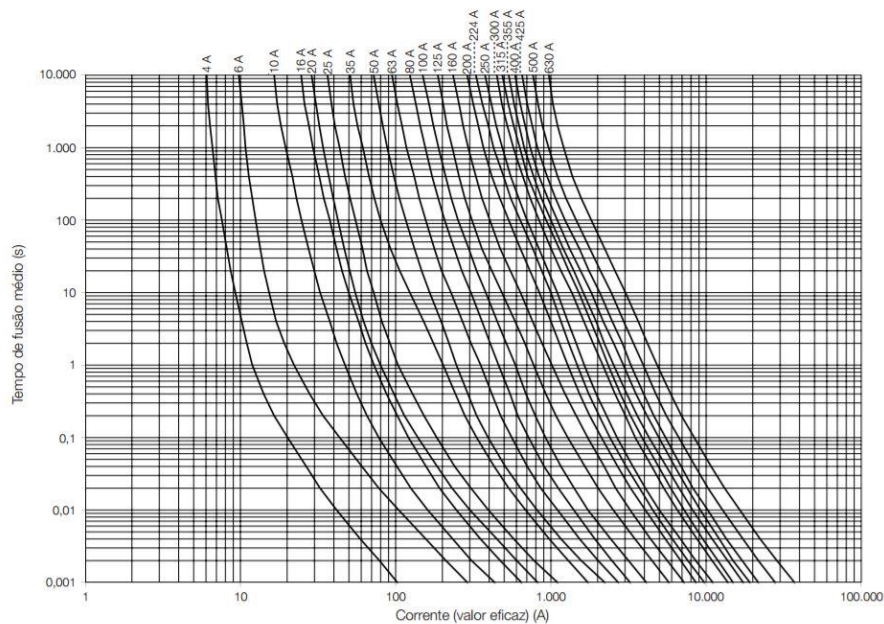


Figura 1 - Tempo médio de fusão de aparelho de proteção

A atuação do aparelho de proteção torna-se mais difícil na situação da corrente de curto-circuito mínima, uma vez que um valor mais baixo de corrente implica um aumento do tempo de deteção e, em consequência, um aumento do tempo de corte do defeito. Aquando da ocorrência de um defeito entre fase e neutro, em que a impedância de defeito é máxima, o valor mínimo da corrente de curto-circuito é calculado no ponto mais afastado do troço.

Assim, o valor da corrente de curto-circuito é calculado pela equação (9), tendo já sido corrigida a resistividade do alumínio pelo fator 1,5 para a temperatura média de curto-circuito.

$$I_{cc \min} = \frac{0,95 \cdot U_s}{0,042 \cdot \left( \frac{L_f}{S_f} + \frac{L_n}{S_n} \right)} \quad (9)$$

Em que:

- $U_s$  — Tensão simples (V)
- $L_f$  — Comprimento do condutor de fase (m)
- $L_n$  — Comprimento do condutor de neutro (m)
- $S_f$  — Secção do condutor de fase (mm<sup>2</sup>)
- $S_n$  — Secção do condutor de neutro (mm<sup>2</sup>)

Uma vez calculada a corrente de curto-circuito mínima, é possível calcular o tempo de fadiga térmica em função da secção do cabo e da corrente (10), bem como da constituição do cabo pela sua constante K. Assim:

$$t_{ft} = \left( K \cdot \frac{S}{I_{cc}} \right)^2 \quad (10)$$

Em que:

- $t_{ft}$  — Tempo de fadiga térmica do cabo (s)
- $K$  — Constante do condutor utilizado ( $K = 74$ )
- $S$  — Secção do condutor de fase (mm<sup>2</sup>)

Em termos de procedimento, deverá ser

- Calculada a corrente de curto-circuito (9)
- Verificado que o tempo de atuação do aparelho de proteção, através da figura 1, é inferior a 5 s.
- Verificado (10) que o tempo de fadiga térmica do cabo é superior ao tempo de atuação do aparelho de proteção
- Calculado o comprimento máximo protegido pelo aparelho de proteção
- Verificado que a distância a que se situa o ponto de análise da corrente de curto-circuito é inferior ao comprimento máximo protegido.

Este procedimento é evidenciado na Tabela 3, tendo se demonstram os resultados dos cálculos para o posto de transformação 1.

Tendo concluído todas as verificações com sucesso, pode-se afirmar que a canalização está devidamente protegida.

Não obstante terem sido efetuados todos os cálculos, é aceite como alternativa pela EDP Distribuição que sejam utilizadas as tabelas de comprimentos máximos protegidos por fusíveis (Figura 53). As tabelas em questão permitem verificar se um determinado fusível se adequa à canalização em assunto. Tendo sido calculado o valor de  $I_{c\min}$ , é obtido o comprimento máximo do cabo que o fusível é capaz de proteger, verificando assim que essa distância é superior à canalização em assunto. Os comprimentos máximos apresentados nessa tabela são calculados tendo por base a situação mais desfavorável, ou seja, um curto-circuito entre fase e terra com correntes de curto-circuito mínimas. A coluna de  $I_{cc}$  apresenta o seu valor mínimo, ao qual está indexado o comprimento máximo da instalação. No caso de a corrente de curto-circuito calculada ser superior ao valor tabelado, significa que a canalização está devidamente protegida.

Os valores de comprimento máximo protegido pelos aparelhos de proteção que foram calculados resultam, ainda que por pequenas margens, em distâncias ligeiramente inferiores às tabeladas. Este fato tem que ver com a precisão de observação do valor de corrente eficaz que provoca a atuação do fusível num tempo aproximado de 5 s, no gráfico correspondente.

Na Tabela 3 - Condições de proteção contra curto-circuito, serão demonstrados os cálculos onde se comprovará a proteção das canalizações contra correntes de curto-circuito.

### **3.7. SELETIVIDADE ENTRE PROTEÇÕES**

A seletividade entre proteções baseia-se em garantir que, em caso de defeito, apenas o aparelho imediatamente a montante venha a funcionar, não colocando desnecessariamente os troços situados a montante dessa proteção fora de serviço. Assim, é indispensável que o tempo de funcionamento da proteção colocada a montante seja superior ao tempo de funcionamento da proteção a jusante. Para que tal aconteça, serão utilizados calibres interpolados, fazendo eco do disposto na DIT-C14-100N [17].

### **3.8. POTÊNCIAS POR TIPOLOGIA DE INSTALAÇÃO**

No que diz respeito aos lotes destinados a habitação unifamiliares, são considerados 367 habitações, distribuídas por três tipos de rendas: baixa, média e alta. Através desta caracterização, a potência atribuída a cada uma delas é 10,35 kVA, 13,8 kVA e 20,7 kVA, respetivamente. Esta caracterização ao nível da renda constitui indicador relativamente à potência a disponibilizar na medida em que se pressupõe que uma habitação de renda elevada terá, geralmente, maior número de equipamentos para alimentar, designadamente aparelhos de climatização ou de manutenção de piscinas.

No que concerne aos lotes destinados a habitação coletiva, para cada entrada de três pisos com duas frações cada, totalizando 6 frações com área individual de aproximadamente 120m<sup>2</sup>, foi atribuída a potência de 10,35 kVA atendendo à menor área de cada fração relativamente aos lotes denominados de renda média e alta, mas também ao fato de não ser considerada qualquer área exterior que fosse onerar as necessidades de potência disponível. Para os serviços comuns de cada entrada, cuja potência é suposto alimentar não só iluminação comum mas também elevadores e sistemas de emergência, são considerados 13,8 kVA.

Quanto às potências atribuídas aos equipamentos de serviço público, as mesmas foram atribuídas atendendo à atividade a estabelecer nesses lotes, em detrimento da área ocupada. De salientar que as potências propostas cumprem com os mínimos estipulados na secção 801 e 803 das RTIEBT [20].

### **3.9. TRANSFORMADOR DE 630 KVA**

A localização dos postos de transformação, bem como a quantidade preconizada, foi elaborada tendo em conta todos os cálculos elétricos expostos acima. Sistematizando, a localização de cada posto de transformação foi tal que:

- Não exceda a utilização acima dos 80% da sua potência;
- Potência final devidamente calculada atendendo aos coeficientes de simultaneidade;
- Atendendo aos comprimentos (distância do posto de transformação até ao fim da rede de baixa tensão), que oneram as quedas de tensão, nunca excedendo os 8%;
- Espaços disponíveis para a sua localização;
- Facilidade de interligação da rede em anel com a rede existente.

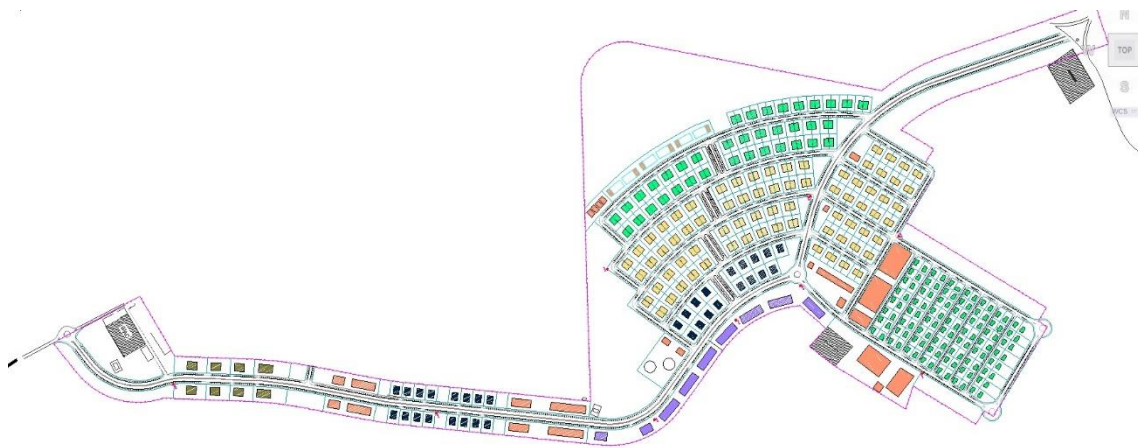
Neste capítulo estão justificadas as opções tomadas em termos de dimensionamento das redes de MT, BT e IP, pelo que no capítulo seguinte são abordados com pormenor os casos de estudo.



# 4. CASOS DE ESTUDO

## 4.1. A RESERVA FUNDIÁRIA

As plantas de arquitetura, como se constata na Figura 2, são o ponto de partida para o desenvolvimento deste trabalho.



*Figura 2 - Planta de arquitetura – visão geral*

Esta área contém zonas habitacionais, mas também lotes destinados a indústria e equipamentos. As potências atribuídas a cada tipo de lote estão expressas na Tabela 1.

Tabela 1 - Finalidade e potência atribuída por lote

Tipo/finalidade de lote	Potência (kVA)
Lote p/ construção de habitação unifamiliar de renda baixa	10,35
Lote p/ construção de habitação unifamiliar de renda média	13,8
Lote p/ construção de habitação unifamiliar de renda alta	20,7
Lote p/ construção de habitação coletivas + Serviços comuns	10,35 + 13,8
Lote p/ construção de comércio/serviços no r/c das habitações coletivas	13,8
Lote p/ construção de indústrias e edifícios para o SIAC e polidesportivo (possibilidade de alimentação em Média Tensão)	69,0 a 86,25

Relativamente à potência atribuída às habitações, quer unifamiliares quer coletivas, este valor foi majorado sobretudo pela temperatura que se faz sentir nesta zona do globo. Esta circunstância leva, muitas vezes, a um uso pouco racional de equipamentos de climatização. Paralelamente, ainda predominam equipamentos pouco eficientes e com consumos de energia muito significativos.

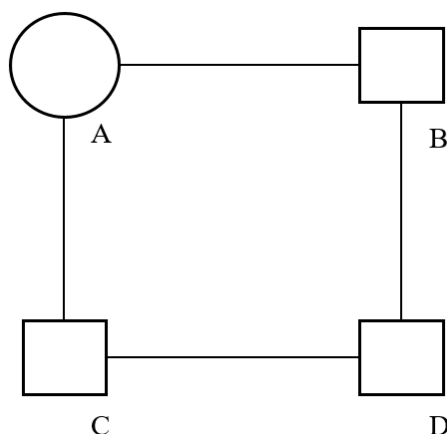
No que toca à potência atribuída às indústrias e edifícios, estes valores foram definidos tendo em conta as expectativas do dono de obra quanto ao tipo de finalidade desses lotes.

Relativamente às zonas habitacionais, estão projetadas zonas de habitação unifamiliar, e também habitações coletivas.

Relativamente às zonas de habitação unifamiliar, os *inputs* do dono de obra vão no sentido da diferenciação entre 3 zonas distintas, sendo que o critério é o da renda baixa, média ou alta. Esta distinção terá a sua origem não só na qualidade e materiais utilizados na construção, na sua localização e na existência de equipamentos no exterior das habitações. Estes fatores têm, obviamente, influência na afetação de potência a cada tipo de lote.

## 4.2. CASO DE ESTUDO 1 - REDE DE MÉDIA TENSÃO

A rede de Média Tensão, MT, prevista na zona objeto do presente estudo será do tipo subterrâneo, em anel, como especificado nas peças desenhadas. Uma rede de MT ligada em anel é considerado como sendo mais isenta de falhas na continuidade de serviço visto que cada posto de transformação pode ser alimentado por mais do que uma via, aumentando a garantia de continuidade de fornecimento de energia. Por exemplo, na rede em anel, sendo A a subestação e B, C e D os postos de transformação: se o troço BD avaria, nenhum posto de transformação fica sem energia, porque esta sai da subestação e é conduzida até B e, simultaneamente, até C e D, conforme Figura 3. De salientar que, apesar da concepção da rede ser emalhada, para aumenta da sua fiabilidade de funcionamento, a exploração e feita de forma radial.



*Figura 3 - Esquema dos postos de transformação ligados em anel aberto*

Concomitantemente, este tipo de configuração em anel garante maior flexibilidade de reconfiguração para fazer face a trabalhos de manutenção, contribuindo assim também para superior continuidade de serviço.

De acordo com o disposto no nº5 do RSLEAT, a rede não deverá constituir obstáculo à livre circulação de pessoas, eliminar por completo os constrangimentos inerentes a esta e não prejudicar outras linhas de energia, telecomunicações, de canalizações de gás, água ou outras [10]. Esta rede irá integrar 9 postos de transformação de 630 kVA, mais os postos de transformação de serviço particular que venham a ser instalados, que servirão de abaixadores de tensão de 15 kV para 400 V/230 V, 50 Hz, alimentando assim em Baixa Tensão os

consumidores desta reserva fundiária. Será executada a cabo do tipo LXHIO1AE 12/20 kV, 240 mm<sup>2</sup> (ver - Ficha técnica do cabo utilizado na rede MT 1/2), garantindo-se as condições de funcionamento legalmente exigidas, juntando como anexo a respectiva ficha técnica. A Figura 4 reproduz uma imagem em corte do cabo.

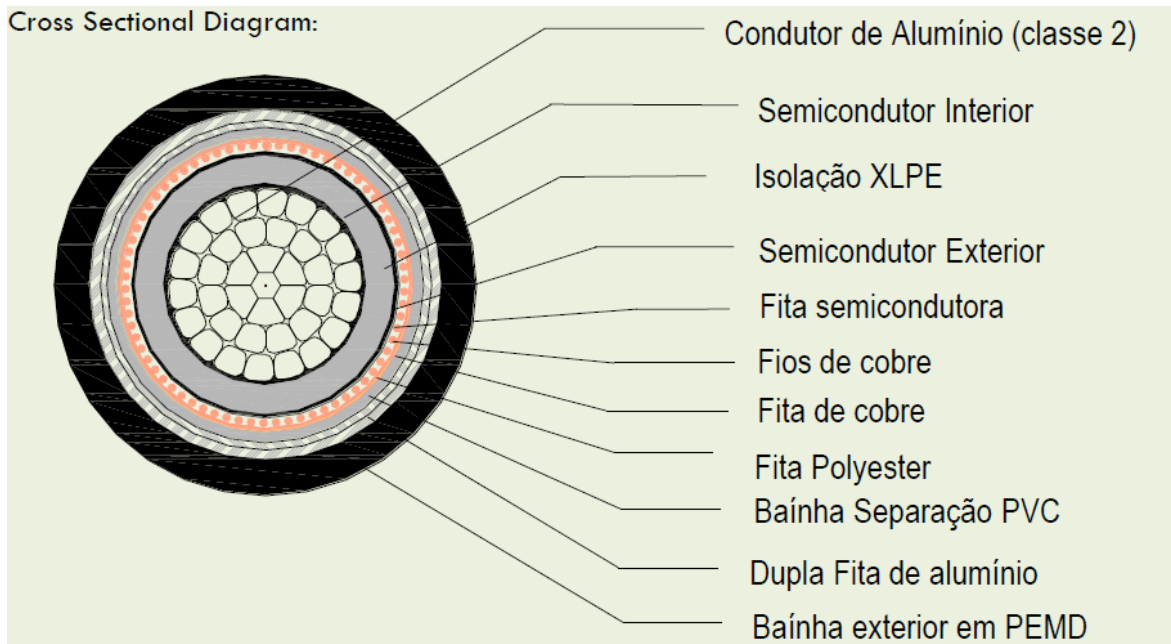


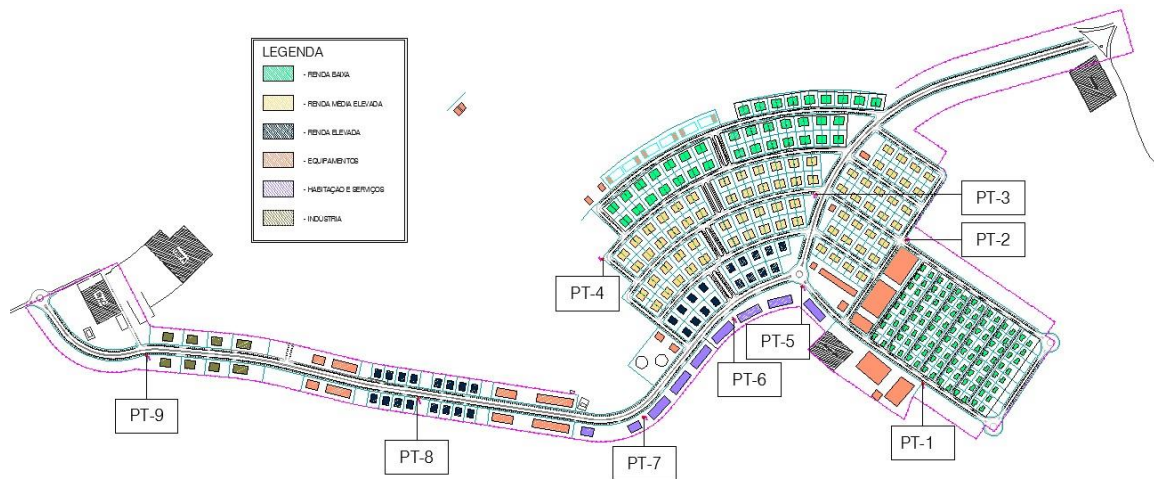
Figura 4 - Corte do cabo utilizado na rede de média tensão

Considera-se que a rede será estabelecida enterrada, diretamente no solo, em vala a 1,20 m de profundidade, temperatura 20° C, com resistência térmica do solo, estimada, de 1,5 k.m/W (terreno seco) de acordo com o disposto no RTIEBT no quadro 52-E6, sem influências externas de outros circuitos.

Nas condições indicadas a corrente admissível no cabo é 360 A/15 kV, para uma corrente de serviço ( $I_B$ ), nunca superior a 218 A/15 kV, conforme se demonstra em seguida. Para estes cálculos, não foi considerado qualquer coeficiente de simultaneidade originando a situação mais desfavorável possível.

$$I_B = \frac{\sum i * S_D}{\sqrt{3} * U_C} \leftrightarrow I_B = \frac{9 * 630}{\sqrt{3} * 15} \leftrightarrow I_B = 218 A \quad (11)$$

Na eventualidade de dois ramos do anel terem o mesmo traçado, a distância mínima entre o traçado de cada ramo, deverá ser sempre igual ou superior 3,00 m. Considera-se que a rede de MT, a estabelecer, poderá ser ligada à rede existente no local, nos postos de transformação n.º 1, n.º 3 e no posto de transformação n.º 9, com configuração em anel, conforme se especifica nas peças desenhadas e se constata na Figura 5.



*Figura 5 - Rede de média tensão*

Entretanto, a rede projetada, permite que em qualquer posto de transformação seja injetada energia a partir de outras redes localizadas na periferia da área a intervir.

Os postos de transformação estão preparados para receber a linha de média tensão a partir de qualquer ponto do empreendimento, estando sempre garantida a ligação em anel.

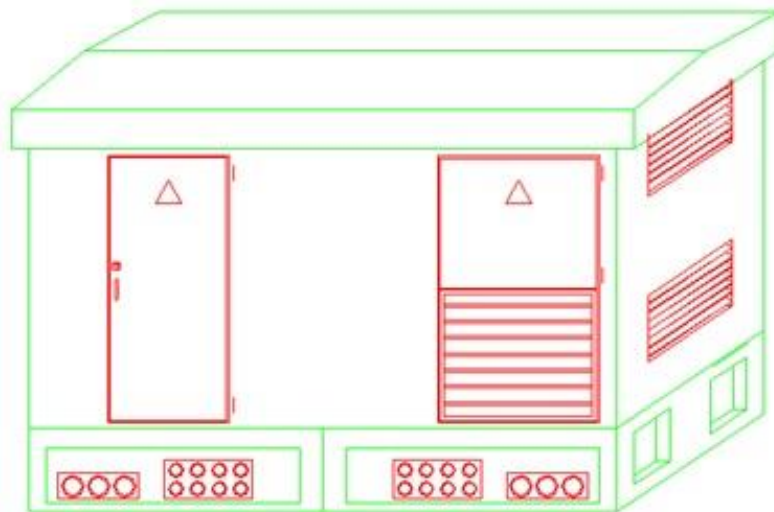
Em função da potência a alimentar (nove postos de transformação de 630 kVA) mais os que vierem a ser instalados, para serviço particular, terá que ser analisada a disponibilidade de potência a montante, nomeadamente ao nível de eventual reforço de subestações existentes ou a instalar, novas linhas de MT e centrais de produção de energia. A análise sugerida deverá ser enquadrada no Plano Diretor Energético existente ou a elaborar para a zona.

Com o objetivo de permitir alimentar novos postos de transformação, nomeadamente de serviço particular, está prevista rede de tubagem e caixas, conforme se especifica nas peças desenhadas, nas situações em que se admite a instalação de postos de transformação privados.

Aquando da execução da obra, deverão ser contactados os serviços da distribuidora local, responsável pela gestão da rede de MT, no sentido de serem definidas as condições de ligação à rede e estabelecimento dos respetivos ramais de MT.

#### 4.2.1. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DOS POSTOS DE TRANSFORMAÇÃO

O objetivo do presente projeto é especificar as condições técnicas de execução e exploração dos postos de transformação de características normalizadas cujo fim é fornecer energia elétrica em Baixa Tensão à reserva fundiária. Mostra-se na Figura 6 a cabina do posto de transformação.



*Figura 6 - Cabina do posto de transformação*

A zona objeto do presente estudo, será dotada de nove postos de transformação tipo cabina baixa, equipados com transformadores de 630 kVA – 15 kV/400 V, conforme acima se refere.

Nos lotes e edifícios de grandes dimensões destinados a equipamentos, consideramos que serão dotados de posto de transformação próprio, a inserir na rede de MT posteriormente.

## **4.2.2. CARATERÍSTICAS DE REDE DE ALIMENTAÇÃO**

A rede de alimentação do PS - PTC será subterrânea a uma tensão de 15 kV e à frequência de 50 Hz.

A potência de curto-circuito máxima da rede de alimentação será de 350 MVA, segundo os dados fornecidos pela Empresa Distribuidora.

## **4.2.3. CARACTERÍSTICAS DA APARELHAGEM DE ALTA TENSÃO**

Neste ponto são apresentadas as principais características do compacto RM6 e das celas SM6, da marca Schneider Electric®.

### **4.2.3.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DO COMPACTO RM6**

As celas a empregar no PS serão da gama RM6 da Schneider Electric®, ilustradas na Figura 7, ou similar, conjunto compacto equipadas com aparelhagem de Alta Tensão, sob único envolvente metálico com isolamento integral, para uma tensão admissível até 24 kV, de acordo com as recomendações IEC: 60298, 60265; 60129; 60694; 60420 e 60056.

Toda a aparelhagem estará agrupada no interior de uma cuba metálica estanque recheada com o gás hexafluoreto de enxofre a uma pressão de 0,1 bar (em relação à pressão atmosférica), selada para toda a vida de acordo com a norma IEC 60056.

Tensão estipulada – 24 kV

Tensão suportada entre fases, e entre  
fases e terra:

de curta duração a 50 Hz/1minuto – 50 kV eff.

à onda de choque (1,2/50 µs) – 125 kV crista

Intensidade estipulada função interruptor – 630 A

Intensidade estipulada função fusível – 200 A

Intensidade estipulada de curta duração admissível: durante 3 segundos – 20 kA eff.

Valor de crista da intensidade estipulada de curta duração admissível – 40 kA crista i.e. 2.5 vezes a intensidade estipulada de curta duração admissível

O poder de corte da aparelhagem será de 630 A, eficazes nas funções de entrada. O poder de fecho de todos os interruptores será de 40 kA crista. Todas as funções (tanto as interruptor como as de proteção) incorporarão um seccionador de terra de 40 kA crista de poder de fecho.

Deverá existir uma sinalização positiva da posição dos interruptores e seccionadores de terra. O seccionador de terra deverá ser diretamente visível através de visores transparentes.

O barramento será sobredimensionado para suportar sem deformação permanente os esforços dinâmicos em caso de curto-circuito.



*Figura 7- Compacto RM6*

#### 4.2.3.2. CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS CELAS SM6

As celas a empregar no PTC serão SM6 da Schneider Electric®, ilustradas na Figura 8, ou similar, modulares, de isolamento em ar, equipadas com aparelhagem fixa que utiliza o gás hexafluoreto de enxofre - SF<sub>6</sub> como elemento de corte e extinção, homologadas pela Direção Geral de Energia e Geologia, arquivo nº 13 118 processo nº 29/246.

Responderão na sua conceção e fabricação à definição de aparelhagem sob envolvente metálico compartimentado de acordo com as recomendações IEC: 60298; 60265; 60129; 60694; 60420 e 60056.

As celas terão compartimentos de aparelhagem, barramento, ligação, comando e controlo.

Tensão estipulada – 24 kV

Tensão de isolamento:

de curta duração a 50 Hz/1minuto – 50 kV eff.

à onda de choque (1,2/50 µs) – 125 kV crista

Intensidade estipulada do disjuntor – 630 A

Intensidade estipulada função fusível – 200 A

Intensidade estipulada de curta duração – 16 kA eff.  
admissível: durante 3 segundos

Valor de crista da intensidade estipulada – 40 kA crista i.e. 2.5 vezes a intensidade  
de curta duração admissível estipulada de curta duração admissível



*Figura 8 - Celas SM6*

### **Construção Civil**

As cabinas serão de tipo pré-fabricado, referência R- 1010 T1DR, ou similar, com as características indicadas nas peças desenhadas.

### **Local**

Os PT's objeto deste projeto serão instalados no interior de um edifício, tipo cabina baixa, destinado exclusivamente ao alojamento do transformador e equipamento de MT e BT Cada cabina terá as dimensões necessárias para alojar as celas correspondentes e transformador de potência, assim como o quadro de distribuição, respeitando-se em todo o caso as distâncias mínimas regulamentares entre os elementos. As dimensões do local, acessos, assim como a colocação das celas indicam-se nas peças desenhadas correspondentes.

### **Caraterísticas dos edifícios**

Detalha-se em seguida as condições mínimas que cada local deve obedecer para poder albergar o respetivo PT:

- Acesso das pessoas: As portas abrir-se-ão para o exterior e terão como mínimo um vão útil de 2175 mm x 910 mm;

- Acesso do material: As vias de acesso do material deverão permitir o transporte, em camião, das celas e os restantes elementos pesados até o local. As portas abrir-se-ão para o exterior e terão como mínimo um vão útil de 2175 mm x 1255 mm;
- Dimensões interiores e disposições dos diferentes elementos: ver as peças desenhadas correspondentes;
- Passagem de cabos MT: para a passagem de cabos de MT (celas de chegada) será prevista uma caleira com dimensões adequadas cujo traçado figura nas peças desenhadas correspondentes.

As dimensões da caleira na zona das celas serão as seguintes: uma largura livre de 600 mm, e uma altura que permita uma correta curvatura dos cabos. Dever-se-á respeitar uma distância mínima de 100 mm entre as celas e a parede posterior a fim de permitir o escape do gás SF<sub>6</sub> (no caso de sobrepressão demasiado elevada) pela parte debilitada das celas sem pôr em perigo o operador.

Fora das celas, a caleira será coberta por tampas de chapa estriada.

### **Piso**

Instalar-se-á uma malha electro soldada com varras com diâmetro não inferior a 4 mm, formando um retículo não superior a 0,30 x 0,30 m. Esta malha ligar-se-á ao circuito de terras a fim de evitar diferenças de potenciais perigosas no interior do posto de transformação. Esta malha, cobrir-se-á com uma capa de betão de 10 cm de espessura como mínimo.

### **Dimensionamento da ventilação do posto de transformação**

Para calcular a superfície das grelhas de entrada de ar utilizou-se a expressão (12), uma vez que está prevista uma construção em alvenaria e não uma solução de raiz:

$$Sr = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{2,24 * K * \sqrt{h * \Delta t^3}} \quad (12)$$

Em que:

- $W_{cu}$  – Perdas em curto-circuito do transformador em kW
- $W_{fe}$  – Perdas em vazio do transformador em kW
- $h$  – Distância vertical entre centros de grelhas (1,2 m)
- $t$  – Diferença de temperatura entre o ar de saída e o de entrada, considerando-se neste caso o valor de 15° C
- $K$  – Coeficiente em função da grelha de entrada de ar, considerando-se o valor de 0,6
- $Sr$  – Superfície mínima da grelha de entrada de ventilação do transformador

As perdas em curto-circuito e as perdas em vazio totalizam 8,7 kW, pelo que a superfície mínima da grelha é 0,95 m<sup>2</sup>.

A ventilação do PST poderá ser feita de modo natural mediante as grelhas de entrada e saída de ar, por transformador.

Serão instaladas duas grelhas dispostas verticalmente na porta de acesso ao transformador e duas semelhantes na parede oposta. A dimensão de cada grelha é 0,8 m<sup>2</sup>, o que perfaz uma superfície total de entrada (duas grelhas) de 1,6 m<sup>2</sup>. Assim, como 1,6 m<sup>2</sup> não é inferior a 0,95 m<sup>2</sup>, poderá ser instalado um transformador com a potência nominal de 630 kVA.

Estas grelhas são feitas de modo a impedirem a entrada de pequenos animais, a entrada de águas pluviais e os contactos acidentais com as partes sob tensão pela introdução de elementos metálicos pelas mesmas. A razão pela qual se demonstram os cálculos da área de ventilação prende-se com a opção do dono de obra em construir edifícios em alvenaria. Entende-se como sendo mais económica esta solução do adquirir equipamento normalizado cujo transporte iria onerar a componente de custo.

#### **4.2.3.3. CELAS PS EDP – RM6**

Conjunto compacto tipo RM6 3I, 20 kA/3s equipado com três funções interruptor, de dimensões:

- 1216 mm de largura;
- 710 mm de profundidade;
- 1140 mm de altura.

Será estanque em atmosfera de hexafluoreto de enxofre, de tensão estipulada 24 kV e intensidade estipulada de 630 A.

O compacto RM6 incorporará:

- Dispositivos de deteção de presença de tensão em todas as funções;
- 3 Sinalizadores luminosos (um por fase) para ligar aos dispositivos de deteção;
- Travessias de tipo aparafusáveis de 630 A nas funções de interruptor;
- Braçadeira para cabos nas funções de interruptor;
- Motorização do comando de duas funções interruptor de anel EDP a 48V DC;
- Cabo de ligação LXHIOV 120 mm<sup>2</sup> por fase com Travessias de tipo aparafusável de 630 A na ligação ao RM6 e Termo retráctil na ligação da Cela SM6.

#### **4.2.3.4. CELAS PT CLIENTE – SM6 – CELA DE ENTRADA**

Cela de entrada ou saída, SM6 IM, com dimensões: 375 mm de largura, 940 mm de profundidade e 1600 mm de altura, contendo:

- Barramento tripolar de 630 A;
- Interruptor-seccionador de corte em SF6 de 24 kV 630 A 16 kA/3s;
- Comando CIT manual;
- Coletor de terra;
- Seccionador de ligação à terra;
- Indicadores de presença de tensão;
- Bornes para ligação de cabos;
- Cela preparada para ligação de cabos secos unipolares de secção máxima de 240 mm<sup>2</sup>.

#### **4.2.3.5. CELA DE CORTE GERAL E MEDIDA**

Cela de corte geral e medida, SM6 GCM, com entrada e saída, superiores por barramento, com dimensões: 750 mm de largura, 1020 mm de profundidade e 1600 mm de altura, contendo:

- Barramento tripolar de 630 A;
- Interruptor-seccionador de corte em SF6 de 24 kV 630 A 16 kA/3s;
- Comando CIT manual;
- Coletor de terra;
- Seccionador de ligação à terra;
- Transformadores de medida a instalar em obra pela companhia elétrica.

#### **4.2.3.6. CELA DE PROTEÇÃO COM FUSÍVEIS**

Cela de proteção com interruptor e fusíveis combinados SM6 QM, com dimensões: 375 mm de largura, 940 mm de profundidade e 1600 mm de altura, contendo:

- Barramento tripolar para ligação superior com celas adjacentes;
- Interruptor-seccionador em SF6, 24 kV 200 A 16 kA/3s, equipado com bobina de disparo à emissão de tensão a 220 V 50 Hz;
- Comando CII manual;
- Três corta-circuitos fusíveis de alto poder de corte e baixa dissipação térmica, tipo CF, de 24 kV, calibre de 50 A;
- Seccionador de ligação à terra duplo (a montante e a jusante dos fusíveis);
- Sinalização mecânica de fusão do fusível;
- Indicadores luminosos de presença de tensão;
- Preparada para ligação inferior de cabos unipolares secos;
- Coletor de terra;
- Encravamento por fechadura tipo C1 com a função de impedir o acesso ao transformador se o seccionador de terra da cela não for previamente fechado.

## 4.2.4. TRANSFORMADOR MT/BT

### 4.2.4.1. TRANSFORMADOR MT/BT TRIHAL, SECO ENCAPSULADO – NORMA ECODESIGN

Será uma máquina trifásica redutora de tensão, sendo a tensão entre fases a entrada de 15 kV e a tensão a saída em carga de 400 V entre fase e 230 V entre fase e neutro obedecendo às Normas IEC 60076-11, PS EN 50588 e diretiva Ecodesign EU 548-2014 AoBk.

O transformador a instalar terá o neutro acessível em Baixa Tensão e refrigeração natural, encapsulado em resina *epoxy* (dielétrico seco) modelo TRIHAL da France Transfo.

O transformador terá as bobinas encapsuladas e moldadas em vazio em uma resina epoxy com carga ativa composta por alumina trihidratada, conseguindo-se assim um encapsulado ignífugo auto extingüível.

As suas características mecânicas e elétricas estarão de acordo com as normas e recomendações internacionais, sendo as seguintes:

Potência estipulada	– 24 kV
Tensão estipulada primária	– 15 kV
Regulação no primário	– +/-2,5% +/-5%.
Tensão estipulada secundária em vazio	– 400 V
Tensão de curto-circuito	– 6%
Grupo de ligação	– Dyn05 ou Dyn11
Perdas em Vazio	– 1100 W
Perdas em Carga a 120°C	– 7600 W
Nível de isolamento	
Tensão de ensaio a onda de choque 1,2/50 s	– 95 kV

Tensão de ensaio a 50 Hz 1 min – 38 kV

Dimensões aproximadas

Comprimento – 1480 mm

Largura – 840 mm

Altura – 1830 mm

Peso – 2420 kg

#### **4.2.4.2. DISPOSITIVO TÉRMICO DE PROTEÇÃO**

A proteção contra aquecimento prejudicial será assegurada por controlo de temperatura dos enrolamentos constituída por:

- Duas sondas PTC, termistâncias com coeficiente de temperatura positiva, montadas em série em cada enrolamento. Uma sonda será para o alarme, regulável entre 1 e 150° C. A outra sonda será disparo, regulável entre 2 e 160° C.
- Um conversor eletrónico Z constituído por dois circuitos de medida independentes. Cada um dos circuitos controla a variação da resistência das sondas PTC.

#### **4.2.5. CARACTERÍSTICAS DOS DIVERSOS MATERIAIS DE ALTA TENSÃO**

##### **Barramento geral do compacto RM6**

O barramento geral do conjunto compacto RM6 será constituído por tubos cilíndricos de cobre semiduro (F20) de 16 mm de diâmetro.

##### **Isoladores de passagem do compacto RM6**

São as travessias para a ligação dos cabos isolados de Alta Tensão procedentes do exterior. Serão do tipo encaixável para ambas as funções (interruptor e proteção).

### **Barramento geral das celas SM6**

O barramento geral das celas SM6 será constituído por um jogo de três barras de cobre isoladas dispostas em paralelo.

### **Acessórios de ligação do barramento**

A ligação do barramento efetua-se sobre os bornes superiores da envolvente do interruptor-seccionador com ajuda de repartidores de campo com parafusos imperdíveis integrados de cabeça M8 com um binário de aperto de 2.8 m.da.N.

## **4.2.6. CARACTERÍSTICAS DA APARELHAGEM DE BAIXA TENSÃO**

### **Quadro BT**

A saída de Baixa Tensão será protegida por disjuntor com as seguintes características:

- Disjuntor tetrapolar em caixa moldado tipo Compact NS1250N da Schneider Electric®, ou similar de intensidade estipulada de 1250 A, com unidade de controlo eletrónica Micrologic 5.0 para proteção contra sobrecargas e contra curto-circuitos (ambas curvas reguláveis).

### **Medidas da energia elétrica**

A contagem de energia realiza-se mediante um quadro de contadores ligados ao secundário dos transformadores de intensidade e de tensão instalados na cela de medida; no caso de contagem em AT. Caso a contagem seja efetuada em BT, o referido quadro de contadores será ligado aos transformadores de intensidade de BT instalados no QGBT e diretamente da tensão secundária. O quadro de contadores será formado por um armário da Schneider Electric® modelo CRN-88/200 com dimensões 800 mm de altura, 800 mm de largura e 200 mm de profundidade, estanque, índice de proteção IP-55 e com porta transparente, equipado com os seguintes elementos:

- Régua de verificação normalizada pela Empresa Distribuidora.
- Contador de energia ativa de tripla tarifa cl 1.
- Contador de Energia Reativa, de dupla tarifa, cl 3.

#### **4.2.6.1. LIGAÇÃO À TERRA**

Serão executadas duas terras, de serviço e proteção, garantindo-se valores de resistência menor 20 ohm, cada, conforme se assinala nas peças desenhadas e, de acordo com o especificado na legislação em vigor.

Na execução das terras, de proteção e serviço, deverão ser utilizados eléttodos em vareta de aço revestido a cobre, com as seguintes dimensões mínimas:

Comprimento – 2 m

Diâmetro exterior – 15 mm

Espessura de cobre – 0,7 mm

Deverá ter-se em consideração que a parte superior dos eléttodos deverá ficar 0,8m abaixo da superfície do solo.

Na ligação entre eléttodos deverá utilizar-se cobre nu de 35 mm<sup>2</sup> de secção.

Se possível adotar-se-á o sistema de terra única, desde que o valor seja  $\leq 1 \Omega$ .

##### **Terra de proteção**

Serão ligados à terra de proteção os elementos metálicos da instalação que normalmente não estão em tensão, mas que poderão eventualmente estar, devido a avarias ou circunstâncias externas (defeito de isolamento).

As celas disporão de uma platina de terra que as interligará, constituindo o coletor de terra de proteção.

##### **Terra de serviço**

Ligar-se-ão à terra de serviço o neutro do transformador e os circuitos de Baixa Tensão dos transformadores do equipamento de medida.

##### **Terras interiores**

A terra no interior do PST terá como missão pôr em continuidade elétrica todos os elementos que estão ligados à terra exterior.

Nas instalações interiores ou fora do solo, realizar-se-á com condutor de cobre nu de secção não inferior a 16 mm<sup>2</sup> e nas instalações exteriores com condutor de cobre nu de secção não inferior a 35 mm<sup>2</sup>. Este cabo ligará à terra os elementos. Próximo da saída do edifício e dentro deste, mas fora das celas, nas instalações interiores, ou antes da entrada no solo, nas instalações exteriores, deverá existir uma ligação amovível que permita efetuar a medição das resistências de terra dos elétrodos.

#### **Regime do neutro de baixa tensão**

- Regime de neutro em BT tipo TT;
- Neutro ligado diretamente à terra. Massas de utilização interligadas à terra num ponto. O dispositivo de proteção deve assegurar o disparo ao primeiro defeito num tempo compatível com a curva de segurança.

#### **4.2.7. INSTALAÇÕES SECUNDÁRIAS**

##### **Iluminação**

No interior do PST será instalado no mínimo dois pontos de luz capazes de proporcionar um nível de iluminação suficiente para verificação e manobras dos elementos do mesmo, o nível médio será no mínimo de 150 lux.

Os focos luminosos estarão colocados sobre suportes rígidos e dispostos de tal modo que se mantenha a máxima uniformidade possível da iluminação. Também se deverá poder efetuar a substituição de lâmpadas sem perigo de contacto com os elementos sob tensão.

##### **Extintor de CO<sub>2</sub>**

Será instalado um extintor de 5 kg – CO<sub>2</sub>;

O detetor ótico de fumos a instalar estará associado à central de deteção de incêndios do edifício.

##### **Luvas**

A cabine deverá ser dotada de luvas isolantes dielétricas de acordo com a norma IEC-60903, fabricadas em borracha natural, de cano comprido e formato anatómico. Usadas para manobrar aparelhos elétricos e realizar trabalhos elétricos em Tensão.

### **Lanterna**

A cabine será dotada de lanterna auto recarregável de iluminação de emergência, com autonomia, do tipo Sinlan100RC ou similar.

### **Estrado isolante**

A cabine será dotada de tapete isolante, fabricado em borracha de alta qualidade cuja superfície é anti deslizante. Este elemento é utilizado para se conseguir o isolamento necessário em relação à terra das pessoas que realizam trabalhos ou manobras em instalações. De acordo com a norma IEC 60243-1.

### **Quadro de primeiros socorros**

A cabine será dotada de quadro de primeiros socorros, onde serão evidentes as manobras a implementar em caso de acidente.

## **4.2.8. MEDIDAS DE SEGURANÇA**

### **4.2.8.1. SEGURANÇA NO COMPACTO RM6**

No conjunto compacto RM6 serão previstos encravamentos de tipo mecânico que relacionam entre si os elementos que os compõem.

O sistema de funcionamento do interruptor com três posições, impedirá o fecho simultâneo do mesmo e a sua ligação à terra, assim como a sua abertura e ligação imediata à terra.

Em posição fechada bloquear-se-á a introdução da alavanca de acionamento no eixo da manobra para a ligação à terra, mesmo assim, são bloqueáveis por cadeado todos os eixos de acionamento.

Um dispositivo anti-reflex impedirá qualquer tentativa de reabertura imediata de um interruptor.

Mais, destaca-se que a posição de ligação à terra será visível, assim como a instalação de dispositivos para a indicação de presença de tensão.

O compartimento de fusíveis, totalmente estanque, será inacessível por bloqueio mecânico na posição de interruptor fechado, sendo possível a sua abertura somente quando este estiver na posição de ligação à terra e, neste caso, graças à sua metalização exterior, será colocado à terra todo o compartimento, garantindo-se assim a total ausência de tensão no caso de o compartimento estar acessível.

#### **4.2.8.2. SEGURANÇA NAS CELAS SM6**

As celas tipo SM6 dispõem de uma série de encravamentos funcionais que respondem às recomendações IEC 60298 e que se descrevem:

- Só é possível fechar o interruptor se o seccionador de terra estiver aberto e o painel de acesso colocado no lugar;
- O fecho do seccionador de ligação à terra só é possível se o interruptor estiver aberto;
- A abertura do painel de acesso ao compartimento dos cabos só é possível se o seccionador de ligação à terra estiver fechado;
- Com o painel dianteiro retirado, é possível abrir o seccionador de ligação à terra para realizar o ensaio dos cabos, mas não é possível fechar o interruptor;
- Dos encravamentos funcionais também está previsto que algumas das diferentes funções se encravarão entre elas mediante fechadura como se indica no ponto acima. Entre a cela de saída do posto de seccionamento e a cela de entrada do P T C, existirá encravamento com fechadura tipo chave “ronni”, de modo a que o seccionador de terra da cela de entrada do PTC não possa ser fechado com a linha de MT em tensão.

### **4.3. CASO DE ESTUDO 2 - REDE DE BAIXA TENSÃO**

#### **4.3.1. REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM BAIXA TENSÃO**

A rede de distribuição em BT será do tipo subterrâneo diretamente enterrada no solo, constituída por cabos tipo LXAV (Figura 56), dos postos de transformação aos armários de

distribuição, e a alguns equipamentos, de acordo com as indicações apresentadas nos desenhos anexos.

A partir dos respetivos armários serão estabelecidas as chegadas para a alimentação das instalações de utilização dos lotes, que não farão parte deste projeto pois serão realizadas, aquando da construção em cada lote. Entretanto prevê-se, desde já a tubagem para futuro enfiamento do cabo da respetiva baixada, conforme se especifica nas peças desenhadas.

#### **4.3.1.1. CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO**

Os cabos serão enterrados em vala, com fundo preparado, entre cada PT e os armários, a uma profundidade mínima de enterramento dos cabos será de 0,70 m.

#### **4.3.1.2. CABOS**

A rede será constituída por cabos enterrados no solo, em valas, com proteção especial (entubados), nas travessias de vias de circulação de tráfego automóvel, conforme se especifica nas peças desenhadas 001, 002 e 003.

Os cabos serão enterrados a profundidade de 0,7 m, no caso geral, e de 1,10 m, nas travessias (ver peças desenhadas). Deverão ser sinalizados por dispositivos de aviso (redes ou bandas de material plástico resistente) e serão tomadas em conta preocupações especiais relativas a eventual presença de outros cabos enterrados, de redes de MT, de telecomunicações, de distribuição de água ou de saneamento.

Todos os cabos a enterrar serão dotados de bainha resistente à natural corrosão devida ao terreno. Além do referido, os cabos a aplicar têm especial resistência mecânica (cabos com armadura), permitindo fazer face às tensões de compressão mecânica, de contacto com corpos duros (pedras), de choque de ferramentas metálicas de trabalho subterrâneo, etc.

Os cabos serão enterrados diretamente no solo, como se referiu e as valas, deverão ter a composição indicada nas peças desenhadas (pormenores de valas). Os cabos a utilizar serão rígidos, com bainha reforçada ou com armadura, baseados em condutores de alumínio, do tipo LXAV (Figura 56). Nas peças desenhadas indicadas ilustra-se a distribuição dos cabos, no contexto das redes. Em todos os cabos a instalar, as pontas serão protegidas por

extremidades termo retrateis que asseguram perfeita estanquicidade. Os cabos deverão ser ligados por terminais de compressão.

Nas zonas onde o traçado da rede de baixa tensão coincide com a rede de iluminação pública, admite-se que sejam estabelecidas na mesma vala.

#### **4.3.2. ARMÁRIOS DE DISTRIBUIÇÃO DO TIPO W**

A Figura 9 mostra um armário de distribuição tipo W.



*Figura 9 - Armário de distribuição tipo W*

As características principais deste tipo de armários de distribuição elencam-se em seguida.

- Deverão ser modelo “W”, do tipo ADE da marca VIDROPOL, ou equivalente;
- Em poliéster reforçado com fibra de vidro, autoextinguíveis e com IP 44-IK10 [21];
- Amovíveis, sendo fixados aos bastidores, sem, no entanto, interferir com a fixação deste ao maciço ou com a ligação dos cabos ao equipamento elétrico;
- Barramento em cobre eletrolítico nu, de secções retangulares para as potências indicadas, e pintadas nas cores regulamentares;
- Triblocos para cartuchos fusíveis APC, do tipo gG, conforme desenhos anexos;

- A fixação de cada armário será feita através, de um maciço de betão com as dimensões adequadas possuindo chumbadouros com pernos roscados, junto dos quais deverá ser executada uma caixa com tampa e dimensões suficientes para um fácil manuseamento dos cabos. Esta caixa deverá ser devidamente drenada;
- Deverá ser efetuada ligação do neutro à terra nos armários de distribuição. Todas as massas metálicas e bainha dos cabos de BT deverão ser ligadas ao barramento de terra, que por sua vez, é "shuntado" com a barra de neutro;
- A ligação do neutro à terra deverá ser efetuada em cabo VV35 mm<sup>2</sup> (verde-amarelo);
- Os elétrodos tipo *piquett* deverão ser do tipo atrás descritos e enterrados a uma profundidade de 0.80 m entre a superfície do solo e a parte superior do elétrodo;
- A continuidade de todos os circuitos deverá ser garantida através de apertos mecânicos;
- A resistência de terra global do neutro, não deverá ser superior a 10 ohm e os cabos deverão ser ligados por terminais de compressão.

#### **4.3.3. CÁLCULO PARA O POSTO DE TRANSFORMAÇÃO 1**

Os cálculos relativos aos restantes oito postos de transformação serão mostrados em anexo, em capítulo destinado a esse fim.

Como forma de exemplo, procede-se em seguida à escalpelização dos cálculos e dimensionamentos levados a cabo para o PT 1, ilustrado na Figura 10, Figura 11 e Figura 12.

A Figura 10 mostra a localização relativa do posto de transformação nº1, onde são visíveis as 5 saídas utilizadas.



*Figura 10 - Origem do posto de transformação 1*

A Figura 11 mostra a parte central da zona alimentada, onde figuram lotes a alimentar a 10,35 kVA.



*Figura 11 - Zona central abastecida pelo posto de transformação 1*

A Figura 12 retrata a localização dos equipamentos alimentados pelo posto de transformação nº1 que carecem de maior potência.

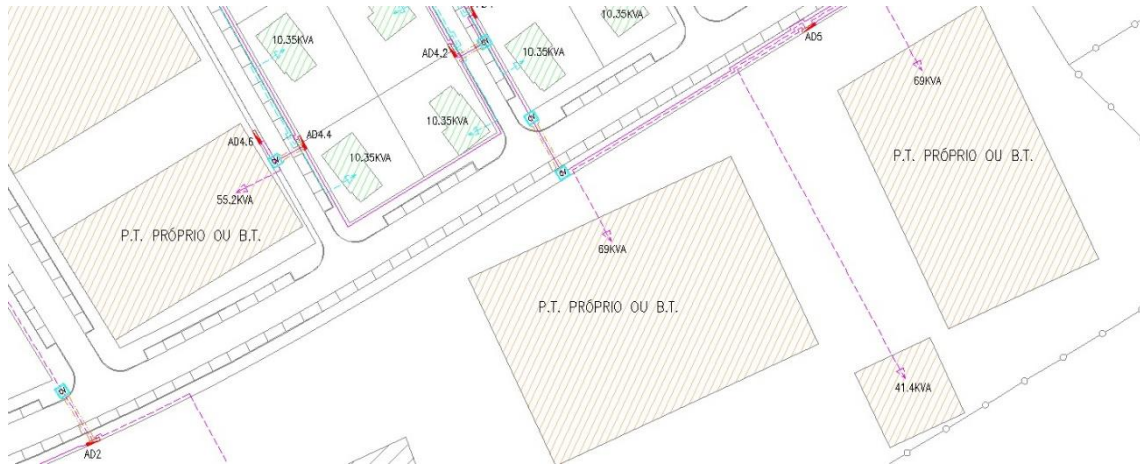


Figura 12 - Pormenor dos equipamentos alimentados pelo posto de transformação 1

#### 4.3.3.1. BALANÇO DE POTÊNCIA NO POSTO DE TRANSFORMAÇÃO 1

Habitações unifamiliares	112 x	10,35 =	1.159,20 kVA
<b>Total</b>	<b>112</b>		<b>1.159,20 kVA</b>
Coef. simult. (0.2+0.8:√ n° fracções)			<u>0,276</u>
			<b>319,476 kVA</b>
Indústria	2 x	69,00 =	138,00 kVA
Indústria	1 x	55,20 =	55,20 kVA
Indústria	1 x	41,40 =	41,40 kVA
<b>Coef. simult. (0.5+0.5:√ n° fracções)</b>	<b>4</b>		<b>234,600 kVA</b>
			<u>0,750</u>
			<b>175,950 kVA</b>
<b>Potência considerada no transformador</b>		<b>=</b>	<b>495,426 kVA</b>

### 4.3.3.2. POTÊNCIA NOS ARMÁRIOS DE DISTRIBUIÇÃO

PT 1 – AD 1

Habitações unifamiliares	24 x	10,35 =	248,40 kVA
Total			248,40 kVA
Coef. simult. (0.2+0.8:√ n° fracções)		=	0,363
			90,244 kVA
<b>Potência considerada no transformador</b>		=	<b>90,244 kVA</b>

AD 1 – AD 1.1

Habitações unifamiliares	5 x	10,35 =	51,75 kVA
Total			51,75 kVA
Coef. simult. (0.2+0.8:√ n° fracções)		=	0,558
			28,866 kVA
<b>Potência considerada no transformador</b>		=	<b>28,866 kVA</b>

AD 1 – AD 1.2

Habitações unifamiliares	16 x	10,35 =	165,60 kVA
Total			165,60 kVA
Coef. simult. (0.2+0.8:√ n° fracções)		=	0,400
			66,24 kVA
<b>Potência considerada no transformador</b>		=	<b>66,240 kVA</b>

AD 1.2 – AD 1.3

Habitações unifamiliares	5 x	10,35 =	51,75 kVA
Total			51,75 kVA
Coef. simult. (0.2+0.8:√ n° fracções)		=	0,558
			28,866 kVA
<b>Potência considerada no transformador</b>		=	<b>28,866 kVA</b>

AD 1.2 – AD 1.4

Habitações unifamiliares	8 x 10,35 =	82,80 kVA
Total		82,80 kVA
Coef. simult. (0.2+0.8:√ n° fracções)	=	0,483
		<u>39,976 kVA</u>
<b>Potência considerada no transformador</b>	=	<b>39,976 kVA</b>

AD 1.4 – AD 1.5

Habitações unifamiliares	4 x 10,35 =	41,40 kVA
Total		41,40 kVA
Coef. simult. (0.2+0.8:√ n° fracções)	=	0,600
		<u>24,84 kVA</u>
<b>Potência considerada no transformador</b>	=	<b>24,840 kVA</b>

PT 1 – AD 2

Habitações unifamiliares	32 x 10,35 =	331,20 kVA
Total		331,20 kVA
Coef. simult. (0.2+0.8:√ n° fracções)	=	0,341
		<u>113,072 kVA</u>
<b>Potência considerada no transformador</b>	=	<b>113,072 kVA</b>

AD 2 – AD 2.1

Habitações unifamiliares	5 x 10,35 =	51,75 kVA
Total		51,75 kVA
Coef. simult. (0.2+0.8:√ n° fracções)	=	0,558
		<u>28,866 kVA</u>
<b>Potência considerada no transformador</b>	=	<b>28,866 kVA</b>

AD 2 – AD 2.2

Habitações unifamiliares	24 x 10,35 =	248,40 kVA
Total		248,40 kVA
Coef. simult. (0.2+0.8:√ n° fracções)	=	0,363
		90,244 kVA
<b>Potência considerada no transformador</b>	=	<b>90,244 kVA</b>

AD 2.2 – AD 2.3

Habitações unifamiliares	5 x 10,35 =	51,75 kVA
Total		51,75 kVA
Coef. simult. (0.2+0.8:√ n° fracções)	=	0,558
		28,866 kVA
<b>Potência considerada no transformador</b>	=	<b>28,866 kVA</b>

AD 2.2 – AD 2.4

Habitações unifamiliares	16 x 10,35 =	165,60 kVA
Total		165,60 kVA
Coef. simult. (0.2+0.8:√ n° fracções)	=	0,400
		66,24 kVA
<b>Potência considerada no transformador</b>	=	<b>66,240 kVA</b>

AD 2.4 – AD 2.5

Habitações unifamiliares	5 x 10,35 =	51,75 kVA
Total		51,75 kVA
Coef. simult. (0.2+0.8:√ n° fracções)	=	0,558
		28,866 kVA
<b>Potência considerada no transformador</b>	=	<b>28,866 kVA</b>

AD 2.4 – AD 2.6

Habitações unifamiliares	8 x 10,35 =	82,80 kVA
Total		82,80 kVA
Coef. simult. (0.2+0.8:√ n° fracções)	=	0,483
		<u>39,976 kVA</u>
<b>Potência considerada no transformador</b>	=	<b>39,976 kVA</b>

AD 2.6 – AD 2.7

Habitações unifamiliares	5 x 10,35 =	51,75 kVA
Total		51,75 kVA
Coef. simult. (0.2+0.8:√ n° fracções)	=	0,558
		<u>28,866 kVA</u>
<b>Potência considerada no transformador</b>	=	<b>28,866 kVA</b>

PT 1 – AD 3

Habitações unifamiliares	32 x 10,35 =	331,20 kVA
Total		331,20 kVA
Coef. simult. (0.2+0.8:√ n° fracções)	=	0,341
		<u>113,072 kVA</u>
<b>Potência considerada no transformador</b>	=	<b>113,072 kVA</b>

AD 3 – AD 3.1

Habitações unifamiliares	5 x 10,35 =	51,75 KVA
Total		51,75 KVA
Coef. simult. (0.2+0.8:√ n° fracções)	=	0,558
		<u>28,866 KVA</u>
<b>Potência considerada no transformador</b>	=	<b>28,866 KVA</b>

AD 3 – AD 3.2

Habitações unifamiliares	24 x	10,35 =	248,40 kVA
Total			248,40 kVA
Coef. simult. (0.2+0.8:√ n° fracções)		=	0,363
			90,244 kVA
<b>Potência considerada no transformador</b>		=	<b>90,244 kVA</b>

AD 3.2 – AD 3.3

Habitações unifamiliares	5 x	10,35 =	51,75 kVA
Total			51,75 kVA
Coef. simult. (0.2+0.8:√ n° fracções)		=	0,558
			28,866 kVA
<b>Potência considerada no transformador</b>		=	<b>28,866 kVA</b>

AD 3.2 – AD 3.4

Habitações unifamiliares	16 x	10,35 =	165,60 kVA
Total			165,60 kVA
Coef. simult. (0.2+0.8:√ n° fracções)		=	0,400
			66,24 kVA
<b>Potência considerada no transformador</b>		=	<b>66,240 kVA</b>

AD 3.4 – AD 3.5

Habitações unifamiliares	5 x	10,35 =	51,75 kVA
Total			51,75 kVA
Coef. simult. (0.2+0.8:√ n° fracções)		=	0,558
			28,866 kVA
<b>Potência considerada no transformador</b>		=	<b>28,866 kVA</b>

AD 3.4 – AD 3.6

<u>Habitações unifamiliares</u>	8 x 10,35 =	82,80 kVA
Total		82,80 kVA
Coef. simult. (0.2+0.8:√ n° fracções)	=	0,483
		<u>39,976 kVA</u>
<b>Potência considerada no transformador</b>	=	<b>39,976 kVA</b>

AD 3.6 – AD 3.7

<u>Habitações unifamiliares</u>	5 x 10,35 =	51,75 kVA
Total		51,75 kVA
Coef. simult. (0.2+0.8:√ n° fracções)	=	0,558
		<u>28,866 kVA</u>
<b>Potência considerada no transformador</b>	=	<b>28,866 kVA</b>

PT 1 – AD 4

<u>Habitações unifamiliares</u>	24 x 10,35 =	248,40 kVA
Total		248,40 kVA
Coef. simult. (0.2+0.8:√ n° fracções)	=	0,363
		<u>90,244 kVA</u>
<u>Equipamento</u>	1 x 55,20 =	55,20 kVA
Coef. simult. (0.5+0.5:√ n° fracções)	1	55,200 kVA
		<u>1,000</u>
		55,200 kVA
<b>Potência considerada no transformador</b>	=	<b>145,444 kVA</b>

AD 4 – AD 4.1

<u>Habitações unifamiliares</u>	5 x 10,35 =	51,75 kVA
Total		51,75 kVA
Coef. simult. (0.2+0.8:√ n° fracções)	=	0,558
		<u>28,866 kVA</u>
<u>Equipamento</u>	1 x 55,20 =	55,20 kVA
Coef. simult. (0.5+0.5:√ n° fracções)	1	55,200 kVA
		<u>1,000</u>
		55,200 kVA
<b>Potência considerada no transformador</b>	=	<b>84,066 kVA</b>

AD 4 – AD 4.2

Habitações unifamiliares	16 x	10,35 =	165,60 kVA
Total			165,60 kVA
Coef. simult. (0.2+0.8:√ n° fracções)		=	0,400
			<u>66,24 kVA</u>
Equipamento	1 x	55,20 =	55,20 kVA
Coef. simult. (0.5+0.5:√ n° fracções)	1		55,200 kVA
			<u>1,000</u>
			55,200 kVA
<b>Potência considerada no transformador</b>		=	<b>121,440 kVA</b>

AD 4.2 – AD 4.3

Habitações unifamiliares	5 x	10,35 =	51,75 kVA
Total			51,75 kVA
Coef. simult. (0.2+0.8:√ n° fracções)		=	0,558
			<u>28,866 kVA</u>
<b>Potência considerada no transformador</b>		=	<b>28,866 kVA</b>

AD 4.2 – AD 4.4

Habitações unifamiliares	8 x	10,35 =	82,80 kVA
Total			82,80 kVA
Coef. simult. (0.2+0.8:√ n° fracções)		=	0,483
			<u>39,976 kVA</u>
Equipamento	1 x	55,20 =	55,20 kVA
Coef. simult. (0.5+0.5:√ n° fracções)	1		55,200 kVA
			<u>1,000</u>
			55,200 kVA
<b>Potência considerada no transformador</b>		=	<b>95,176 kVA</b>

#### AD 4.4 – AD 4.5

Habitações unifamiliares	5 x	10,35 =	51,75 kVA
<b>Total</b>			<b>51,75 kVA</b>
Coef. simult. (0.2+0.8:√ n° fracções)		=	0,558
			<b>28,866 kVA</b>
<b>Potência considerada no transformador</b>		=	<b>28,866 kVA</b>

#### AD 4.4 – AD 4.6

Equipamento	1 x	55,20 =	55,20 kVA
Coef. simult. (0.5+0.5:√ n° fracções)	1		55,200 kVA
			<u>1,000</u>
			<b>55,200 kVA</b>
<b>Potência considerada no transformador</b>		=	<b>55,200 kVA</b>

#### PT 1 – AD 5

Equipamento	1 x	69,00 =	69,00 kVA
Equipamento	1 x	69,00 =	69,00 kVA
Equipamento	1 x	41,40 =	41,40 kVA
Coef. simult. (0.5+0.5:√ n° fracções)	3		179,400 kVA
			<u>0,789</u>
			<b>141,493 kVA</b>
<b>Potência considerada no transformador</b>		=	<b>141,493 kVA</b>

### 4.3.3.3. QUADRO RESUMO DO POSTO DE TRANSFORMAÇÃO 1

Na Tabela 2 - Quadro resumo do posto de transformação 1 é apresentado o modo como se procedeu à conceção da rede de distribuição, nomeadamente quanto ao tipo de cabo utilizado, aos aparelhos de proteção, bem como à evidência das proteções contra sobrecargas e quedas de tensão.

Tabela 2 - Quadro resumo do posto de transformação 1

Circuitos	Cabos	Ib (A)	In (A)	Iz (A)	IF (A)	1,45 Iz (A)	Prot. L.c.c. L.Max.(m)	DU(V) 230/400V	QDT-T	Potência no Arm.	COMP. REAL
									≤8%		
PT - AD1	LXAV 4x 185	130,26	250	323	362,5	468,35	315	3,41		90,244	160
AD1 - AD1.1	LXAV 4x 95	41,66	160	225	232	326,25	270	1,67	5,09	28,866	126
AD1 - AD1.2	LXAV 4x 95	95,61	160	225	232	326,25	270	0,61		66,240	20
AD1.2 - AD1.3	LXAV 4x 95	41,66	100	225	145	326,25	440	1,62	5,65	28,866	122
AD1.2 - AD1.4	LXAV 4x 95	57,70	100	225	145	326,25	440	2,21		39,976	120
AD1.4 - AD1.5	LXAV 4x 95	35,85	63	225	91,35	326,25	815	1,44	7,67	24,84	126
PT - AD2	LXAV 4x 185	163,21	315	323	456,8	468,35	225	1,82		113,072	68
AD2 - AD2.1	LXAV 4x 95	41,66	200	225	290	326,25	195	1,67	3,49	28,866	126
AD2 - AD2.2	LXAV 4x 95	130,26	200	225	290	326,25	195	0,75		90,244	18
AD2.2 - AD2.3	LXAV 4x 95	41,66	125	225	181,3	326,25	395	1,70	4,27	28,866	128
AD2.2 - AD2.4	LXAV 4x 95	95,61	125	225	181,3	326,25	395	1,83		66,24	60
AD2.4 - AD2.5	LXAV 4x 95	40,94	80	225	116	326,25	565	1,31	5,70	28,366	100
AD2.4 - AD2.6	LXAV 4x 95	57,70	80	225	116	326,25	565	1,47		39,976	80
AD2.6 - AD2.7	LXAV 4x 95	41,66	50	225	72,5	326,25	1075	0,80	7,97	28,866	60
PT - AD3	LXAV 4x 185	163,21	315	323	456,8	468,35	225	1,98	1,98	113,072	74
AD3 - AD3.1	LXAV 4x 95	41,66	200	225	290	326,25	195	1,70	3,68	28,866	128
AD3 - AD3.2	LXAV 4x 95	130,26	200	225	290	326,25	195	0,75	2,73	90,244	18
AD3.2 - AD3.3	LXAV 4x 95	41,66	125	225	181,3	326,25	395	1,67	4,40	28,866	126
AD3.2 - AD3.4	LXAV 4x 95	95,61	125	225	181,3	326,25	395	3,17	5,90	66,24	104
AD3.4 - AD3.5	LXAV 4x 95	41,66	80	225	116	326,25	565	1,67	7,57	28,866	126
AD3.4 - AD3.6	LXAV 4x 95	57,54	80	225	116	326,25	565	0,33	6,23	39,866	18
AD3.6 - AD3.7	LXAV 4x 95	41,66	50	225	72,5	326,25	1075	1,67	7,90	28,866	126
PT - AD4	LXAV 4x 185	209,93	315	323	456,8	468,35	225	6,05	6,05	145,444	176
AD4 - AD4.1	LXAV 4x 185	121,34	200	323	290	468,35	385	1,59	7,64	84,066	80
AD4 - AD4.2	LXAV 4x 185	175,28	200	232	290	336,4	385	0,63	6,68	121,440	22
AD4.2 - AD4.3	LXAV 4x 185	41,66	125	323	181,3	468,35	765	0,75	7,43	28,866	110
AD4.2 - AD4.4	LXAV 4x 185	137,37	160	323	232	468,35	530	0,79	7,47	95,176	35
AD4.4 - AD4.5	LXAV 4x 185	41,66	100	323	145	468,35	850	0,25	7,72	28,866	37
AD4.4 - AD4.6	LXAV 4x 185	79,67	100	323	145	468,35	850	0,26	7,98	55,2	20
PT - AD5	LXAV 4x 185	204,23	315	323	456,8	468,35	225	2,01	2,01	141,493	60

#### 4.3.3.4. CONDIÇÕES DE PROTEÇÃO CONTRA SOBRECARGAS E QUEDA DE TENSÃO

Conforme se pode constatar do quadro resumo do PT 1, estão verificadas as condições de proteção contra sobrecargas (3) e (4). Relativamente à queda de tensão, pode constatar-se que não é excedido o limite considerado de 8% (zona rural). De notar que este estudo termina nos armários de distribuição, visto não existirem ainda dados disponíveis quando à localização exata das entradas dos lotes e respetivas portinholas/quadros de coluna. Por consequência, os ramais que irão implementar a ligação entre os armários de distribuição e as entradas dos lotes deverão ser executados de tal forma que a queda de tensão nesse ramal, somada à queda de tensão já calculada, seja inferior a 8%.

### 4.3.3.5. CONDIÇÕES DE PROTEÇÃO DAS CANALIZAÇÕES CONTRA CURTO-CIRCUITO EM TODA A EXTENSÃO

Como forma de sistematizar todos os cálculos efetuados, é apresentada a Tabela 3 onde se evidencia a concretização de todas as condições que levam à conclusão de que os aparelhos de proteção foram selecionados de forma coerente com o legalmente disposto.

Tabela 3 - Condições de proteção contra curto-circuito

Troço	I <sub>cc</sub> Calc. (A)	t atuação do AP (t <sub>p</sub> ) (s)	t AP (t <sub>p</sub> ) < 5 s	t fadiga térmica do cabo (t <sub>n</sub> ) (s)	t <sub>p</sub> < t <sub>n</sub>	L real da canalização	L máximo protegido calculado	L real < Lmax
PT-AD1	3007	0,09	✓	20,71	✓	160	283	✓
AD1-AD1.1	1187	0,6	✓	35,06	✓	126	308	✓
AD1-AD1.2	2418	0,1	✓	8,44	✓	20	308	✓
AD1.2-D1.3	1102	0,6	✓	40,66	✓	122	411	✓
AD1.2-D1.4	1112	0,6	✓	39,94	✓	120	411	✓
AD1.4-D1.5	709	2,0	✓	98,10	✓	126	790	✓
PT-AD2	7076	0,005	✓	3,74	✓	68	253	✓
AD2-AD2.1	1535	0,5	✓	20,95	✓	126	176	✓
AD2-AD2.2	4669	0,01	✓	2,26	✓	18	176	✓
AD2.2-AD2.3	1365	0,4	✓	26,45	✓	128	352	✓
AD2.2-AD2.4	2188	0,2	✓	10,31	✓	60	352	✓
AD2.4-AD2.5	1160	0,6	✓	36,699	✓	100	494	✓
AD2.4-AD2.6	1280	0,6	✓	30,12	✓	80	494	✓
AD2.6-AD2.7	977	1,5	✓	51,77	✓	60	950	✓
PT-AD3	8020	0,005	✓	2,91	✓	74	253	✓
AD3-AD3.1	2357	0,1	✓	8,89	✓	128	176	✓
AD3-AD3.2	5062	0,006	✓	1,92	✓	18	176	✓
AD3.2-AD3.3	1413	0,5	✓	24,73	✓	126	352	✓
AD3.2-AD3.4	2331	0,1	✓	9,09	✓	104	352	✓
AD3.4-AD3.5	1065	0,6	✓	45,55	✓	126	494	✓
AD3.4-AD3.6	1993	0,2	✓	12,44	✓	18	494	✓
AD3.6-AD3.7	988	1,5	✓	50,57	✓	126	950	✓
PT-AD4	2734	0,09	✓	25,06	✓	176	253	✓
AD4-AD4.1	1879	0,2	✓	53,03	✓	80	343	✓
AD4-AD4.2	2430	0,1	✓	31,72	✓	22	343	✓
AD4.2-AD4.3	1562	0,5	✓	76,77	✓	110	687	✓
AD4.2-AD4.4	2065	0,1	✓	43,93	✓	35	601	✓
AD4.4-AD4.5	1782	0,2	✓	58,99	✓	37	802	✓
AD4.4-AD4.6	1902	0,2	✓	51,80	✓	20	802	✓
PT-AD5	8020	0,005	✓	2,91	✓	60	253	✓

Uma vez calculadas as proteções e dimensionados os cabos, foram desenhados os esquemas de princípio de cada armário, conforme se exemplifica com a Figura 13. Estes esquemas foram elaborados para todos os armários dos nove postos de transformação.

## ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO – TIPO W

AD1

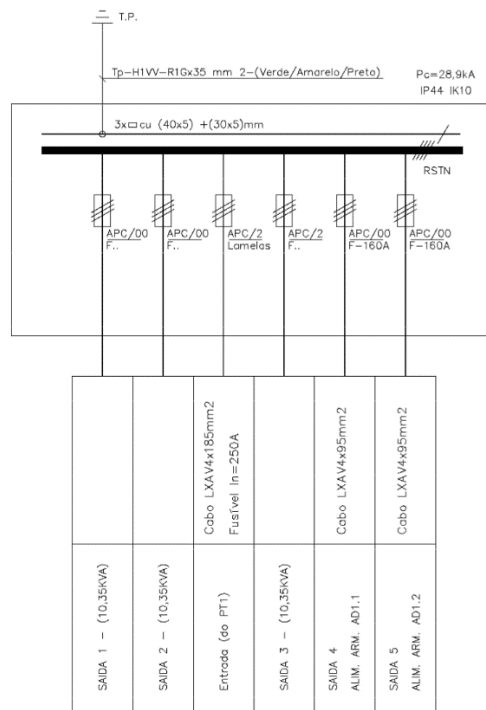


Figura 13 - Esquema de princípio do armário AD 1 do posto de transformação 1

### 4.4. CASO DE ESTUDO 3- REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Com o presente estudo pretende-se, após análise do empreendimento, encontrar uma solução de iluminação onde será garantida a qualidade da luz, o conforto visual e a eficiência energética, premissa que justifica a necessidade de utilizar equipamentos recentes e tecnologicamente avançados, em prole da máxima eficiência.

Em função dos requisitos legais a observar e dos princípios que levam ao enquadramento do tipo de via, explicitados no capítulo 2.3, é possível distinguir dois tipos de vias nesta reserva fundiária.

Via distribuidora principal: nesta classificação foi incluída a estrada com separador central de cerca de 1,6 m, que atravessa toda a reserva fundiária, intermediada por uma rotunda, e com largura de faixa de 3,75 m, apresentando duas em cada sentido, e cerca de 3,1 km de extensão, conforme Figura 14.



*Figura 14 - Via distribuidora principal, com reserva central*

Via distribuidora local: nesta classificação foram incluídas as restantes vias desta urbanização, que não têm separador central e que permitem acesso às zonas residenciais, com 1 faixa de 3,5 m de largura por sentido de circulação, conforme Figura 15.



*Figura 15 - Pormenor da via distribuidora local*

#### **4.4.1. REQUISITOS DE ILUMINAÇÃO EM FUNÇÃO DA CARATERIZAÇÃO ME**

Assimiladas as características das vias em estudo, é possível a caraterização das mesmas no que concerne aos requisitos de iluminação segundo a tabela de classes ME (19), aceite e aplicada na norma EN13201 e CIE 115:2010. A determinação da classe ME é calculada mediante vários fatores, com pesos diferentes ente si, conforme se infere e reproduz na Tabela 4 e na Tabela 5, respeitantes às vias distribuidores principais e locais, ou seja, os dois tipos de vias caraterizadas nesta reserva fundiária.

Tabela 4 - Cálculo da classe ME da via distribuidora principal

Parâmetro	Opções	Peso na ponderação	Análise
Velocidade	Alto	1	1
	Baixo	0	
Volume de tráfego	Muito alto	1	1
	Alto	0,5	
	Moderado	0	
	Baixo	-0,5	
	Muito baixo	-1	
Composição do tráfego	Misturado, com alta % de peões	1	0
	Misturado	0,5	
	Apenas motorizado	0	
Separação de faixas	Não	1	0
	Sim	0	
Densidade de cruzamentos	Alto	1	0
	Moderado	0	
Veículos estacionados	Sim	1	1
	Não	0	
Iluminação ambiente	Muito alto	1	0
	Alto	0,5	
	Moderado	0	
	Baixo	-0,5	
	Muito baixo	-1	
Alcance visual	Baixo	0,5	0
	Alto	0	
	Muito Alto	-0,5	
Nº da Classe=6-ANÁLISE			3

Tabela 5 - Cálculo da classe ME da via distribuidora local

Parâmetro	Opções	Peso na ponderação	Análise
Velocidade	Alto	1	0
	Baixo	0	
Volume de tráfego	Muito alto	1	-0,5
	Alto	0,5	
	Moderado	0	
	Baixo	-0,5	
Composição do tráfego	Muito baixo	-1	0,5
	Misturado, com alta % de peões	1	
	Misturado	0,5	
Separação de faixas	Apenas motorizado	0	1
	Não	1	
Densidade de cruzamentos	Sim	0	0
	Alto	1	
Veículos estacionados	Moderado	0	1
	Sim	1	
Iluminação ambiente	Não	0	0,5
	Muito alto	1	
	Alto	0,5	
	Moderado	0	
	Baixo	-0,5	
Alcance visual	Muito baixo	-1	-0,5
	Baixo	0,5	
	Alto	0	
Muito Alto			-0,5
Nº da Classe=6-ANÁLISE			4

Levada a cabo esta análise, foi possível perceber a classe a que cada uma das vias pertence. No seguimento desta ponderação, a Tabela 6 explana os valores de luminância, uniformidade global e longitudinal, bem como parâmetros de deslumbramento perturbador e iluminação envolvente. Para a iluminação pública funcional, os níveis médios calculados não deverão ultrapassar 120% nem serem inferiores a 95% dos níveis de referência da Tabela 6 [15].

Tabela 6 - Requisitos luminotécnicos em função de classe ME

Classe da via	Luminância da superfície da via			Deslumbramento perturbador	Iluminação envolvente
	Luminância méd. Lmed (cd/m <sup>2</sup> )	Unif. Global U0	Unif. Longit. U1	Aumento limitar TI (%)	Relação entorno SR
ME1	2	0,4	0	1	0,50
ME2	1	0,4	0	1	0,50
ME3	1	0,4	0	1	0,50
ME4	0	0,4	0	1	0,50
ME5	0	0,4	0	1	0,50
ME6	0	0,4	0	1	0,50

Estão destacados os requisitos os requisitos a cumprir no que diz respeito às vias distribuidores principais e locais, classe ME3 e ME4, respetivamente.

#### 4.4.2. APLICAÇÃO DOS REQUISITOS LUMINOTÉCNICOS

Por parte do dono de obra surgiu, logo de início, renitência relativamente a uma solução envolvendo tecnologia LED, maioritariamente por questões de preço da aplicação inicial. Essa tecnologia é, todavia, a solução cuja análise tem primazia dado a sua eficiência energética e baixo custo de manutenção. Foi, não obstante, preconizada uma solução com luminárias com tecnologia led.

Utilizando o programa de cálculo *Relux*, foram aplicadas luminárias do mesmo tipo nas duas tipologias de vias. Esta luminária é da marca *Siteco/Osram*, com a designação *Streelight 10 Midi LED*, que se exhibe na figura nº16.



Figura 16 - Luminária Streetlight 10 Midi LED

Nas vias distribuidores locais foi atribuída à luminária a designação C1, com as seguintes características:

C1 - Candeeiro simples,  $h_u=10$  m, com 1 luminária *Streetlight Midi 10 LED/74W*, em coluna troncocónica,  $h_u=10$  m, sem braço, com inclinação de  $0^\circ$ , fixação por flange ou por enterramento, interdistância de 30 m.

Nas vias distribuidores principais foi atribuída à luminária a designação C2, com as seguintes características:

C2 - Candeeiro duplo,  $h_u=10$  m, com 2 luminárias *Streetlight Midi 10 LED/74W*, em coluna troncocónica,  $h_u=10$  m, sem braço, com inclinação de  $0^\circ$ , fixação por flange ou por enterramento, interdistância de 35 m.

No caso das vias distribuidoras principais, estão colocadas na reserva central da via, conforme Figura 17, com interdistância de 35m.

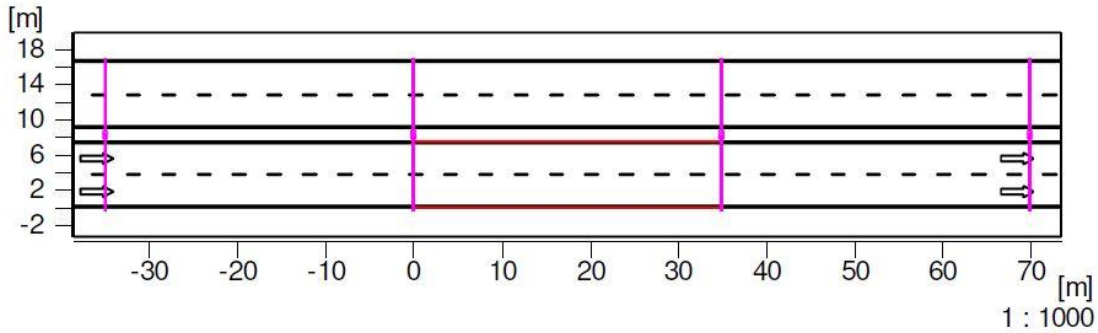


Figura 17 - Localização relativa das luminárias – via distribuidora principal

Os resultados do *software* mostram o cumprimento dos parâmetros estabelecidos na classe ME3, conforme Tabela 7.

Tabela 7 - Comparação de resultados obtidos com valores tabelados

Classe	Lmed (cd/m <sup>2</sup> )	U0	U1	TI (%)	SR
ME3	>0,75	>0,40	>0,70	<15	>0,50
Obtido	1,20*	0,60	0,73	7	0,66

\* o nível de luminância média de 1,20 cd/m<sup>2</sup> foi medido na localização mais desfavorável, pertencente ao veículo que circula na faixa mais afastada do separador central e, logo, da luminária.

Na Figura 18 são demonstrados os valores de luminância ao longo da malha.

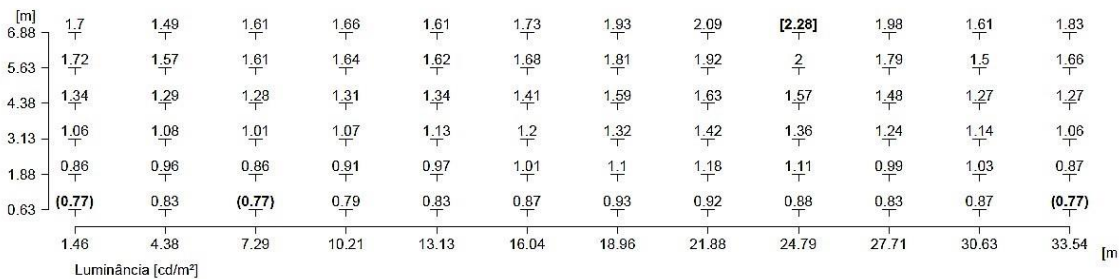


Figura 18 - Níveis de luminância atingidos na via distribuidora principal

A Figura 19 apresenta, de forma esquemática, a localização das luminárias, bem como as distâncias relativas ao enquadramento desta via de acesso principal.

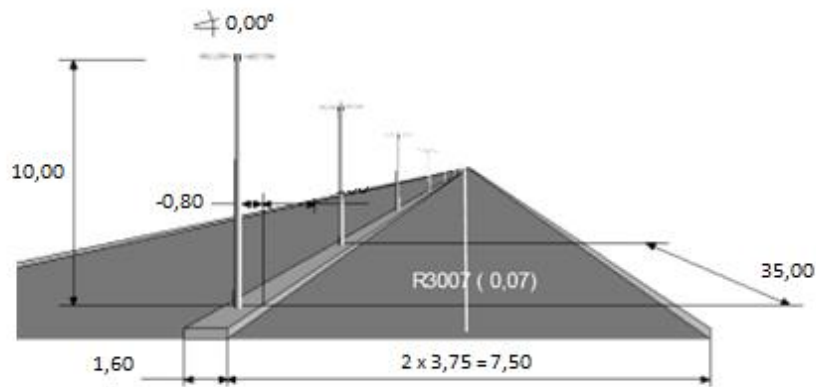


Figura 19 - Via distribuidora principal

No caso das vias distribuidoras de acesso, estão colocadas lateralmente conforme Figura 20, com espaçamento de 30 m.

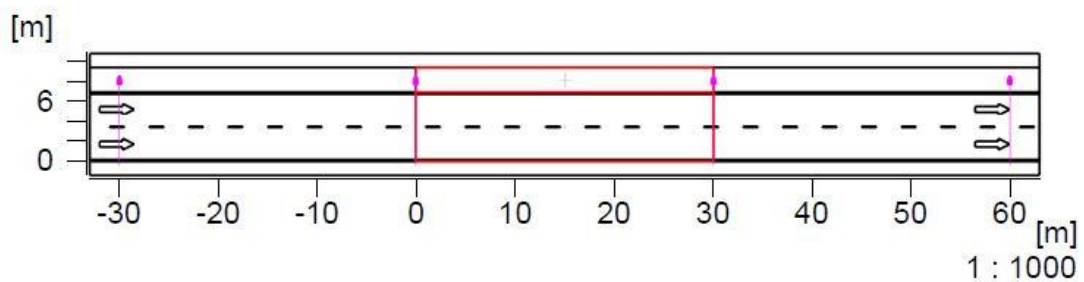


Figura 20 - Localização relativa das luminárias - via distribuidora de acesso

Os resultados do *software* mostram o cumprimento dos parâmetros estabelecidos na classe ME4, conforme Tabela 8.

Tabela 8 - Comparação de resultados obtidos com valores tabelados

Classe	Lmed (cd/m <sup>2</sup> )	U0	U1	TI(%)	SR
ME4	>1,00	>0,40	>0,60	<15	>0,50
Obtido	1,1	0,66	0,79	6	0,76

Na Figura 21 são demonstrados os valores de luminância ao longo da malha.

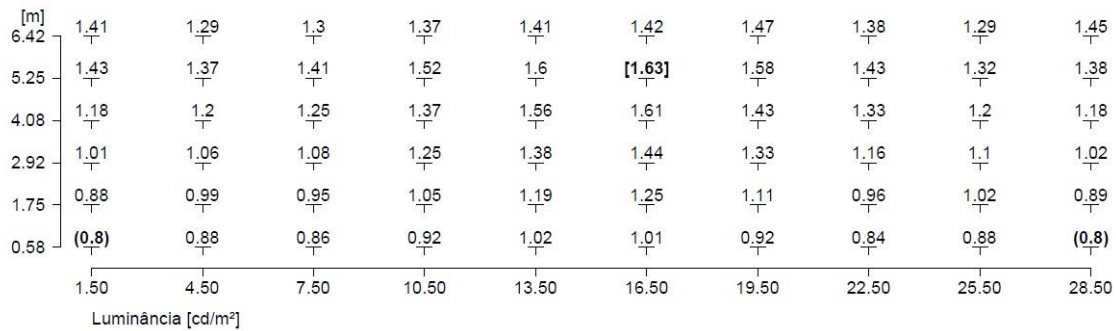


Figura 21 - Níveis de luminância atingidos na via distribuidora de acesso

A Figura 22 apresenta, de forma esquemática, a localização das luminárias, bem como as distâncias relativas ao enquadramento desta via distribuidora de acesso.

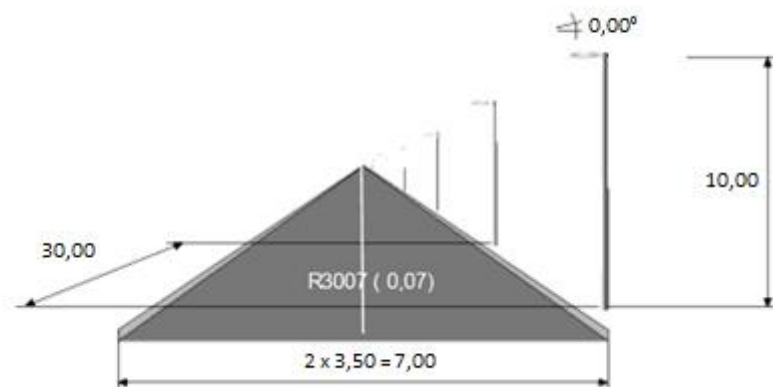


Figura 22 - Via distribuidora de acesso

#### 4.4.3 INSTALAÇÃO DA REDE DE IP

Sempre que possível deverá fazer-se coincidir o traçado da rede de iluminação pública, com o traçado da rede de distribuição em baixa tensão.

A localização dos pontos de luz poderá ter de ser sujeita a pequenos ajustes, pelo que deverá ser conciliada com a fiscalização e a arquitetura, por forma a garantir a fiabilidade da solução técnica adotada no projeto e as questões de arquitetura.

As colunas serão troncocônicas, com  $h_u=10$  m da Siteco ou similar, dimensionado para fixação de duas luminárias no topo. A fixação ao solo será por enterramento e deverá ser fabricada em aço S275JR (EN10025), galvanizado a quente, interior e exteriormente de acordo com a norma EN1461 e acabamento no RAL equivalente às luminárias. Será dotada de portinhola a 500 mm do solo.

Em todas as colunas deverá ser feita a ligação do neutro à terra.

A rede de IP será executada em cabo tipo LXAV 4x16 mm<sup>2</sup>, estabelecido subterraneamente, entubados nas travessias de arruamentos, nas mesmas condições das indicadas para a rede de baixa tensão. Todos os circuitos terão origem nos postos de transformação.

As aberturas de acesso (portinholas) obedecerão ao estipulado no n.º2 do art.º 67 do Dec. Regulamentar 90/84 de 26/12/84, onde se farão as derivações dos cabos, com terminais de ligação, conjuntamente com as bases fusíveis para proteção das armaduras e respectivas canalizações, (fusível com a classe gG).

Possuirão um espaço suficiente, de forma a alojar, um quadro devidamente dimensionado, que assegurará a proteção das armaduras, e a proteção contra curtos-circuitos das canalizações (onde for caso disso), conforme se assinala nas peças desenhadas.

Os condutores de ligação às armaduras serão do tipo H05 VV-F3G2,5 mm<sup>2</sup> (FVV2x2,5+T2,5 mm<sup>2</sup>).

Todas as colunas de IP serão ligadas à terra, através de eletrodo próprio, conforme se especifica nas peças desenhadas e as derivações à terra deverão ser efetuadas através de terminais de aperto independente.

Em todos os circuitos, nomeadamente circuitos de terra a continuidade deverá ser garantida, em todas as ligações, por aperto mecânico.

#### 4.4.4 CÁLCULOS DA QUEDA DE TENSÃO NA REDE DE I.P.

Na Tabela 9 são elencados os valores e constantes necessárias ao cálculo do valor da queda de tensão nos circuitos de iluminação pública.

Tabela 9 - Dados e legenda para cálculo de queda de tensão na rede de IP

Tensão simples (V)	230
Tensão composta (V)	400
QDT (máx. em %)	3%
QDT (máx. em V)	6,9
FP	1
Interdistância (m)	30
Folga (m)	3
Pot. Luminária (W)	72
Perdas (W)	1,6
N.º luminárias por apoio	1
Pot. Total por apoio (W)	73,6
Seção do cabo (mm <sup>2</sup> )	16
Casas decimais	2
Linha	LN
Número de apoios	Nº
Origem	O
Interdistância	L
Comprimento acumulado	Lac
Potência	P
Queda de tensão(V)	QDT(V)
Soma de queda de tensão(V)	QDT(V)
Queda de tensão(%)	QDT(%)
Soma de queda de tensão(%)	QDT(%)

Na Tabela 10 são demonstrados os cálculos para os circuitos de iluminação do posto de transformação 1, a título de exemplo dos cálculos efetuados para os outros postos de transformação. Conforme se constata, a queda de tensão não atinge o limite legal de 3%, ficando bastante aquém.

Tabela 10 - Cálculo de queda de tensão na rede de I.P.

PT1	Circuito trifásico											
L	Nº	O	D	L (m)	Lac (m)	P (W)	P (VA)	Ib (A)	QDT (V)	S. QDT (V)	QDT (%)	S.QDT (%)
L1	14	PT	14	33	33	1030,40	1030,40	1,49	0,10	0,10	0,04	0,04
L2	13	14	13	33	66	956,80	956,80	1,38	0,09	0,20	0,04	0,09
L3	12	13	12	33	99	883,20	883,20	1,27	0,09	0,28	0,04	0,12
L1	11	12	11	33	132	809,60	809,60	1,17	0,08	0,36	0,03	0,16
L2	10	11	10	33	165	736,00	736,00	1,06	0,07	0,43	0,03	0,19
L3	9	10	9	33	198	662,40	662,40	0,96	0,06	0,50	0,03	0,22
L1	8	9	8	33	231	588,80	588,80	0,85	0,06	0,55	0,02	0,24
L2	7	8	7	33	264	515,20	515,20	0,74	0,05	0,60	0,02	0,26
L3	6	7	6	33	297	441,60	441,60	0,64	0,04	0,64	0,02	0,28
L1	5	6	5	33	330	368,00	368,00	0,53	0,04	0,68	0,02	0,29
L2	4	5	4	33	363	294,40	368,00	0,53	0,03	0,71	0,01	0,31
L3	3	4	3	33	396	220,80	294,40	0,42	0,02	0,73	0,01	0,32
L1	2	3	2	33	429	147,20	220,80	0,32	0,01	0,74	0,00	0,32
L2	1	2	1	33	462	73,60	73,60	0,11	0,00	0,74	0,00	0,32

No presente capítulo estão evidenciadas as opções tomadas no dimensionamento das redes de MT, BT e IP, pelo que se conclui a análise e conceção das referidas redes. No capítulo seguinte serão abordadas as conclusões que emergem desta dissertação.



## 5. CONCLUSÕES

A temática relativa à regulamentação que rege toda a área de eletricidade encontra-se dispersa por vários acervos e diversas adendas e atualizações, apresentando temas comuns entre si e entrando, por vezes, em contradições que requerem uma análise detalhada e, assim, demorada e atenta.

No que à rede de MT diz respeito, concluiu-se que levar a cabo a sua ligação em anel e não de forma radial contribui para uma maior continuidade de serviço, favorecendo também maior versatilidade de alimentação quer em caso de falhas, quer no caso de ampliação da própria rede, não obstante a exploração deste tipo de rede ser sempre de forma radial. Relativamente à integração da rede nova na existente, os dados fornecidos pelo distribuidor apontam no sentido da subestação mais próxima ter condições de alimentação de novo troço ainda que exista o cuidado de se aferir, aquando da instalação no terreno, dessa efetiva capacidade.

No dimensionamento e atribuição de potências que afeta as redes de MT e BT, foram levados em conta fatores como o clima da região que se entende obrigará à alimentação de aparelhos de climatização em número significativo, mas também as áreas úteis de cada lote, a circunstância de dispor de espaço exterior ou não, e a sua finalidade.

O posicionamento dos postos de transformação foi bastante demorado. O modo como estavam a ser equacionados mudou quando se percebeu que de nada valeria contabilizar potências e distribuí-las uniformemente (ainda que ponderadas com o respetivo coeficiente de simultaneidade), visto que as distâncias entre o posto de transformação e os últimos

armários desse troço eram significativas, por vezes na ordem dos 300 m a 400 m, onerando assim as quedas de tensão para além do que é permitido no RSRDRDBT. A alteração com vista a enquadrar as quedas de tensão dentro dos limites permitidos mas também os comprimentos protegidos contra curto-circuito revelou-se importante ao nível da compreensão das relações entre potência disponibilizada, distância e número de lotes por armário (potência por armário). Toda esta parte exigiu muitas horas de desenho em Autocad® atendendo não só ao rigor exigido e uniformização de critérios, mas também devido à necessidade de serem apresentadas medições, o que levou à criação de um *layer* para cada item utilizado, seja ele uma luminária ou determinado tipo de cabo, tornando assim possível fazer uma medição fiável e relativamente rápida.

No que à IP diz respeito, foram consultados maioritariamente as recomendações da *Commission Internationale de L'Eclairage* e da norma europeia EN13201, principalmente no que respeito aos patamares de luminância e uniformidade a alcançar, atendendo ao tipo de vias a iluminar. Relativamente à caracterização das vias, conclui-se que existem vários parâmetros que influenciam na atribuição de uma determinada categoria e, nessa medida, alterando os requisitos luminotécnicos. Contando com o auxílio de um *software* adequado, esta parte do projeto revelou-se muito interessante e permitiu interiorizar uma série de conceitos afetos à iluminação já estudados, porém ainda não colocados em prática em cenários reais.

Todo este trabalho foi repleto de períodos de pesquisa, por vezes difusa e equívoca, mas sem dúvida contribuiu para o crescimento de conhecimento e inter-relacionamento de conceitos.

Uma palavra à empresa em que este trabalho se realizou: a Feris demonstrou, através dos seus colaboradores, abertura para as constantes questões do estagiário, ainda que colidindo muitas vezes com os seus afazeres e prazos exigentes do quotidiano. Para além da resolução de dúvidas, vigorou sempre a convicção de que o conhecimento mais estruturado e duradouro provém essencialmente da pesquisa e da autodeteção de erros, sendo muitas vezes esse o caminho apontado.

Em suma, a elaboração deste estudo permitiu-me progredir em termos de conhecimento de forma inequívoca, tornando possível que muitas matérias lecionadas ao longo do mestrado viessem a ser melhor apreendidas, uma vez colocado perante um cenário real. Parecem-me, portanto, inequívocas as mais-valias inerentes à frequência e conclusão deste ciclo de

estudos no que toca às minhas competências, bem como à capacidade adquirida de pesquisar e rapidamente processar nova informação.

## **5.1. CONTRIBUTOS DESTA DISSERTAÇÃO**

O trabalho executado no âmbito deste estágio de mestrado pretende ser, junto da instituição onde se desenrolou, um exemplo de boas práticas na execução de projetos de infraestruturas de empreendimentos de dimensão relevante.

Relativamente à definição de prioridades no início de um projeto desta dimensão, ficou evidente que é francamente compensatório estimular a discussão do projeto na sua globalidade antes de se passar à execução do mesmo, pois foi claro o ganho de tempo a jusante, ainda que na parte inicial resultasse a sensação de alguma demora no arranque do mesmo.

A execução deste trabalho e a constante colocação de dúvidas pela parte do estagiário contribuiu para que, num ou noutro ponto, fosse feita atualização de parâmetros e regras por parte do gabinete de projetos.

Contribuiu também este trabalho para a sistematização de conhecimentos adquiridos ao longo do Mestrado Engenharia Eletrotécnica - Sistemas Elétricos de Energia. Várias unidades curriculares foram fulcrais para o aprofundamento de inúmeras temáticas, não só relativamente ao dimensionamento da infraestruturas, como também à razão de ser de vários dos cálculos efetuados, que se refletem nas opções tomadas no projeto. Concomitantemente, esta dissertação e o estudo inerente vêm colmatar algum défice de aprofundamento a este tipo de projetos durante a licenciatura. Por ser distribuída pela área de eletrotecnia e de computadores, a licenciatura facultou bases que foram aprofundadas ao longo deste mestrado, constituindo a elaboração de um projeto desta dimensão um verdadeiro desafio para o mestrando, bem como um solidificar de conhecimentos até então apenas aflorados.

No âmbito desta dissertação foi efetuada uma pesquisa no que respeita à realidade cultural da zona geográfica onde o empreendimento se irá implementar, bem como reunida a legislação vigente para realização dos casos de estudo, ainda que se ressalve que foram observados, em grande maioria, os critérios utilizados em Portugal. Foram também desenvolvidas as soluções técnicas para conceção do projeto com base na pesquisa pelas soluções normalizadas e eficientes existentes no mercado.

Deste modo, pretende esta dissertação dar um contributo singelo no âmbito da conceção de projetos de infraestruturas de eletricidade, espelhando aquela que foi a visão do mestrando acerca do empreendimento em assunto.

## **5.2. TRABALHO FUTURO**

O trabalho futuro que se vislumbra terá que ver com o acompanhamento da execução do projeto em obra, que compreenderá a análise de boletins de aprovação de materiais e saneamento de eventuais dúvidas que venham a surgir quanto ao projeto. Admite-se também que este projeto venha a servir de base a outros que, previsivelmente, irão surgir nesta zona do globo no âmbito das infraestruturas de eletricidade.

## *Referências documentais*

- [1] “Welcome to Uíge,” 2017. [Online]. Available: [http://www.welcometoangola.co.ao/?it=province\\_more&co=267&tp=25](http://www.welcometoangola.co.ao/?it=province_more&co=267&tp=25). [Acedido em 17 Janeiro 2017].
- [2] “Infopedia,” 2017. [Online]. Available: [http://www.infopedia.pt/\\$exploracao-e-colonizacao-de-angola](http://www.infopedia.pt/$exploracao-e-colonizacao-de-angola). [Acedido em 27 Janeiro 2017].
- [3] A. Afonso, Guerra Colonial, Notícias Editorial, 2000, 2000.
- [4] “Jornal Expresso,” 2015. [Online]. Available: <http://expresso.sapo.pt/economia/quantos-portugueses-e-empresas-trabalham-em-angola=f835733>. [Acedido em 16 Dezembro 2016].
- [5] “Jornal de Angola,” 2016. [Online]. Available: [http://jornaldeangola.sapo.ao/economia/balanca\\_comercial\\_tem\\_saldo\\_positivo\\_1?mobile](http://jornaldeangola.sapo.ao/economia/balanca_comercial_tem_saldo_positivo_1?mobile). [Acedido em 20 Dezembro 2016].
- [6] “Guichet Único da Empresa,” 2016. [Online]. Available: <http://gue.minjus-ao.com/>. [Acedido em 7 Fevereiro 2017].
- [7] “AICEP Portugal Global,” 2016. [Online]. Available: <http://www.portugalglobal.pt/PT/Biblioteca/LivrariaDigital/AngolaFichaMercado.pdf>. [Acedido em 31 Janeiro 2017].
- [8] DNT - Direção de Normalização e Tecnologia - EDP Distribuição, DMA-C62-801/N - Materiais para derivações e entradas BT, 2007.
- [9] “Feris - Projectos Elétricos Lda,” 2013. [Online]. Available: [www.feris.pt](http://www.feris.pt).
- [10] DGE, Regulamento de Segurança de Linhas Elétricas de Alta Tensão, Lisboa: Direção Geral de Energia, 1993.
- [11] Ministério da Economia, Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e de Seccionamento, 2001.
- [12] DGE, Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Elétrica em Baixa Tensão, 1984.
- [13] Commission Internationale de l’Eclairage, CIE 115:2010 Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic, CIE, 2010.
- [14] “Norma Europeia de Iluminação Pública,” 2005. [Online]. Available: <Http://www.sigarra.up.pt> > Início > Cursos > Unidades Curriculares.. [Acedido em 13 Dezembro 2016].
- [15] Centro Português de Iluminação, CPI, “Documento de Referência para a Eficiência Energética na Iluminação Pública,” 2012.

- [16] A. J. d. M. Seco, Princípios Básicos de Organização de Redes Viárias, Coimbra: CCDRN, 2008.
- [17] EDP Distribuição - Energia S.A., DIT-C14-100/N, 2007.
- [18] Certiel, Guia Técnico de Instalações eléctricas estabelecidas em condomínios fechados, 2009.
- [19] EDP Distribuição - Energia S.A., DIT-C11-010/N, 2010.
- [20] DGEG, RTIEBT - Regras Técnicas das Instalações ELébricas de Baixa Tensão, Certiel, 2007.

# ANEXOS



# ANEXO I – ARMÁRIOS DE DISTRIBUIÇÃO DO PT1

Este anexo exibe o esquema unifilar de todos os armários de distribuição deste posto de transformação.

## ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO – TIPO W

AD1

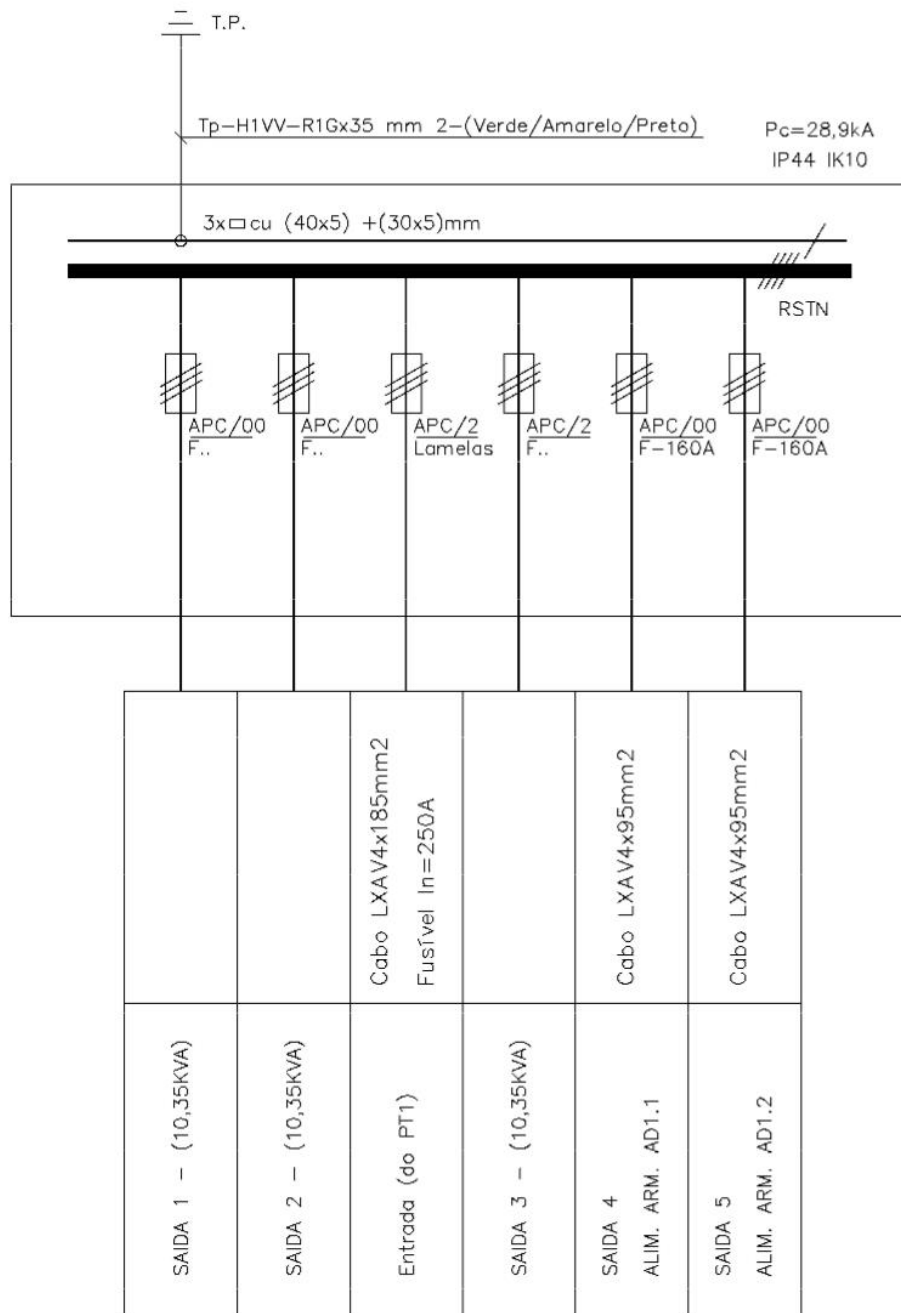


Figura 23 - Armário de distribuição 1

# ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO – TIPO W

## AD1.1

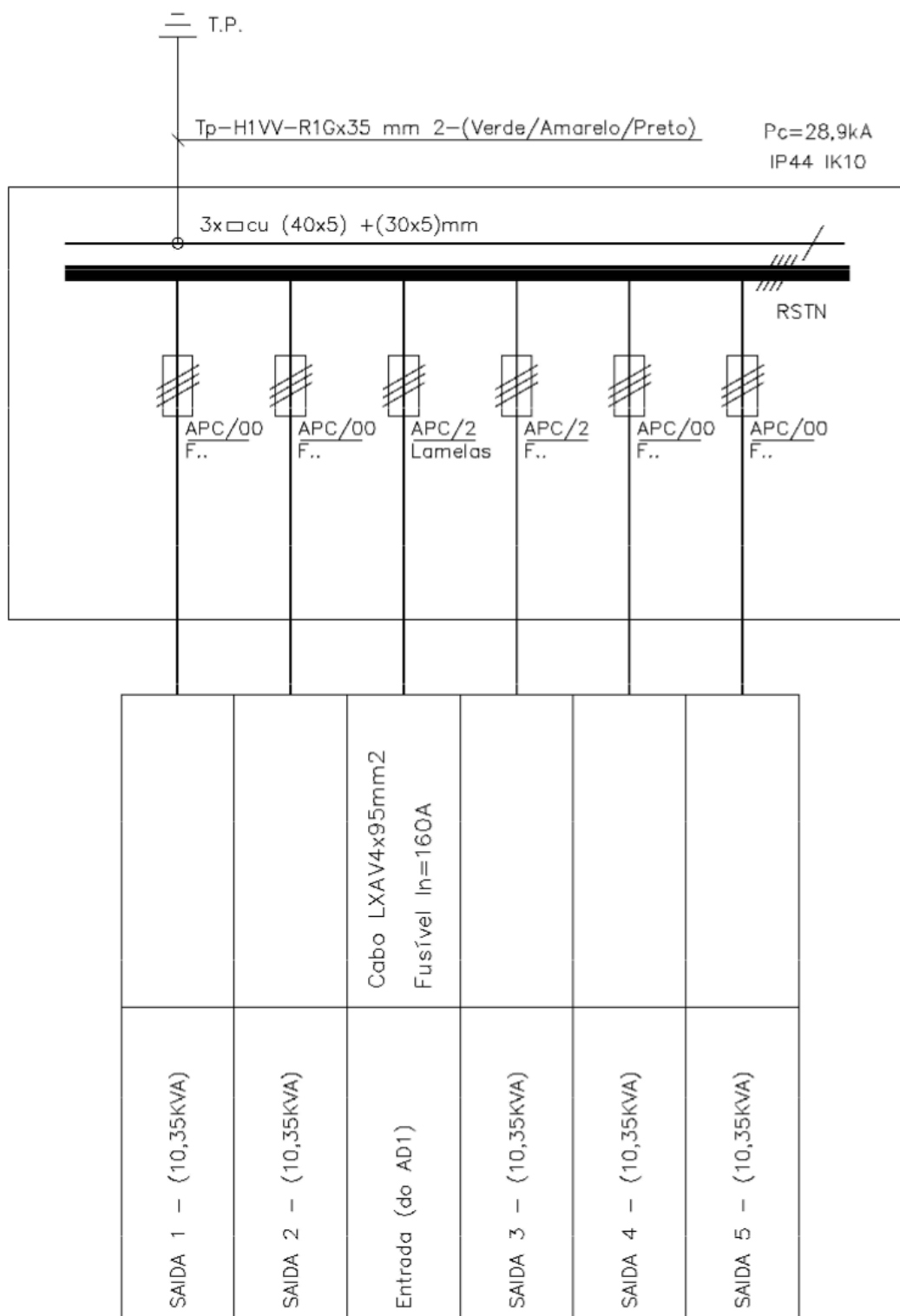
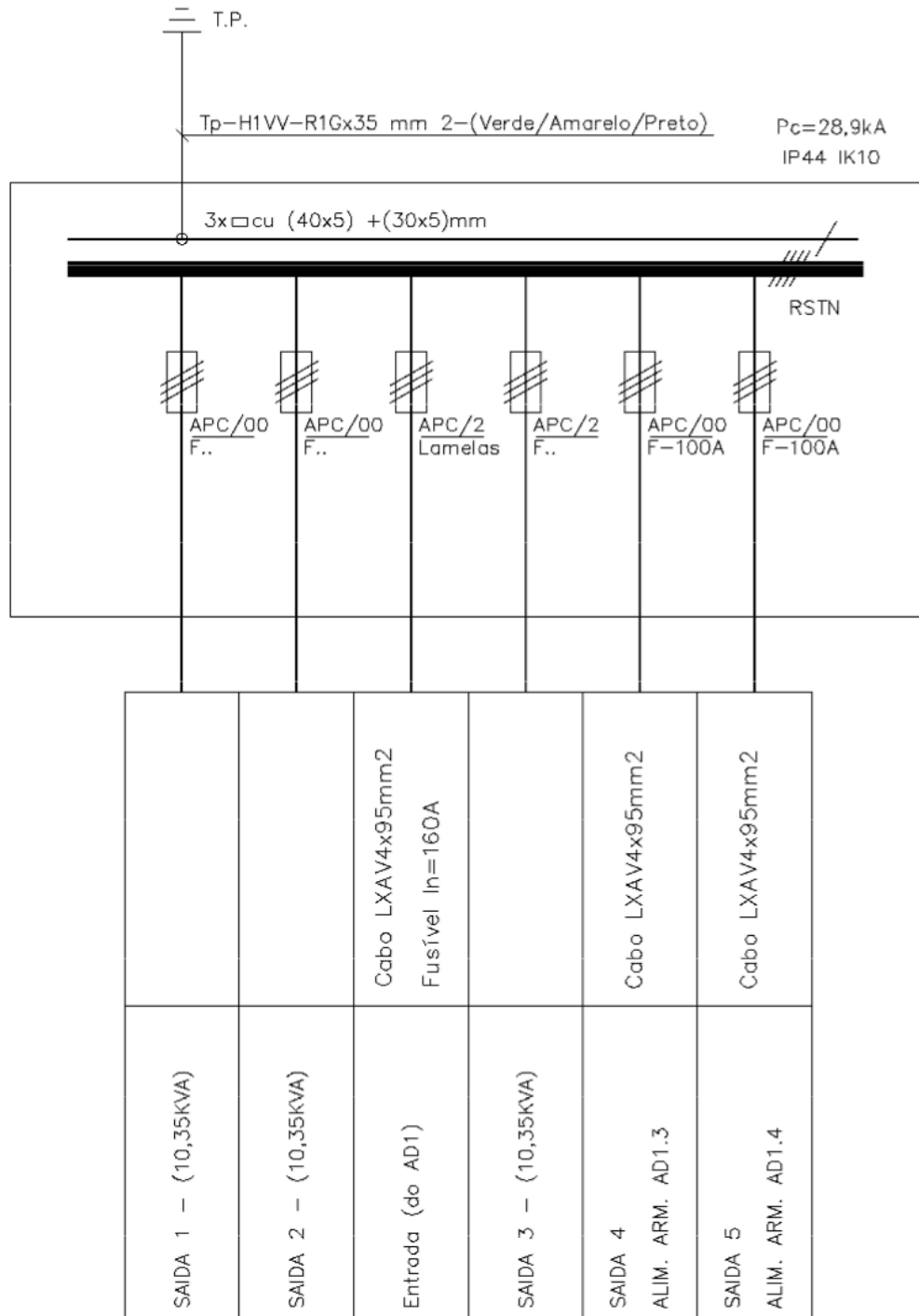


Figura 24 - Armário de distribuição 1.1

# ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO – TIPO W AD1.2



*Figura 25 - Armário de distribuição 1.2*

# ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO – TIPO W

## AD1.3

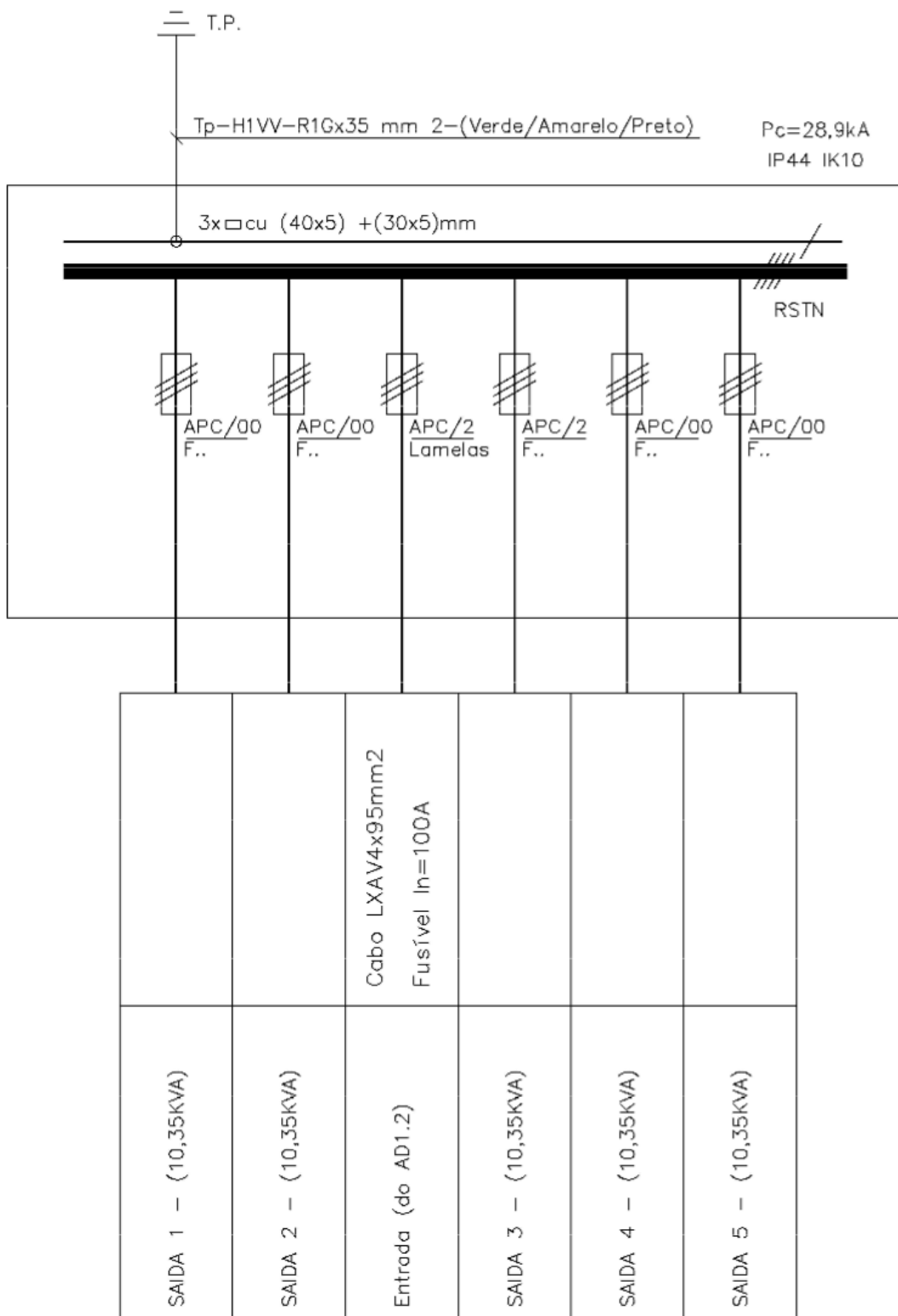


Figura 26 - Armário de distribuição 1.3

# ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO – TIPO W

## AD1.4

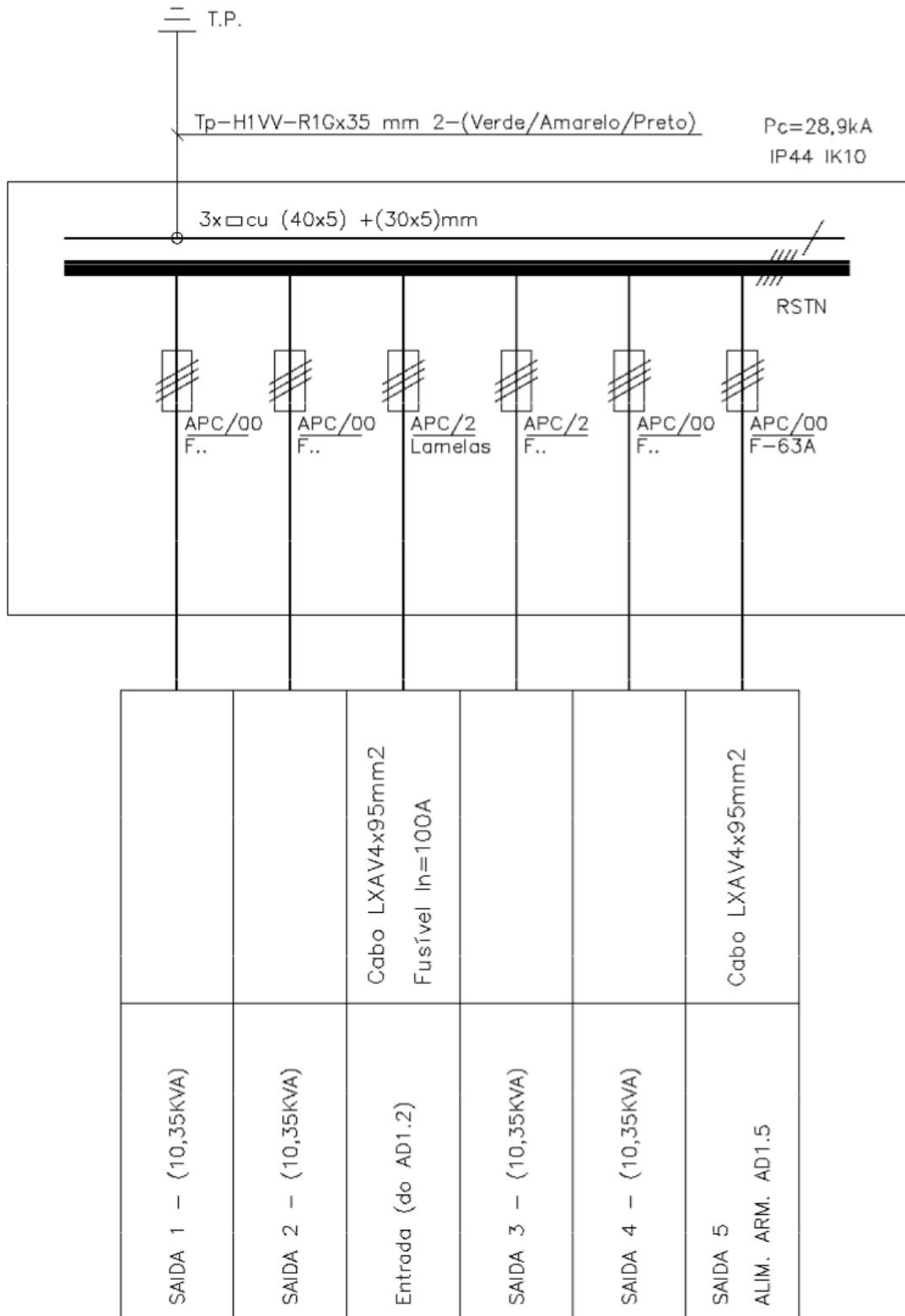


Figura 27 - Armário de distribuição 1.4

# ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO – TIPO W

## AD1.5

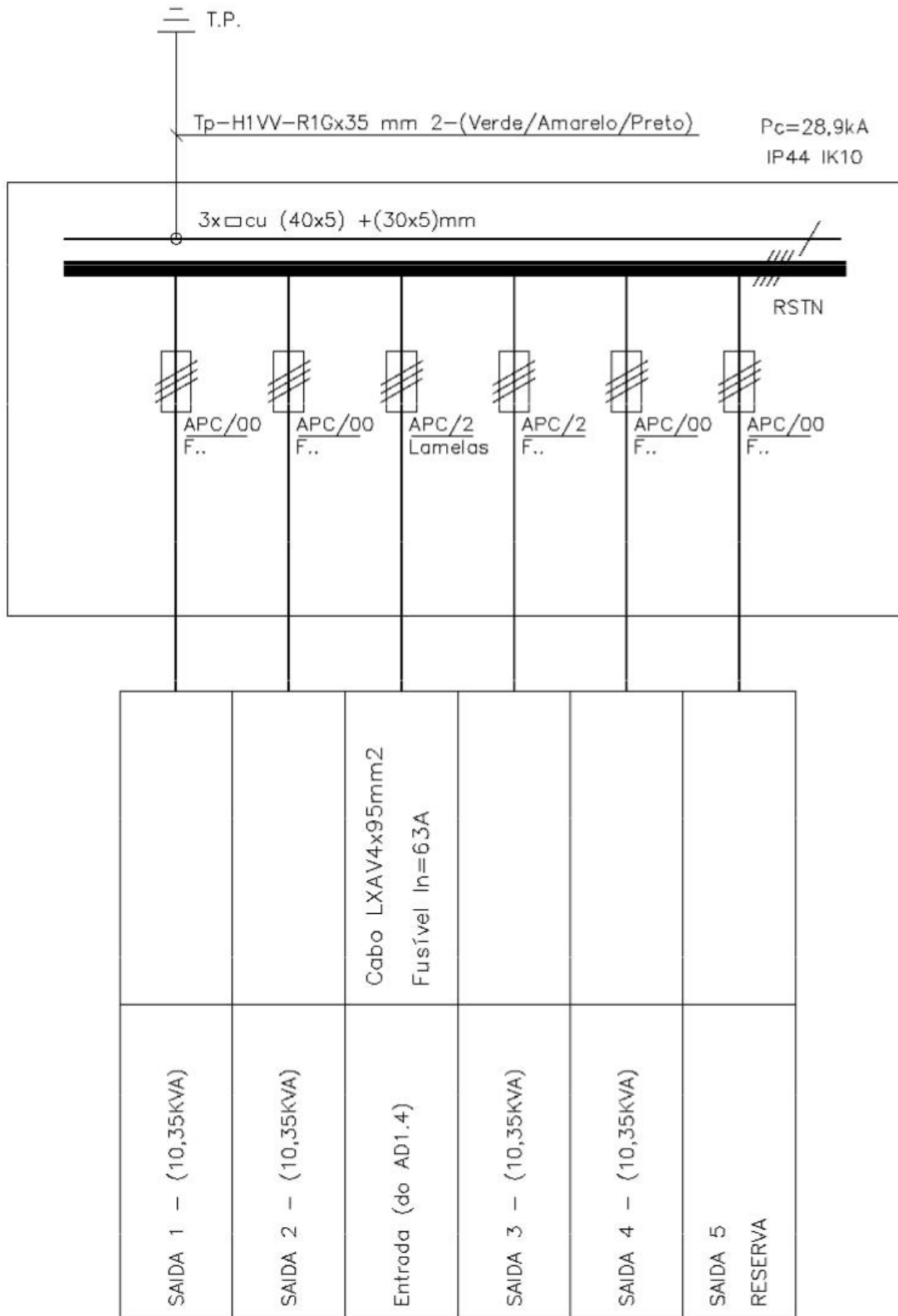


Figura 28 - Armário de distribuição 1.5

# ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO – TIPO W

## AD2

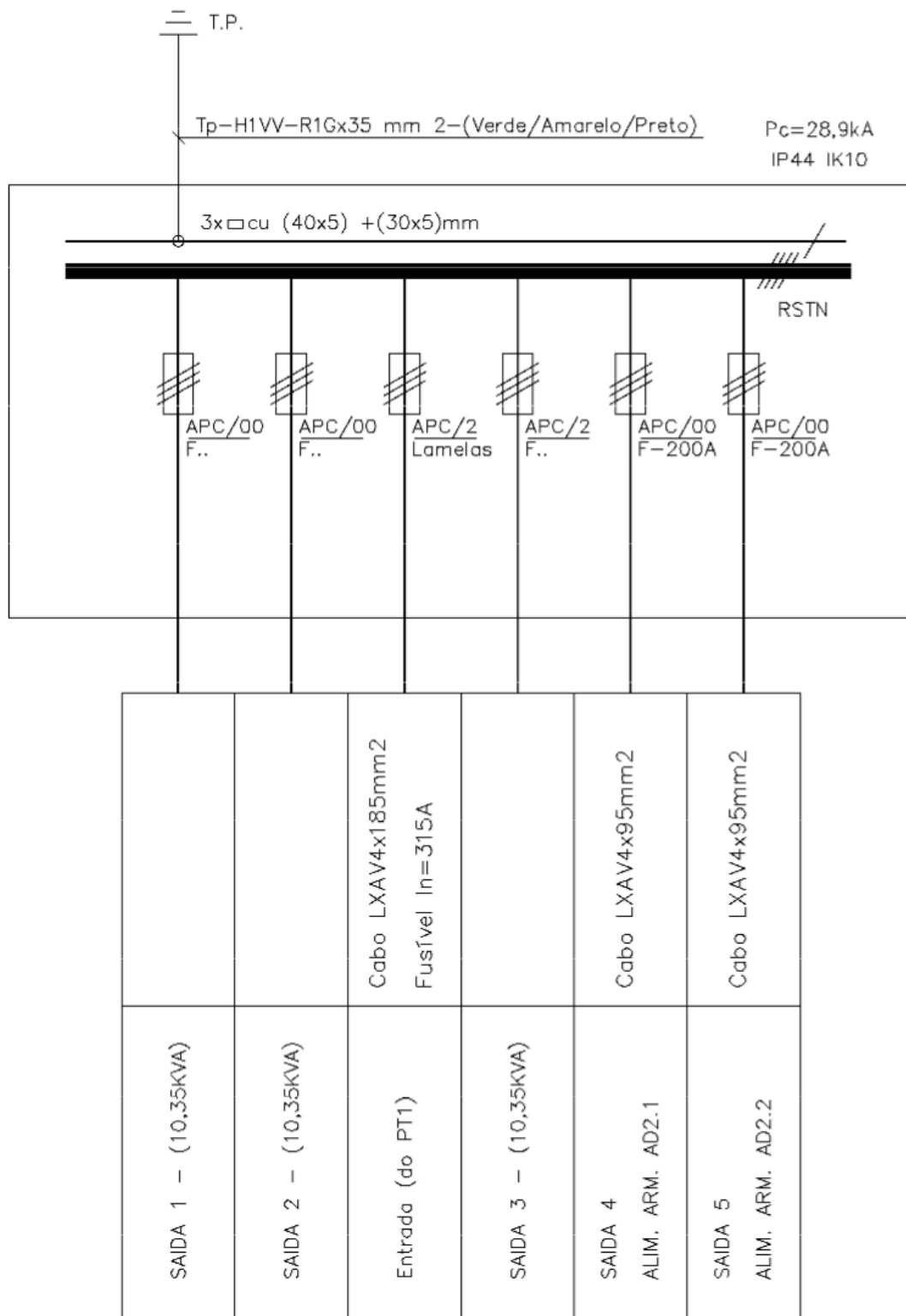
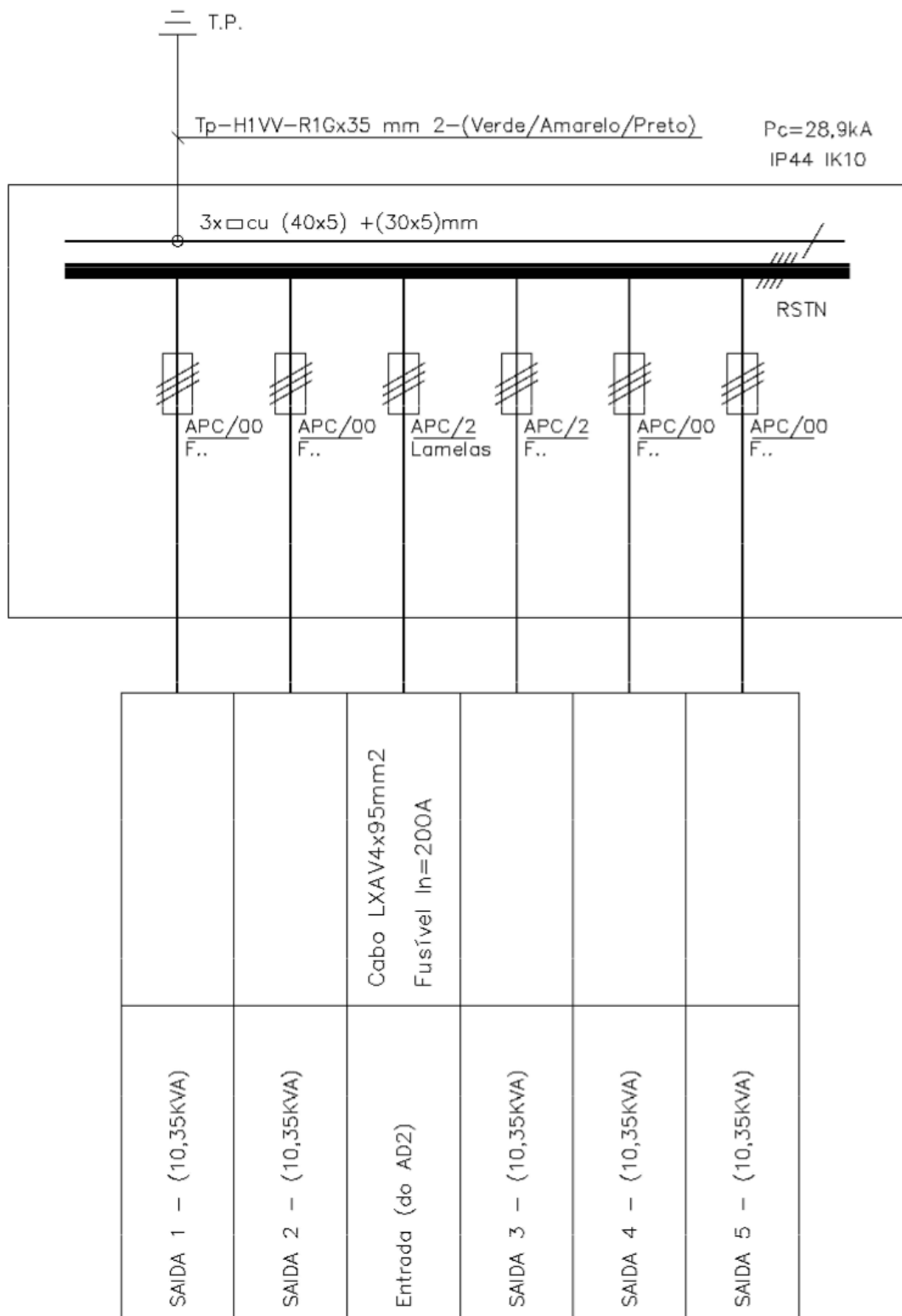


Figura 29- Armário de distribuição 2

# ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO – TIPO W

## AD2.1



*Figura 30 - Armário de distribuição 2.1*

# ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO – TIPO W

## AD2.2

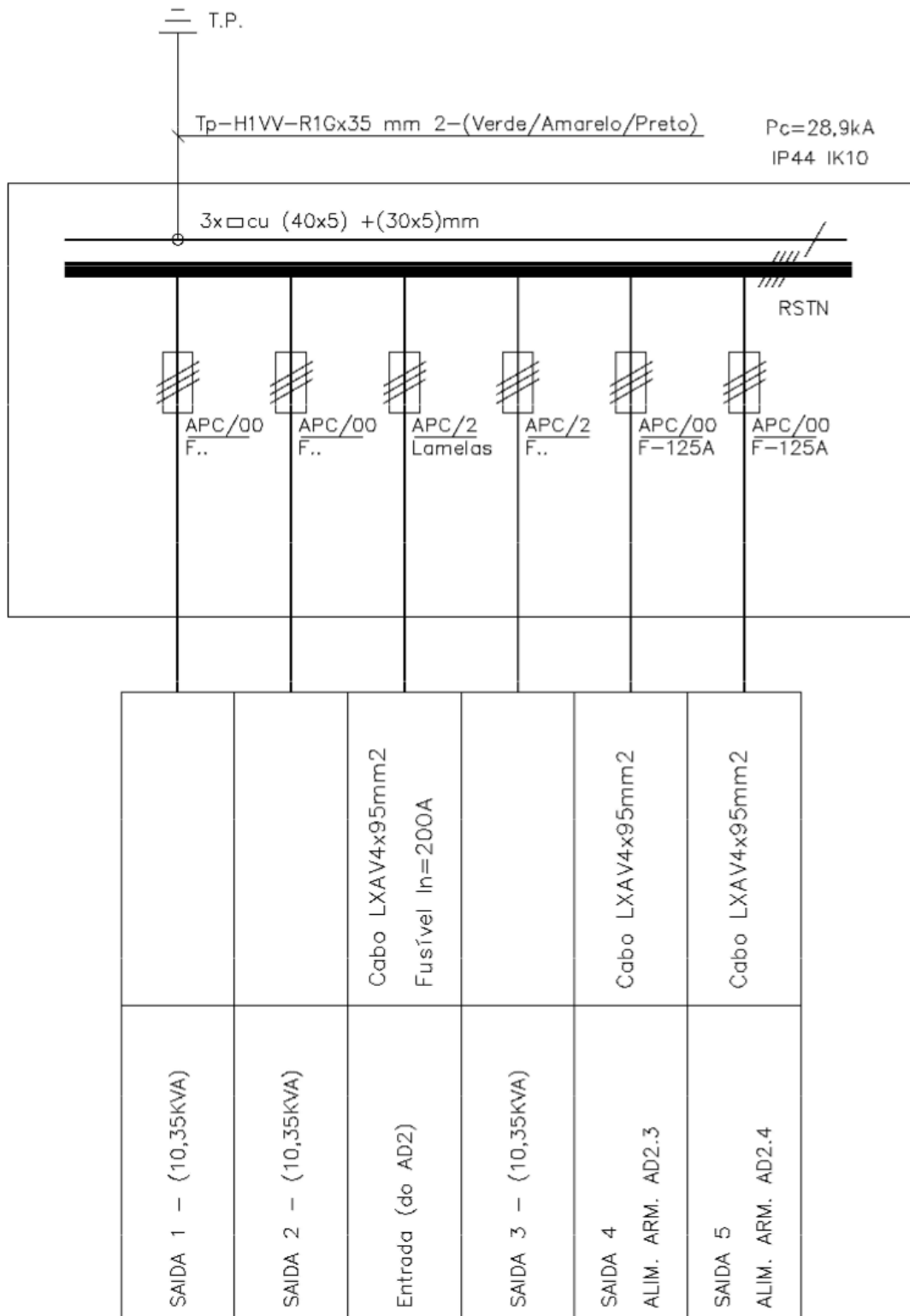


Figura 31 - Armário de distribuição 2.2

# ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO – TIPO W

## AD2.3

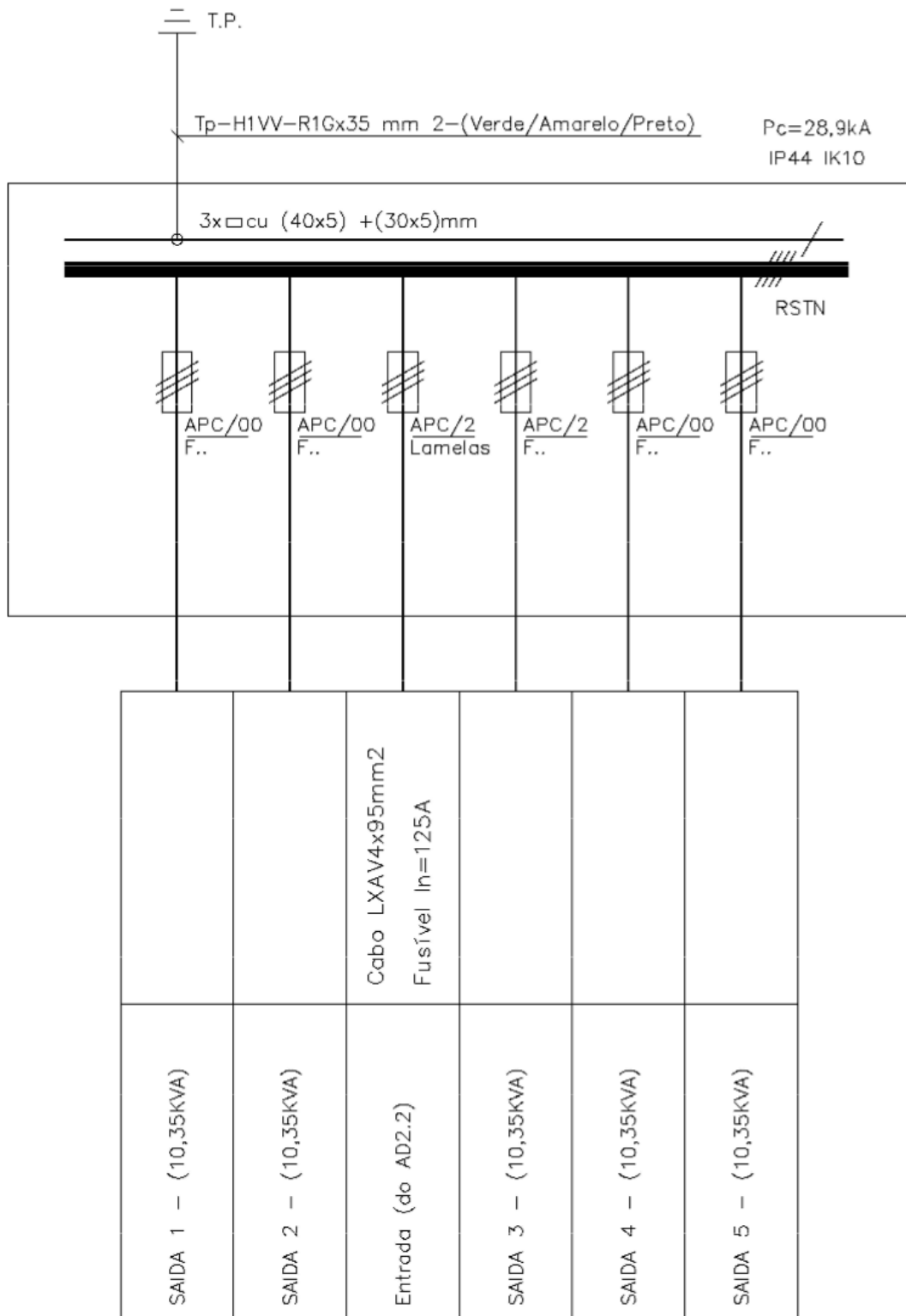


Figura 32 - Armário de distribuição 2.3

# ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO – TIPO W

## AD2.4

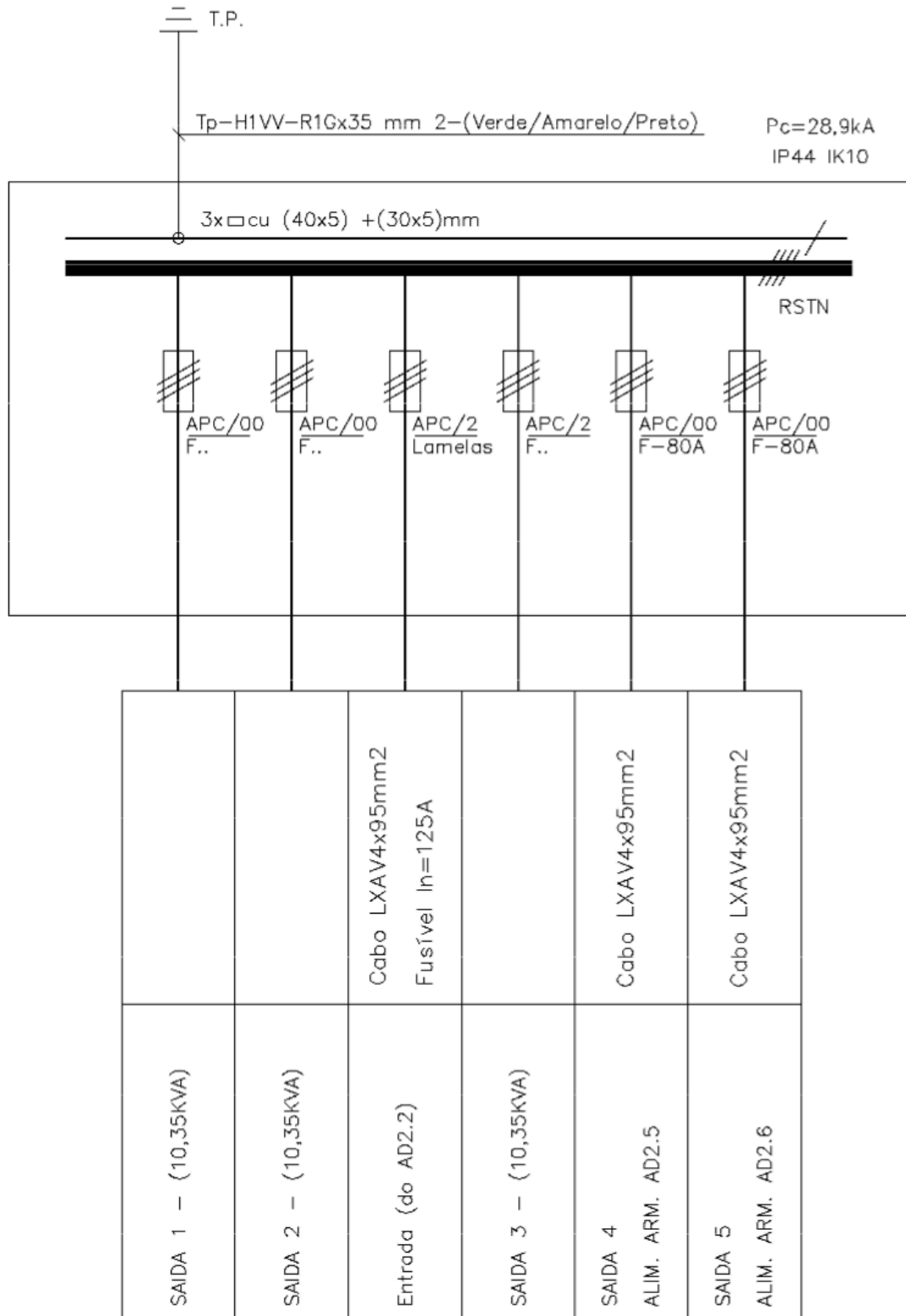


Figura 33 - Armário de distribuição 2.4

# ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO – TIPO W

## AD2.5

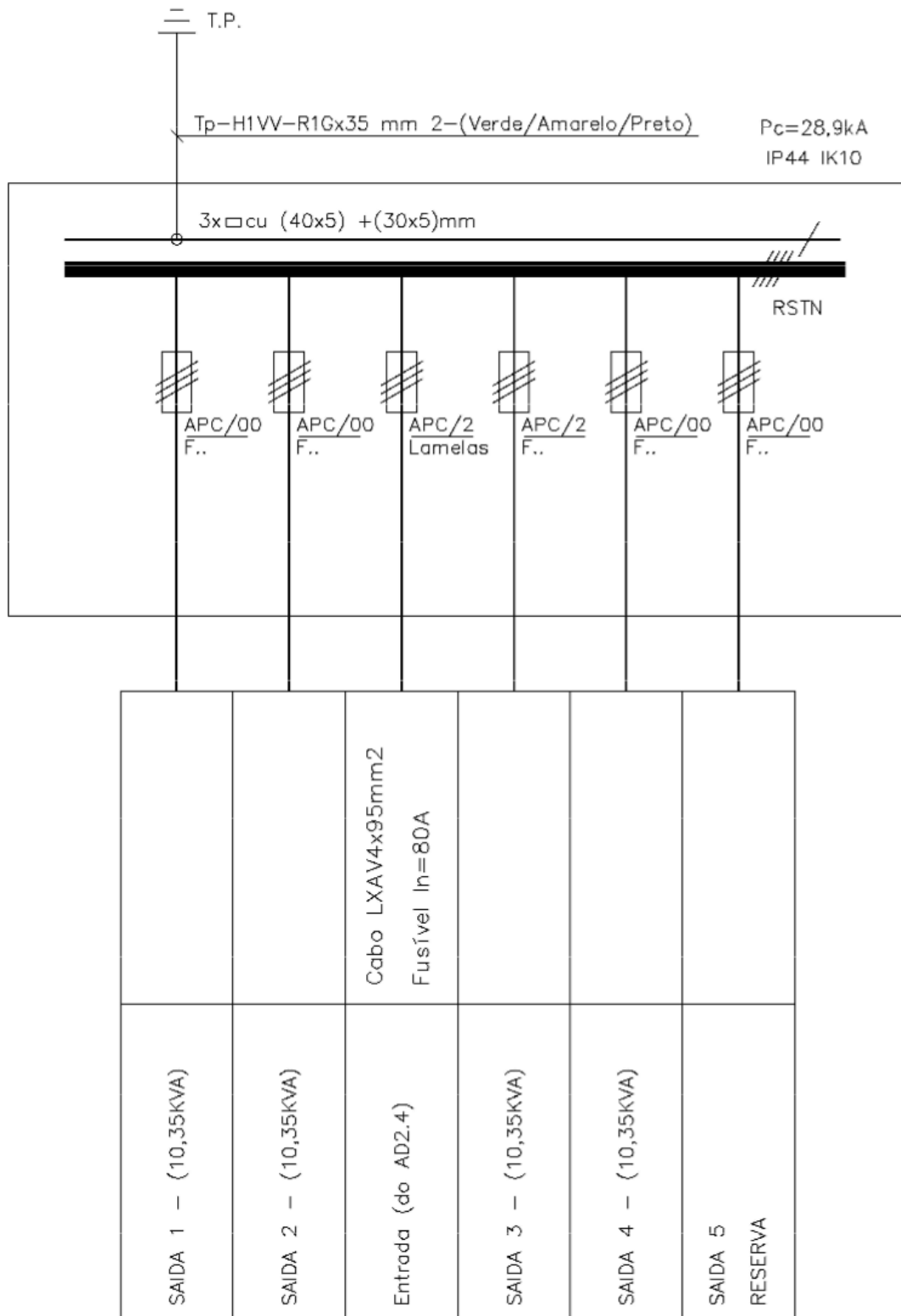


Figura 34 - Armário de distribuição 2.5

# ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO – TIPO W

## AD2.6

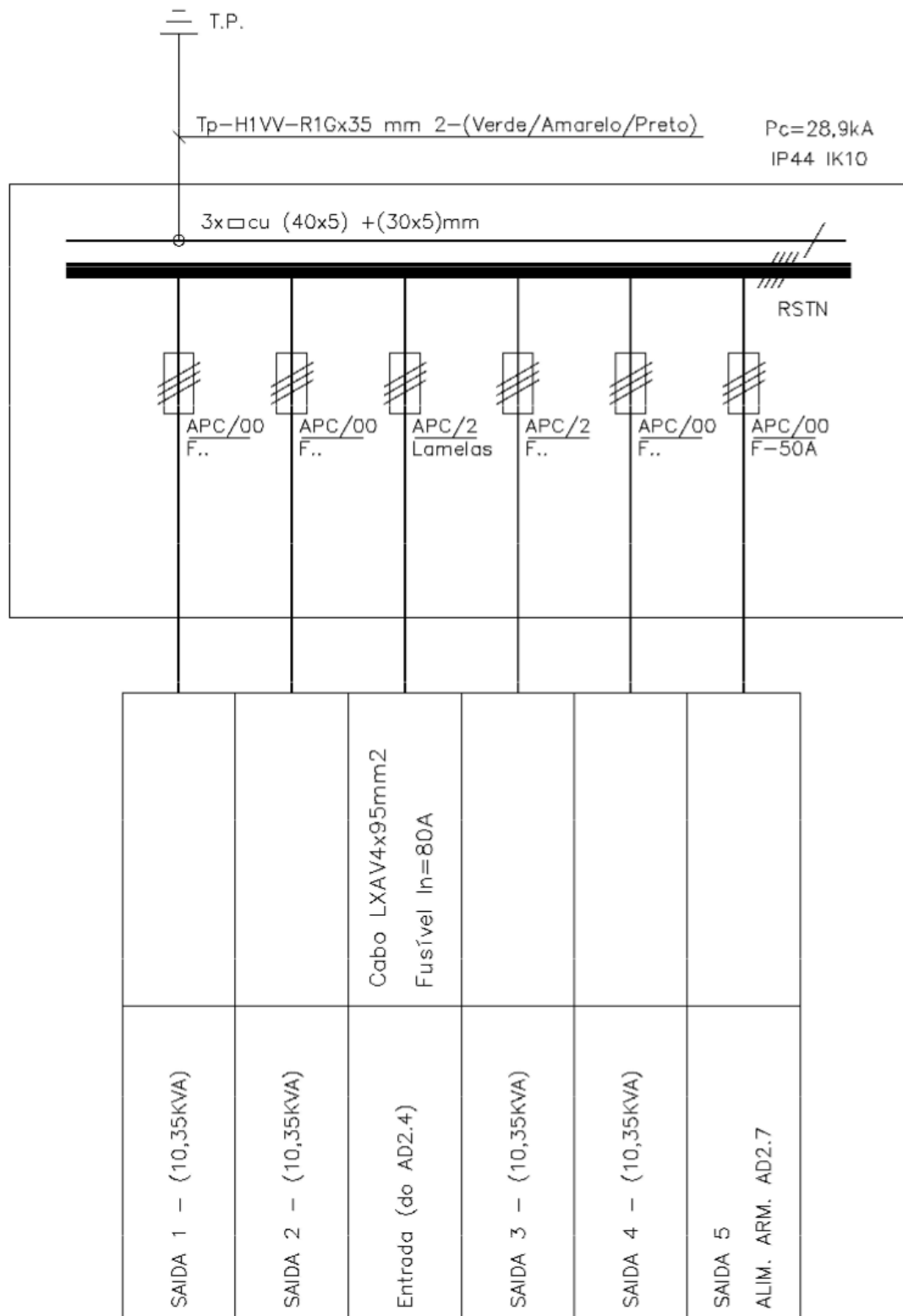


Figura 35 - Armário de distribuição 2.6



# ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO – TIPO W

## AD3

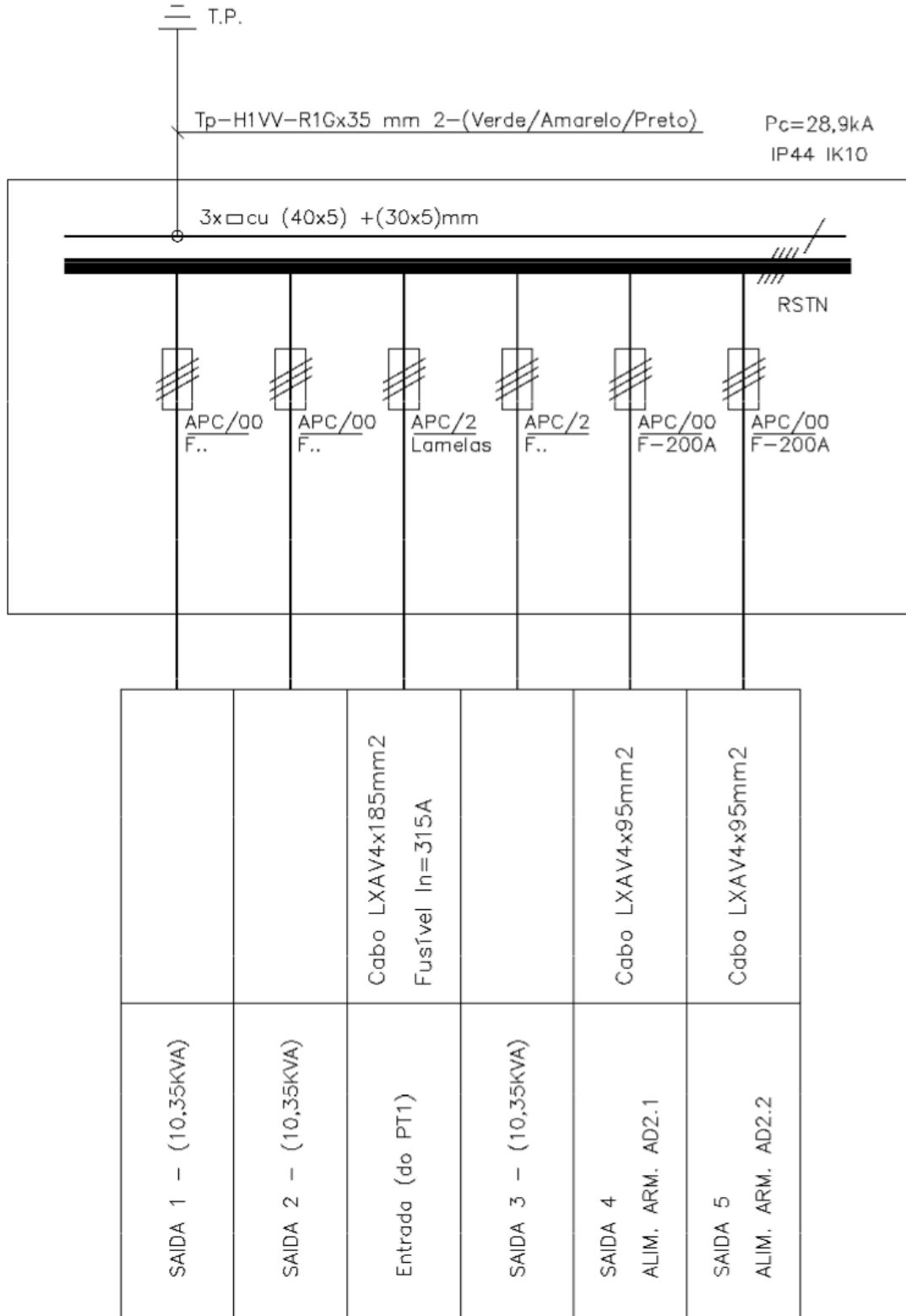


Figura 37 - Armário de distribuição 3

# ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO – TIPO W

## AD3.1

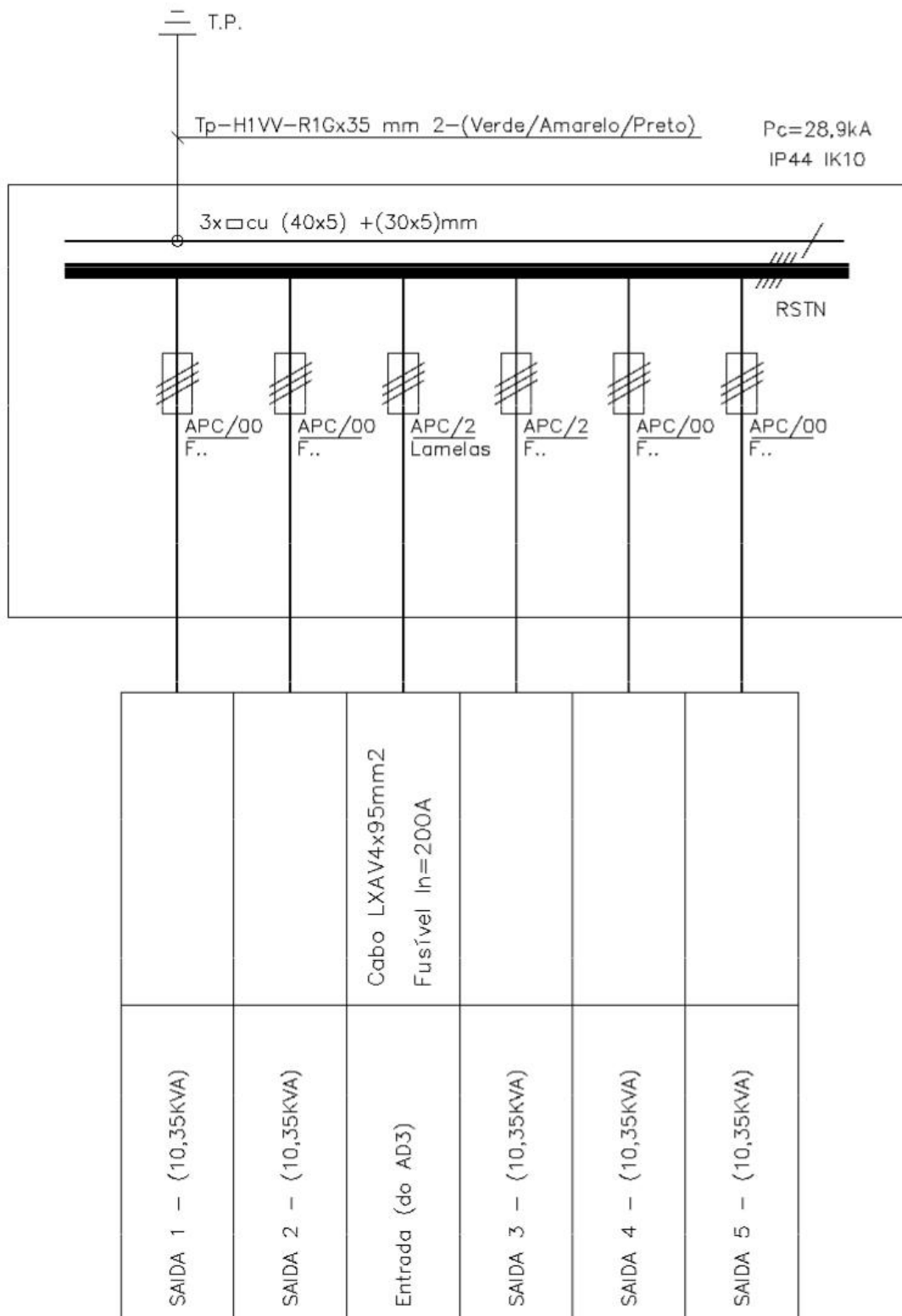


Figura 38 - Armário de distribuição 3.1

# ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO – TIPO W

## AD3.2

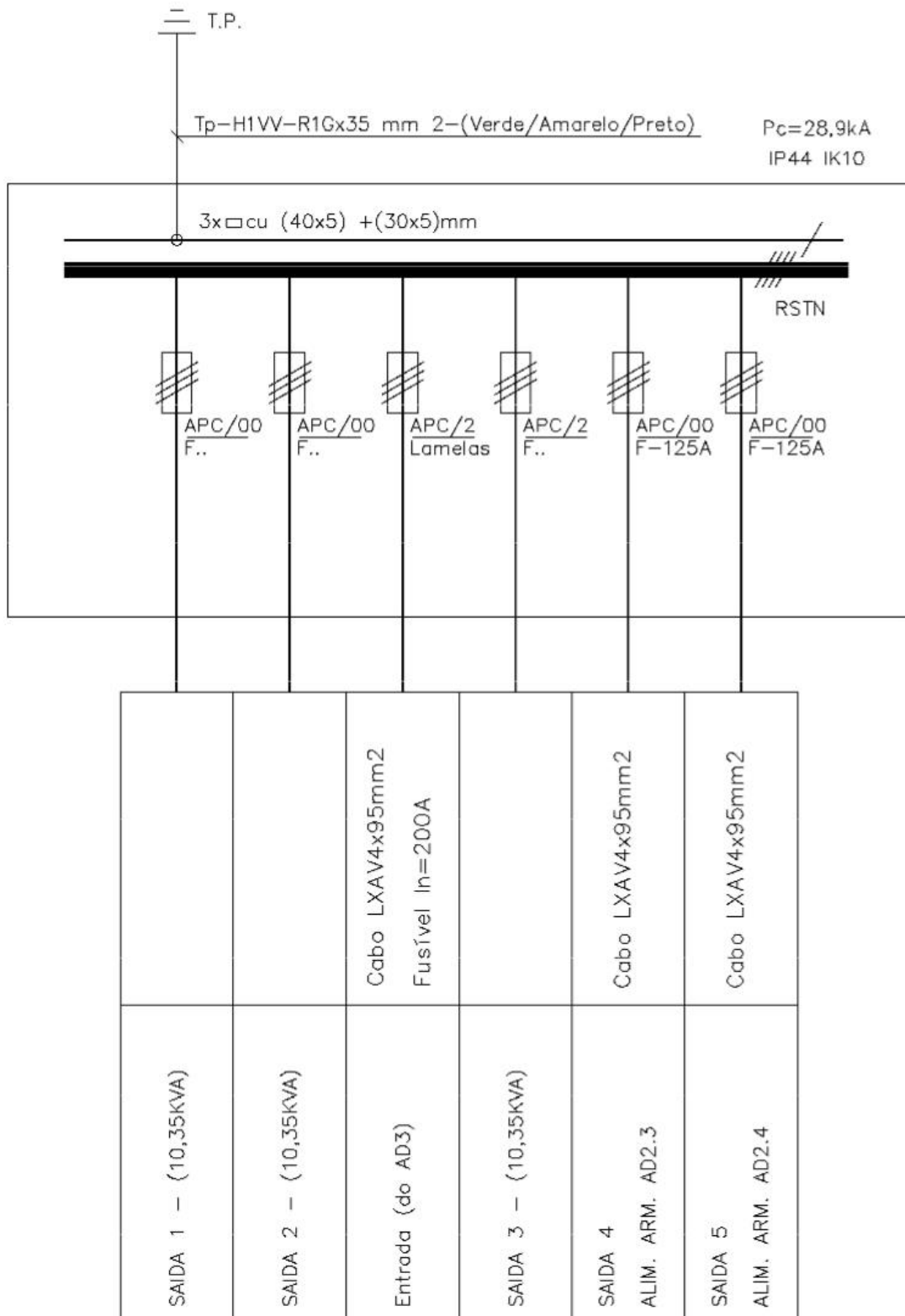
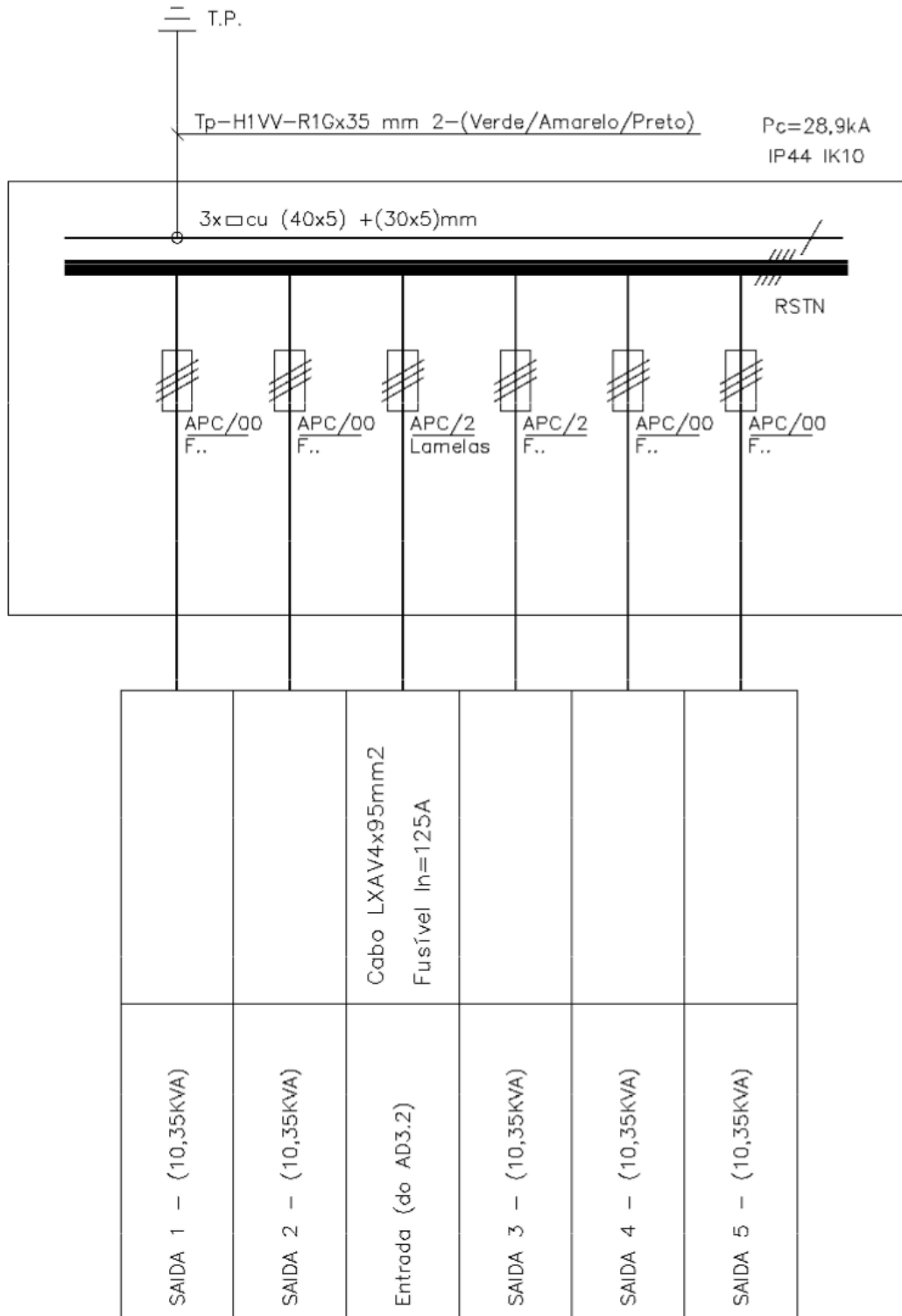


Figura 39 - Armário de distribuição 3.2

# ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO – TIPO W

## AD3.3



*Figura 40 - Armário de distribuição 3.3*

# ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO – TIPO W

## AD3.4

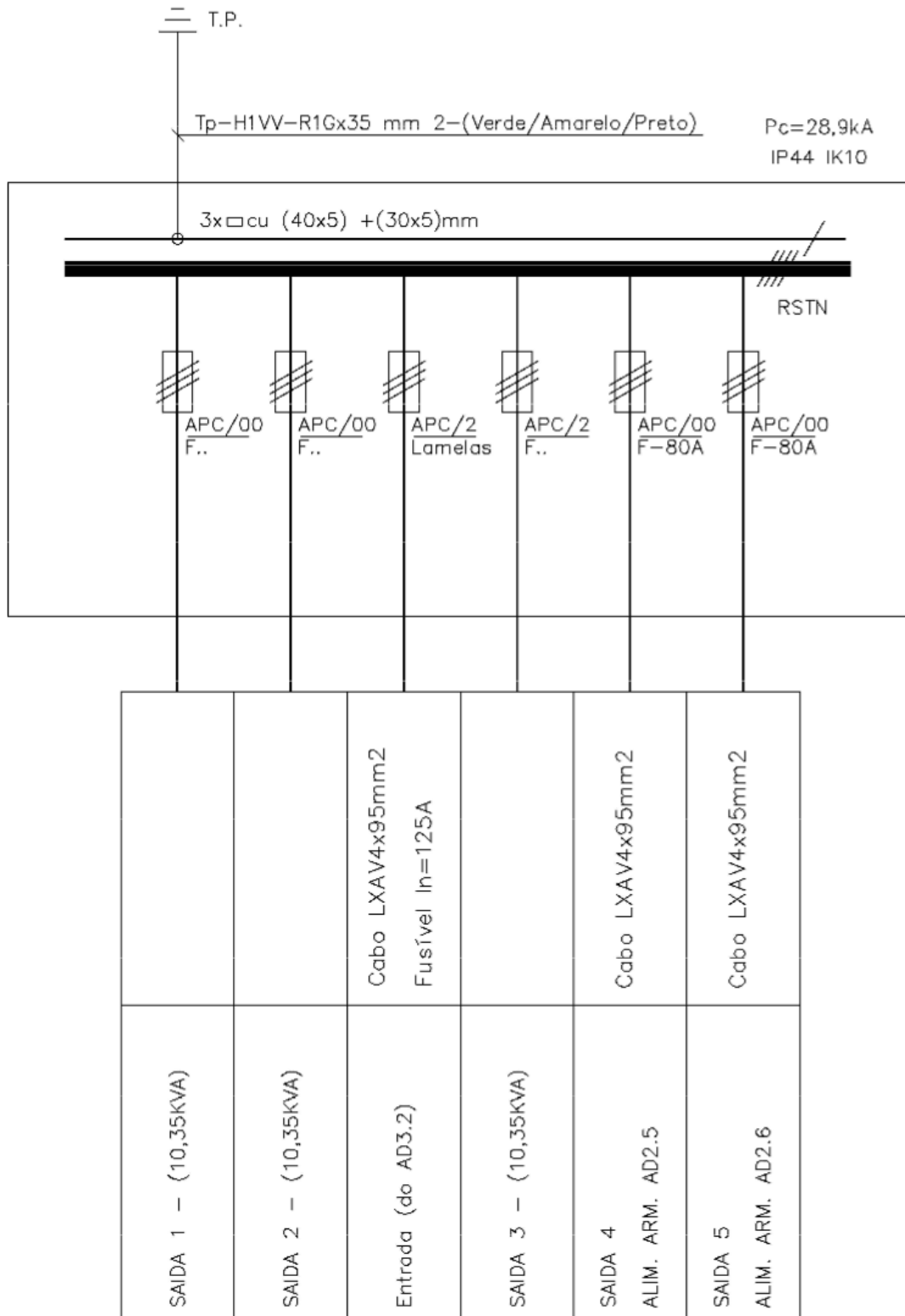


Figura 41 - Armário de distribuição 3.4

# ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO – TIPO W AD3.5

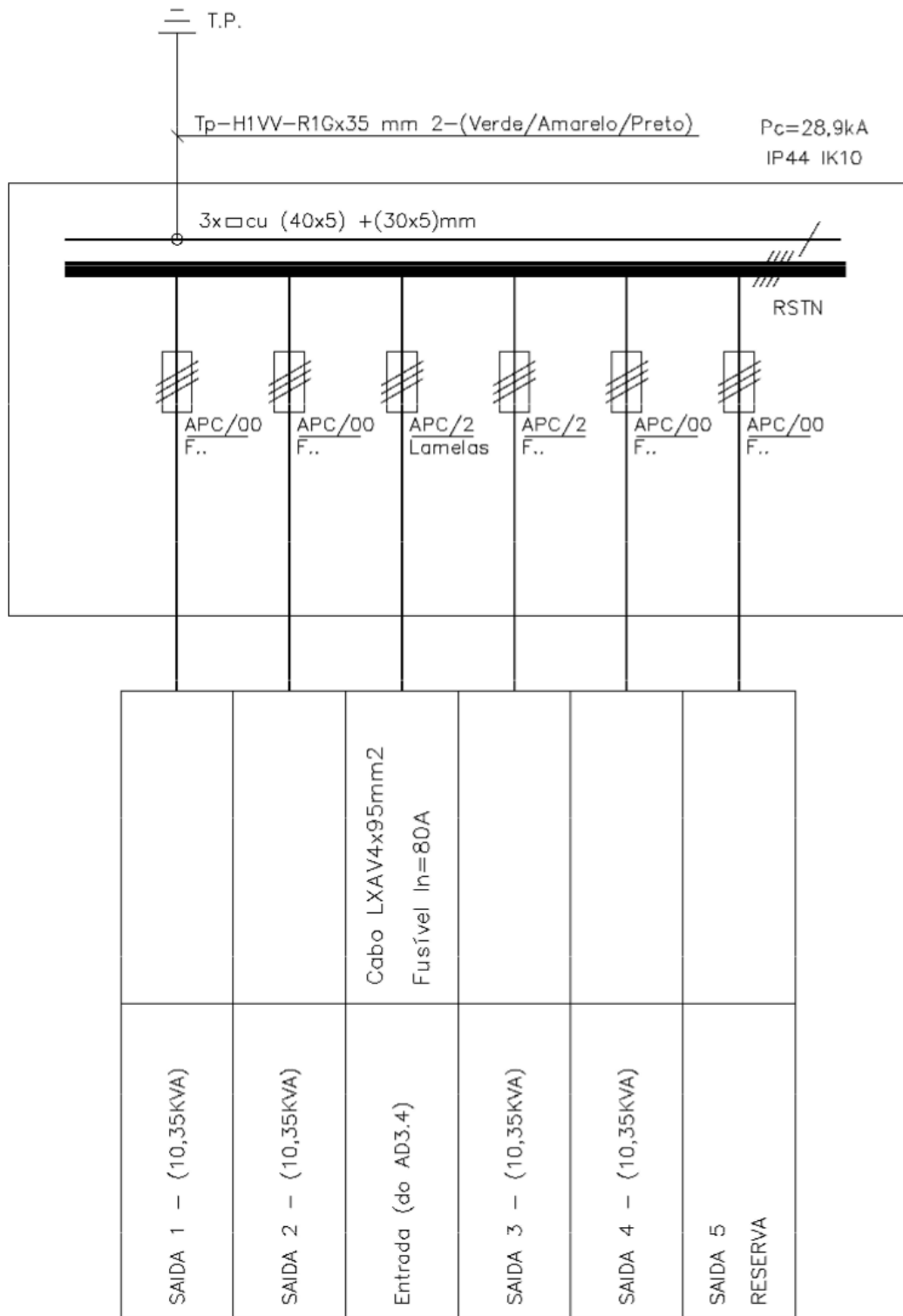


Figura 42 - Armário de distribuição 3.5

# ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO – TIPO W

## AD3.6

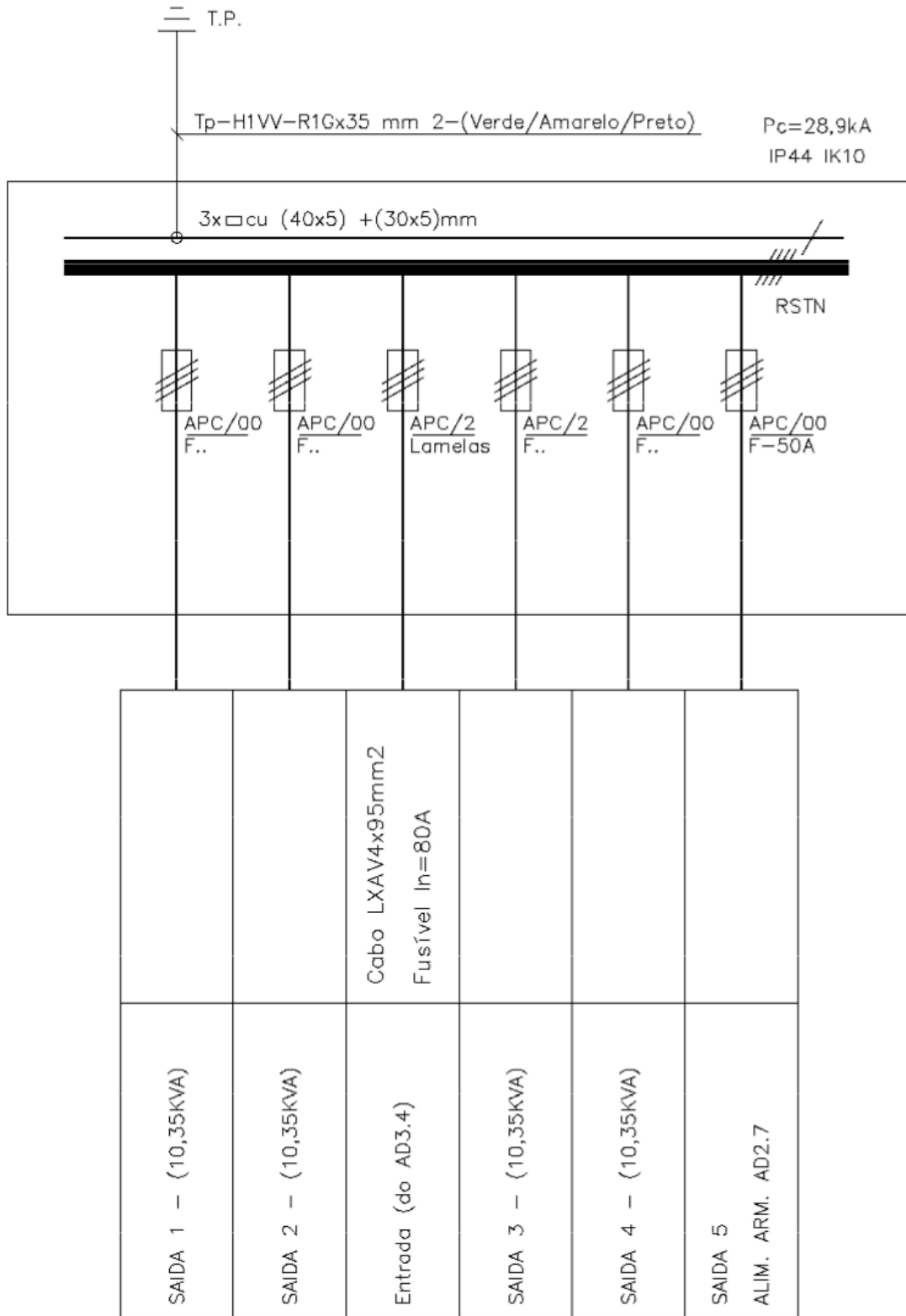


Figura 43 - Armário de distribuição 3.6

# ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO – TIPO W

## AD3.7

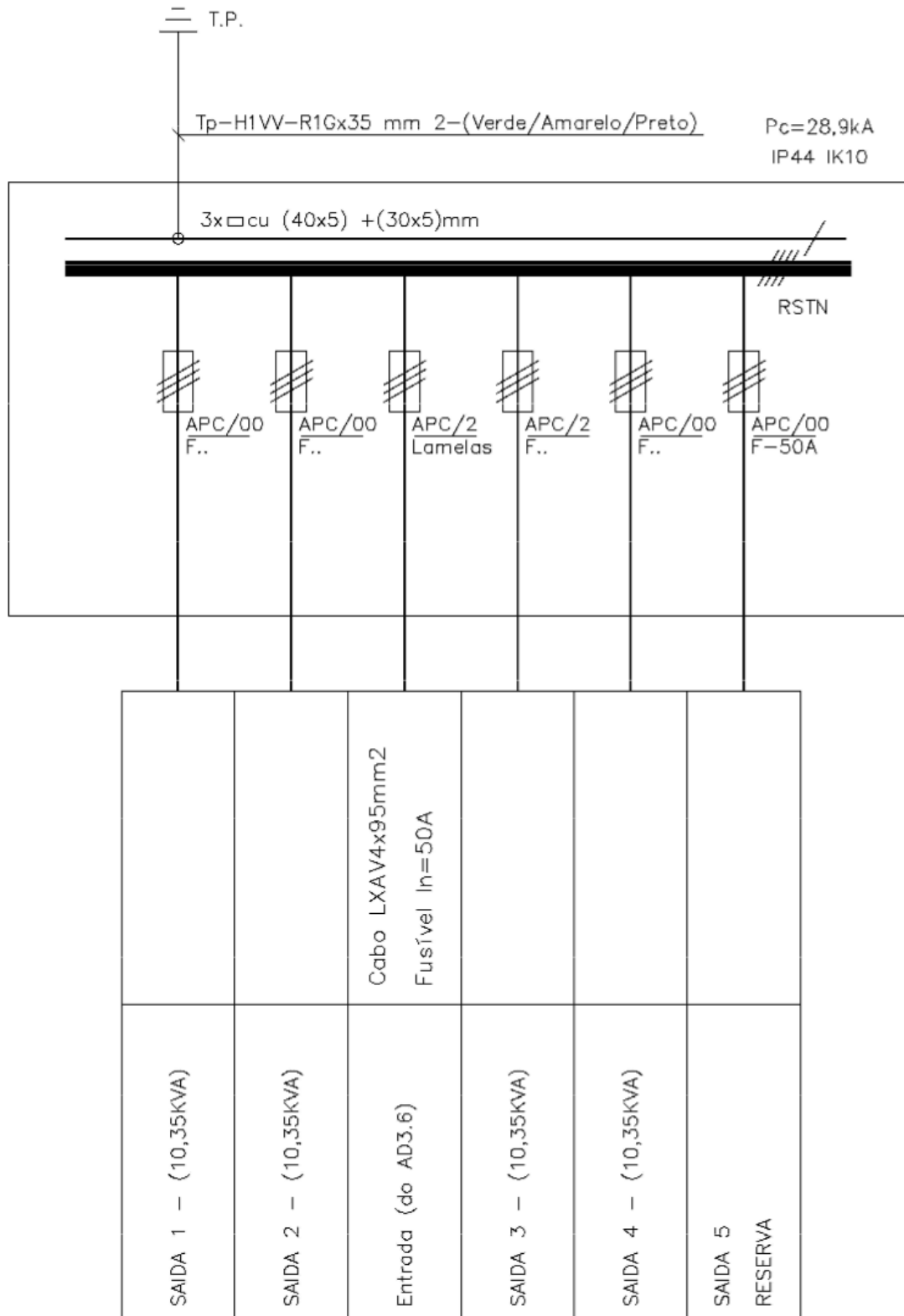


Figura 44 - Armário de distribuição 3.7

# ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO – TIPO W

## AD4

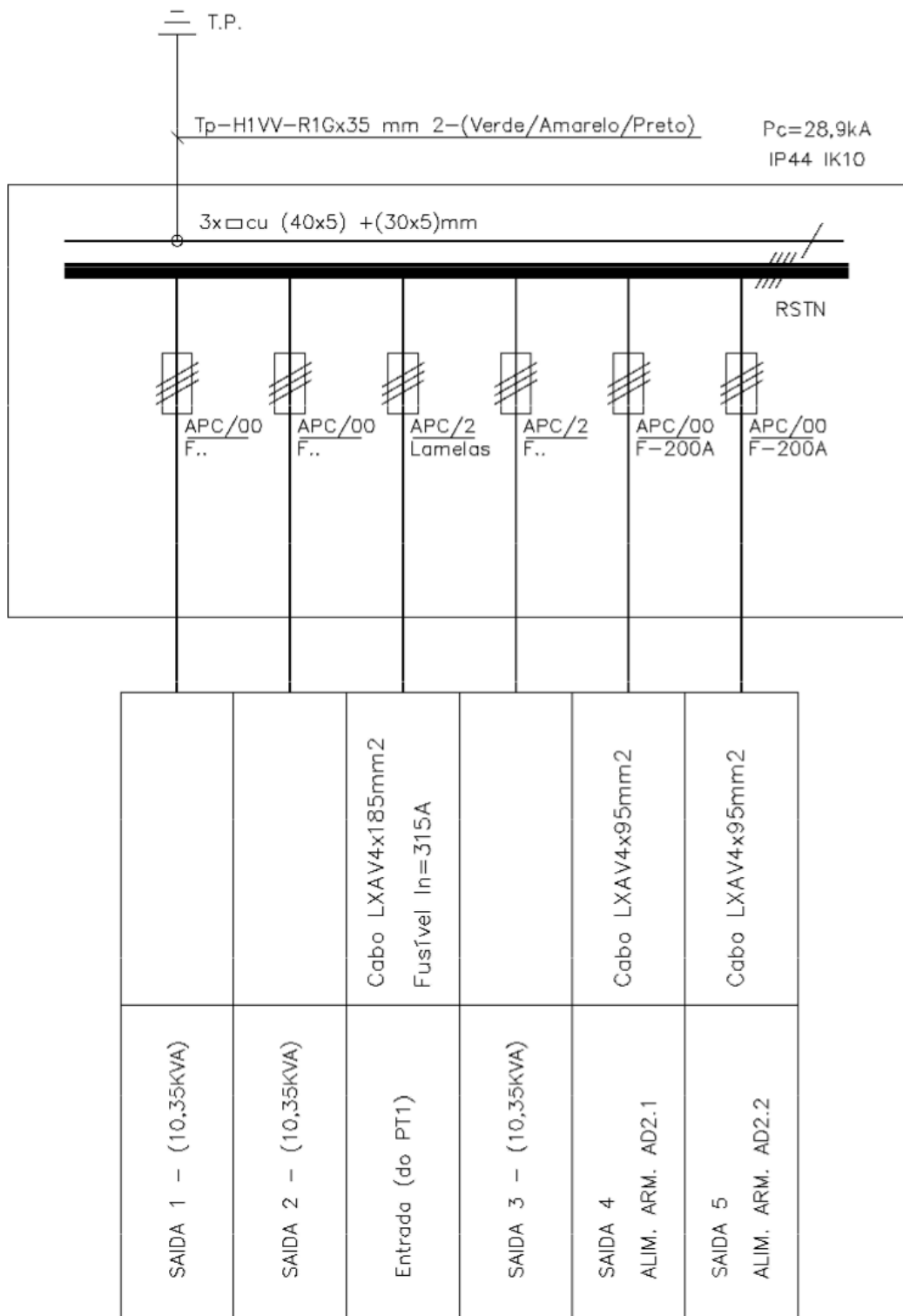


Figura 45 - Armário de distribuição 4

# ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO – TIPO W

## AD4.1

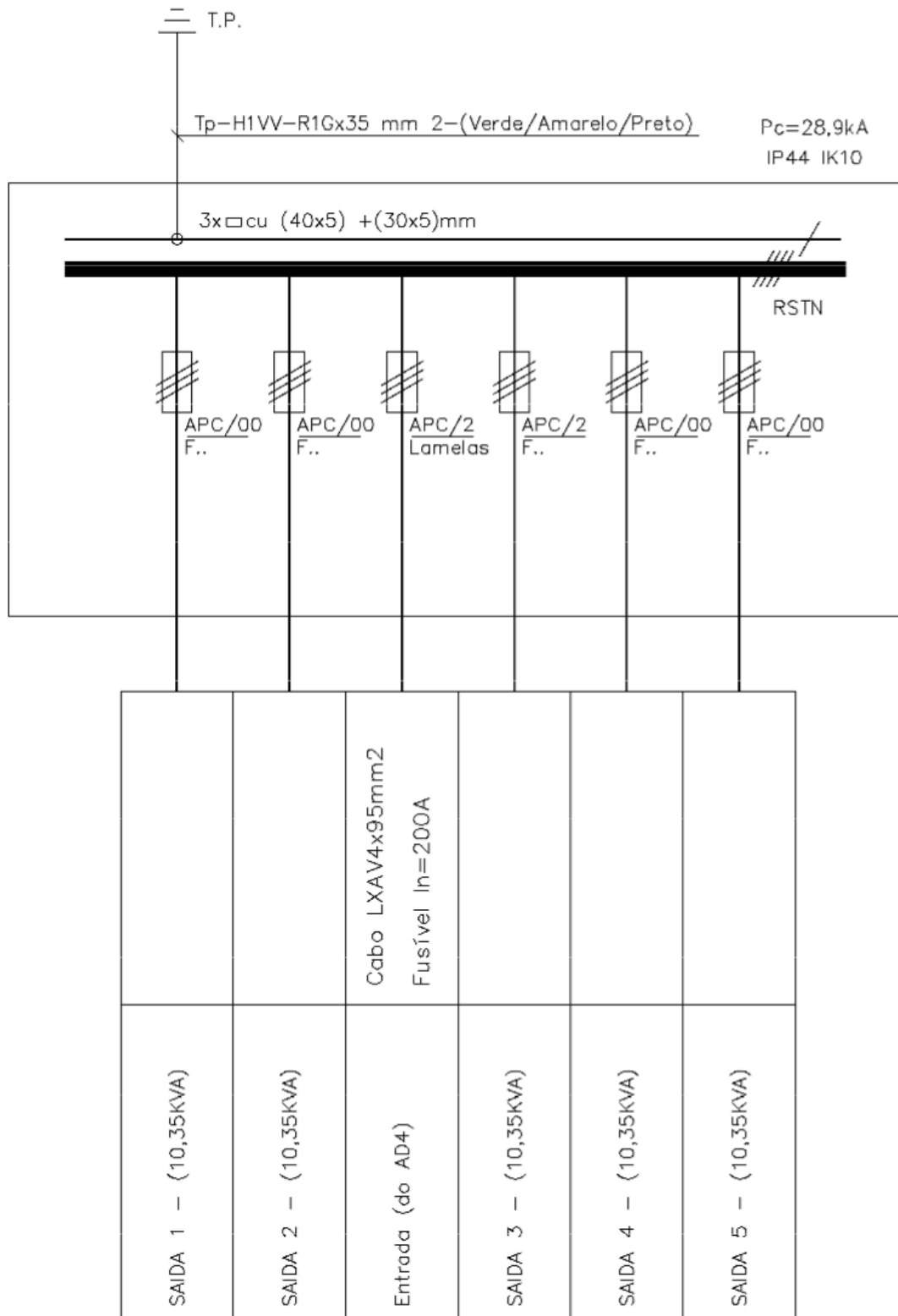


Figura 46 - Armário de distribuição 4.1

# ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO – TIPO W

## AD4.2

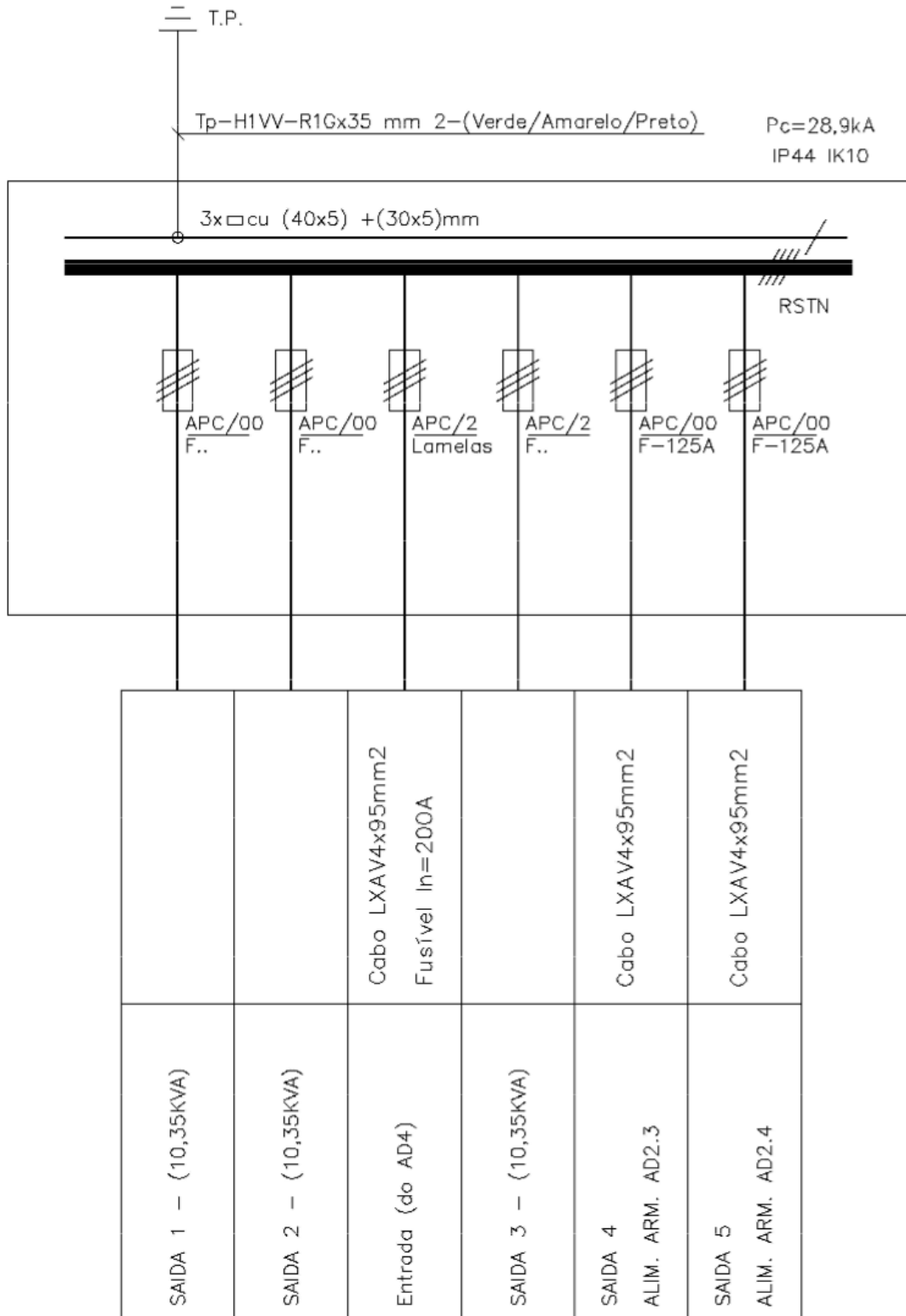


Figura 47 - Armário de distribuição 4.2

# ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO – TIPO W

## AD4.3

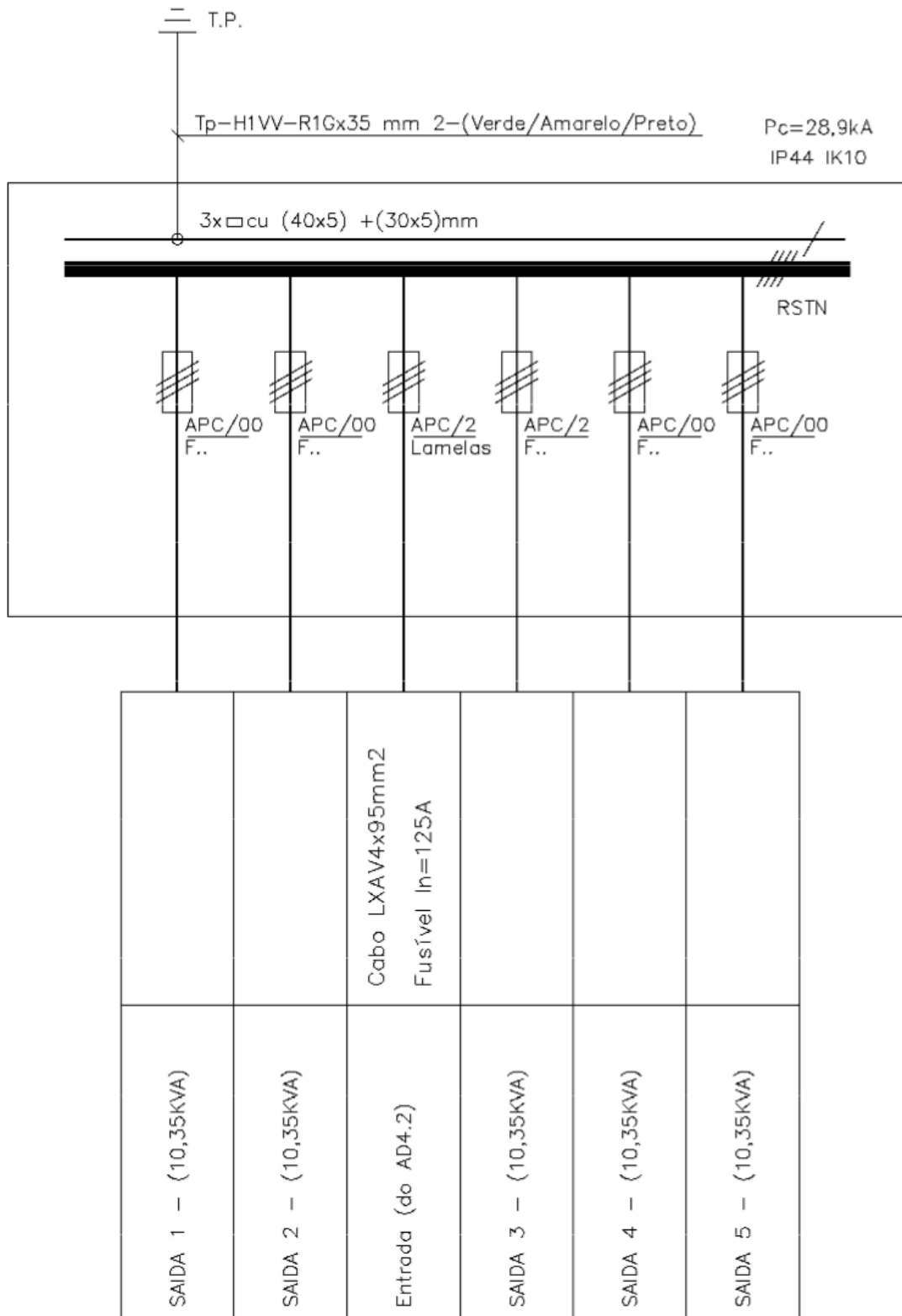


Figura 48 - Armário de distribuição 4.3

# ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO – TIPO W

## AD4.4

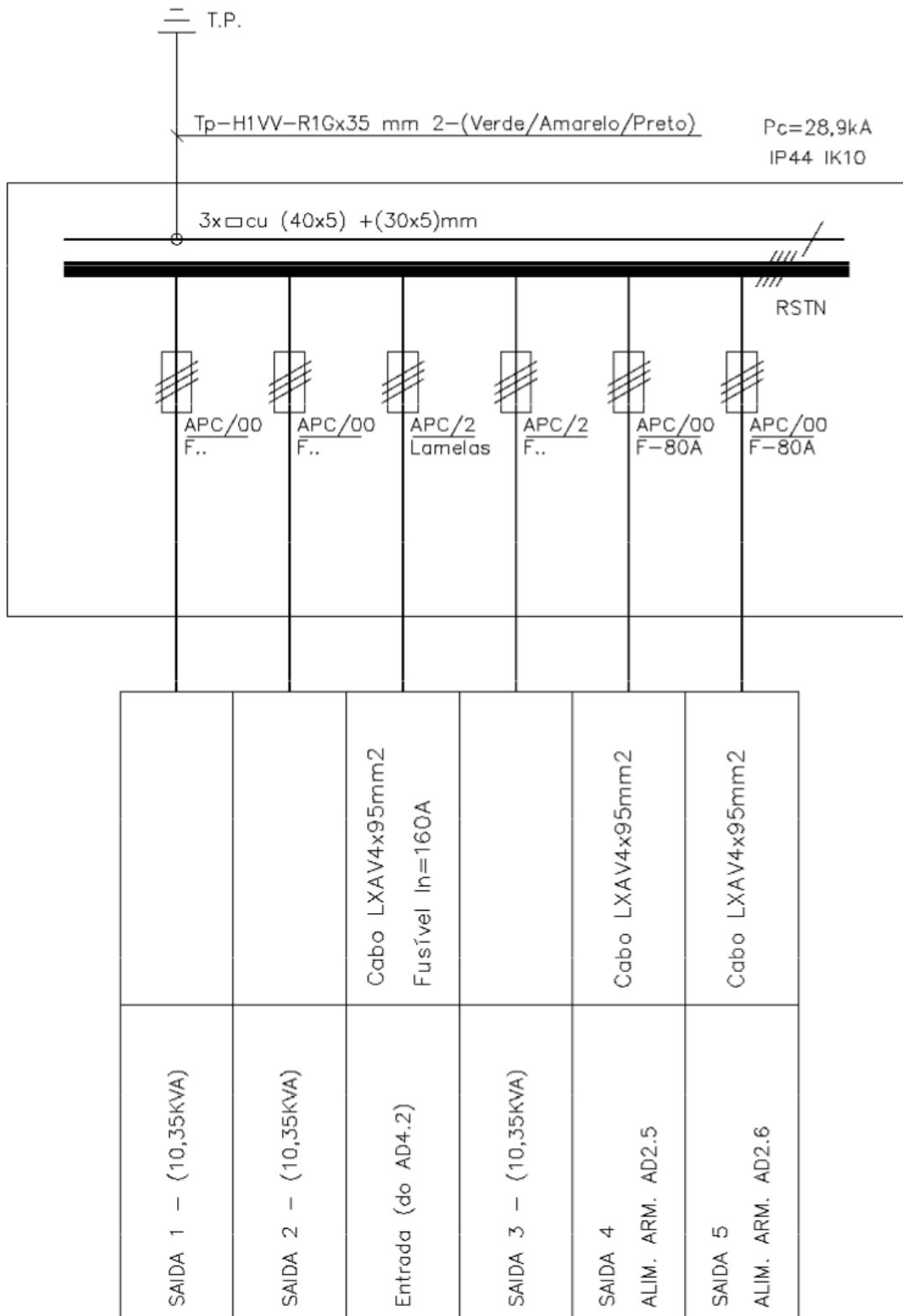


Figura 49 - Armário de distribuição 4.4

# ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO – TIPO W

## AD4.5

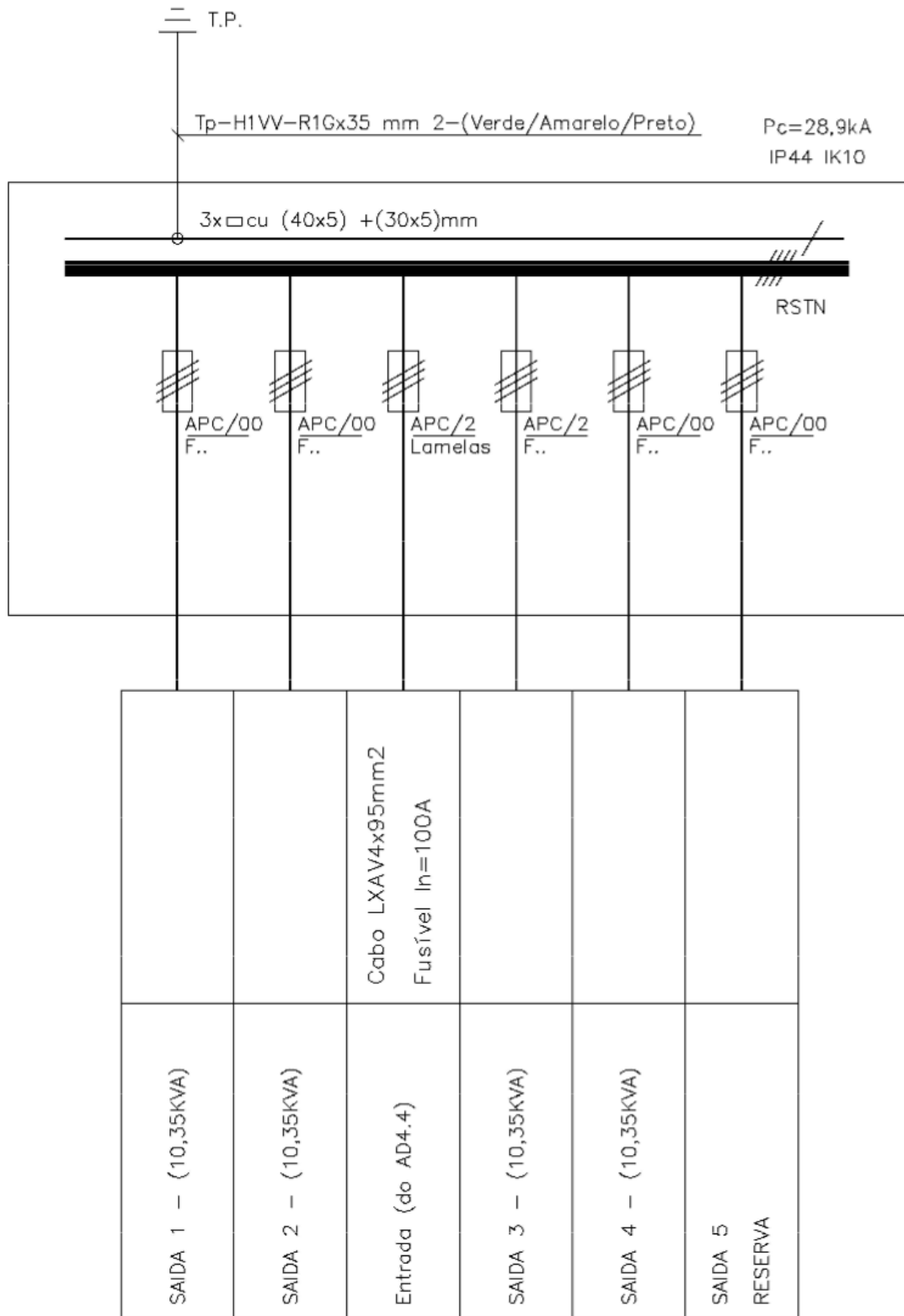


Figura 50 - Armário de distribuição 4.5

# ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO – TIPO W

## AD4.6

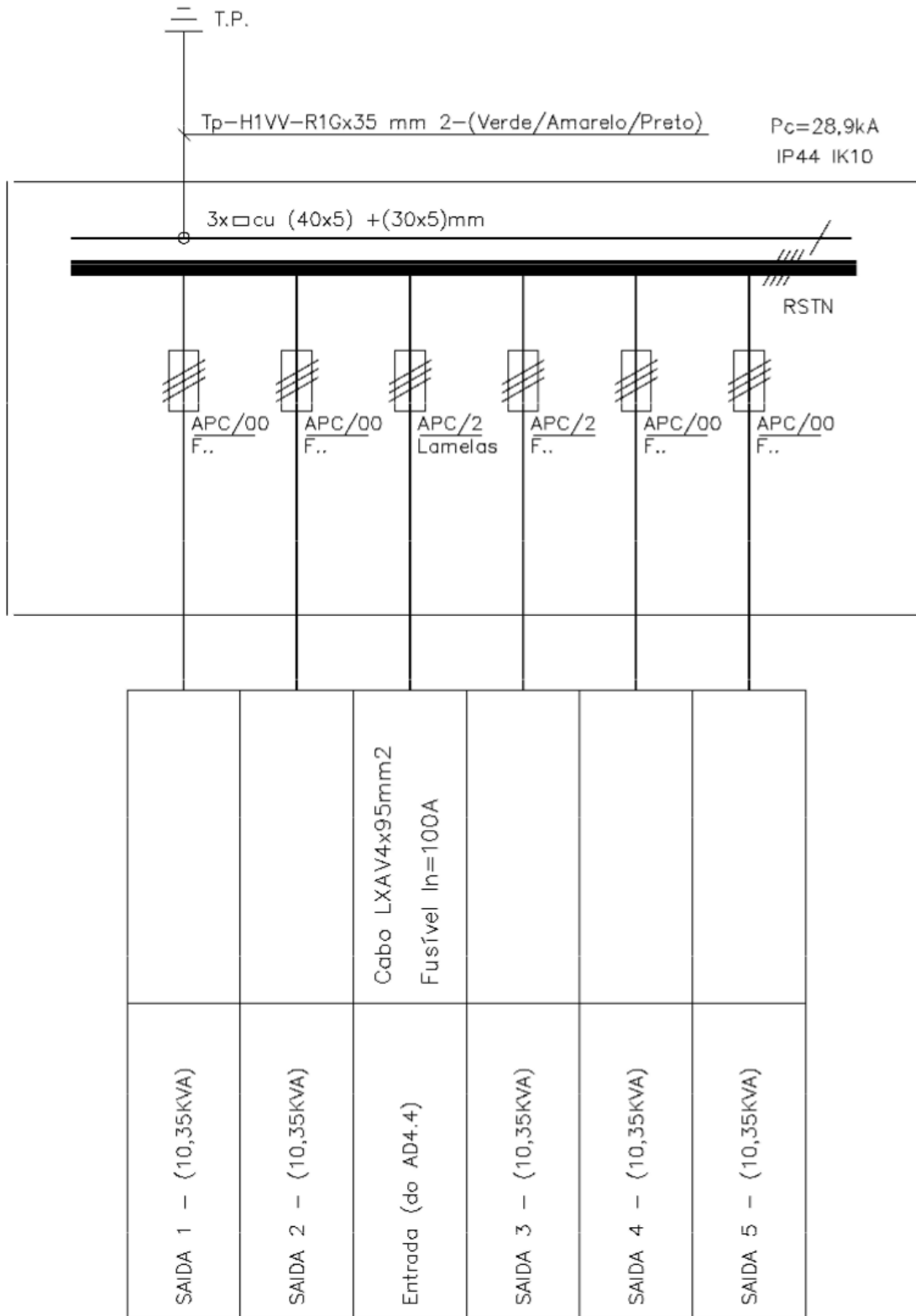
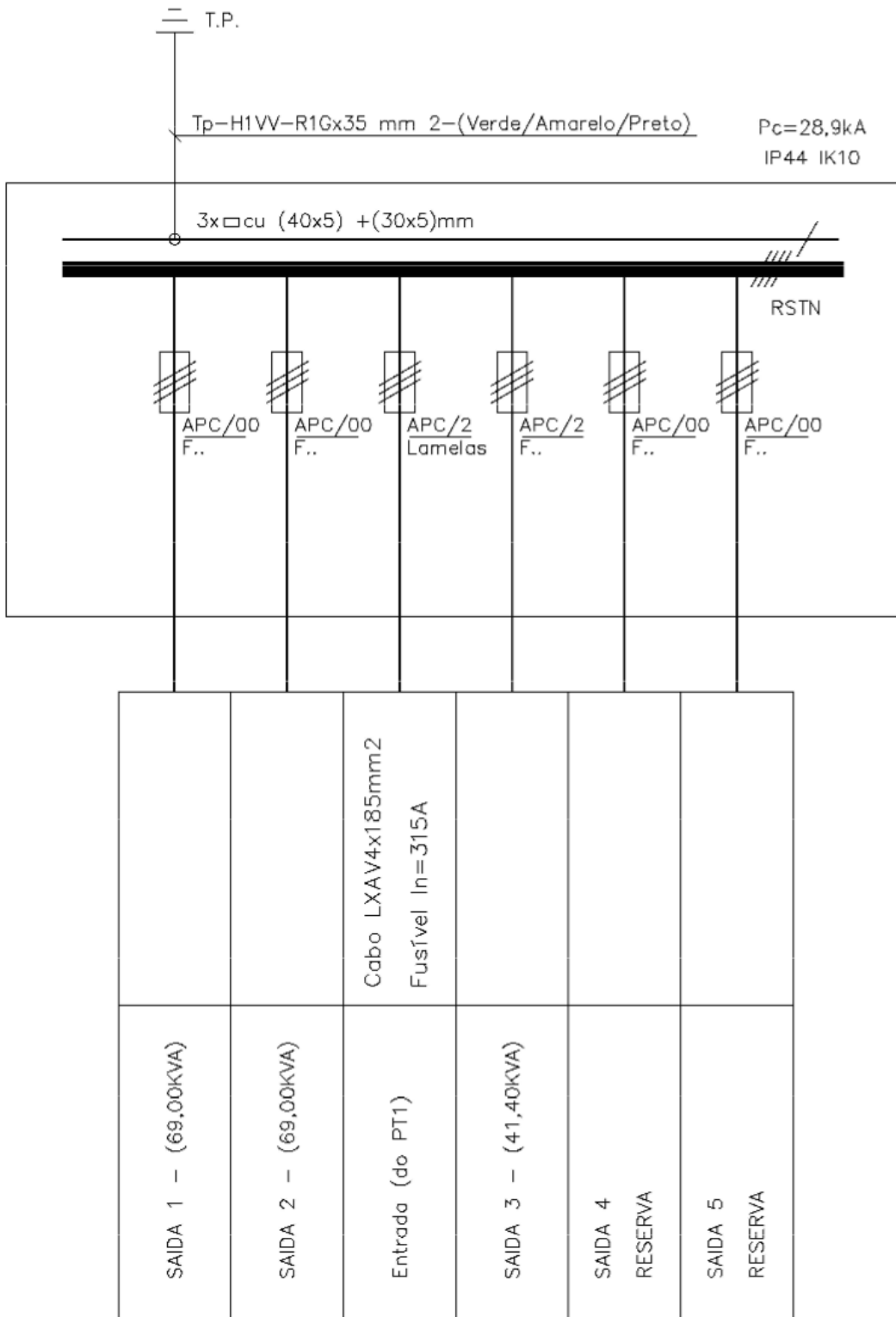


Figura 51 - Armário de distribuição 4.6

# ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO – TIPO W AD5



*Figura 52 - Armário de distribuição 5*

## ANEXO II – ESTIMATIVA ORÇAMENTAL

Neste anexo, é evidenciado todo o trabalho executado tendo em vista a medição e estimativa orçamental do projeto de infraestruturas de eletricidade.

Empreitada: Reserva Fundiária na província do Uíge - Estimativa Orçamental						
Artigo	Designação	Un	Quantidades	Preço Unitário	Importâncias	
				Euro (€)	Parciais	Totais
<b>7.</b>	<b>INFRA-ESTRUTURAS DE ELECTRICIDADE</b>					
<b>7.1</b>	<b>Rede Subterrânea de Média Tensão</b>					
<b>7.1.1</b>	<b>Valas</b>					
7.1.1.1	Abertura e tapamento de vala, com 1,30m de profundidade, com fundo de 0,10m de areia, fita e rede sinalizadora a 0,10m dos cabos, compactação de inertes e remoção dos produtos sobrantes.	ml	5.250	9,65	50.663	50.663
<b>7.1.2</b>	<b>Tubagem</b>					
7.1.2.1	Fornecimento e montagem de tubo corrugado com interior liso PEAD Ø 160 10Kg/cm2.	ml	3.050	7,9	24.095	
7.1.2.2	Fornecimento e montagem de tubo corrugado com interior liso PEAD Ø 160 10Kg/cm2, maciçado (travessias).	ml	1.130	12,9	14.577	
7.1.2.3	Fornecimento e montagem de espaçadeiras para suporte de tubo corrugado com interior liso PEAD 160 (de 3 em 3m).	un	1.018	1	1.018	39.690
<b>7.1.3</b>	<b>Cabos</b>					
7.1.3.1	Fornecimento e montagem de cabo do tipo LXHIO1AE 12/20 kV 1x240mm (interligação de postos de transformação).	ml	13.460	10,86	146.176	
7.1.3.2	Fornecimento, montagem e ligação de terminais de compressão para as diferentes secções a aplicar nas extremidades de todos os cabos e todos os acessórios de ligação.	un	48	87,5	4.200	150.376
<b>7.1.4</b>	<b>Caixas</b>					
7.1.4.1	Execução de caixas de passagem cilíndrica Ø1,20m de interior, com tampa hidráulica Ø 0,6m assente em argola troncocónica e profundidade de 1,4m.	un	52	370	19.240	19.240

Empreitada: Reserva Fundiária na província do Uíge - Estimativa Orçamental						
Artigo	Designação	Un	Quantidades	Preço Unitário	Importâncias	
				Euro (€)	Parciais	Totais
<b>7.1.5</b>	<b>Postos de Transformação</b>					
<b>7.1.5.1</b>	<b>Edifício</b>					
7.1.5.1.1	Fornecimento e montagem de edifício modular pré-fabricado de betão - Kiobet refª R1010 T1D da Schneider, ou similar, de dimensões interiores 4.720 x 2.400 x 2.310 mm.	un	9	11.640,00	104.760	
7.1.5.1.2	Escavação de um fosso de dimensões 4.450 x 3.060 mm e profundidade de 700 mm para alojar o kiobet M1, com um leito de areia nivelada de 150 mm.	un	9	1.000,00	9.000	113.760
<b>7.1.5.2</b>	<b>Aparelhagem de Alta Tensão</b>					
7.1.5.2.1	Fornecimento e montagem de cela de entrada SM6 IM 24KV 630A 16KA/1s da Schneider, equipada com interruptor - seccionador - seccionador de terra em SF6, CDO CIT manual.	un	27	2.960,00	79.920	
V1.1.6.2.2	Fornecimento e montagem de cela proteção disjuntor SM6 DM1C 24KV 630A 16KA/1s, disjuntor SFSet cdo manual, VIP 30, seccionador a jusante com P.D.F., instalada	un	9	14.380,00	129.420	209.340
<b>7.1.5.3</b>	<b>Transformadores</b>					
7.1.5.3.1	Fornecimento e montagem e transformador de potência, trifásico, interior e em banho de óleo mineral, norma IEC.	un	9	23.400,00	210.600	
	Características:					
	- Potência nominal: 630 kVA.					
	- Tensão primária: 15 KV.					
7.1.5.3.2 -	Fornecimento e montagem de relé DGPT2 para deteção de gás, pressão e temperatura do transformador, com as suas ligações à alimentação e ao elemento disparador da proteção correspondente, devidamente protegidas contra sobreintensidades.	un	9	770	6.930	
7.1.5.3.3	Fornecimento e montagem de jogo de 3 pontas de cabos MT unipolares com isolamento seco termoestável de polietileno reticulado, isolamento 12/20 kV, tipo LXHIOZ1 de 240 mm² em alumínio com os respetivos elementos de ligação de acordo com as normas em vigor.	un	9	1.200,00	10.800	
7.1.5.3.4	Fornecimento e montagem de cabos BT unipolares com isolamento seco 0.6/1 kV de alumínio, de 2x380 mm² para cada fase e de 1x380 mm² para o neutro.	un	9	1.360,00	12.240	240.570

Empreitada: Reserva Fundiária na província do Uíge - Estimativa Orçamental						
Artigo	Designação	Un	Quantidades	Preço Unitário	Importâncias	
				Euro (€)	Parciais	Totais
<b>7.1.5.4</b>	<b>Quadro de Baixa Tensão</b>					
7.1.5.4.1	Fornecimento e montagem de quadro de baixa tensão modelo Prisma Plus da Schneider, ou similar, para proteção de saída de transformador contendo um disjuntor Compact NS1000N Micrologic 2.0, tetrapolar, de calibre 1000 A reguláveis.	un	9	1.360,00	12.240	12.240
<b>7.1.5.5</b>	<b>Sistema de Ligação à Terra</b>					
7.1.5.5.1	Fornecimento e montagem de 2 conjuntos de terras exteriores, código 8/44 Unesa da Schneider, ou similar, incluindo 4 picas de 4,00m de comprimento, cabo de cobre nú, cabo de cobre isolado de 0,6/1kV e elementos de ligação.	un	9	3.640,00	32.760	
7.1.5.5.2	Fornecimento e montagem de terras interiores para continuidade com as terras exteriores, formado por cabo de 35 mm <sup>2</sup> de cobre nu para a terra de proteção e isolada da terra de serviço, com as suas ligações e caixas de seccionamento.	un	9	900	8.100	40.860
<b>7.1.5.6</b>	<b>Diversos</b>					
7.1.5.6.1	Fornecimento e montagem de luminária fluorescente 2x58W IP65, adequada para proporcionar nível de iluminação suficiente para verificação, revisão e manobras + tomadas monofásicas.	un	9	250	2.250	
7.1.5.6.2	Fornecimento e montagem de bloco autónomo para iluminação de segurança (ambiente) com autonomia de 3 horas.	un	9	200	1.800	
7.1.5.6.3	Fornecimento e montagem de extintor CO2 de 5Kg, incluindo acessório de fixação	un	9	80	720	
7.1.5.6.4	Fornecimento e montagem de tapete isolado, com nível de isolamento de 40 kV.	un	9	200	1.800	
7.1.5.6.5	Fornecimento e instalação de placa regulamentar 'PRIMEIROS SOCORROS'.	un	9	20	180	
7.1.5.6.6	Fornecimento e instalação de placa regulamentar 'PRIMEROS AUXILIOS'.	un	9	14	126	
7.1.5.6.7	Execução de caixas de visita de M.T. em tijolo de 0,15m devidamente rebocadas, com as dimensões 2,0x2,0x1,4m e tampa hidráulica, revestida ao pavimento envolvente.	un	9	750	6.750	13.626
<b>Total Rede de Média Tensão</b>						<b>890.364</b>

Empreitada: Reserva Fundiária na província do Uíge - Estimativa Orçamental						
Artigo	Designação	Un	Quantidades	Preço Unitário	Importâncias	
				Euro (€)	Parciais	Totais
<b>7.2</b>	<b>Rede de Baixa Tensão</b>					
<b>7.2.1</b>	<b>Valas</b>					
7.2.1.1 -	Abertura e tapamento de vala, com 1,20m de profundidade, com fundo de 0,10m de areia, fita e rede sinalizadora a 0,10m dos cabos, compactação de inertes e remoção dos produtos sobrantes.	ml	690	8,9	6.141	
7.2.1.2 -	Abertura e tapamento de vala, com 0,80m de profundidade, com fundo de 0,10m de areia, fita e rede sinalizadora a 0,10m dos cabos, compactação de inertes e remoção dos produtos sobrantes.	ml	14.900	6,85	102.065	108.206
<b>7.2.2</b>	<b>Tubagem</b>					
7.2.2.1 -	Fornecimento e montagem de tubo corrugado com interior liso PEAD Ø 125 10Kg/cm2, maciçado (nas travessias).	ml	2.180	9,6	20.928	
7.2.2.2 -	Fornecimento e montagem de tubo PET Ø 4" - 4Kg/cm2, enterrado a 0,7m de profundidade, para enfiamento futuro das baixadas.	ml	24.390	4,65	113.414	134.342
<b>7.2.3</b>	<b>Cabos</b>					
7.2.3.1 -	Fornecimento, montagem e ligação de cabos tipo.					
	- LXAV 4x95mm <sup>2</sup>	ml	8.395	14,2	119.209	
	- LXAV 4x185mm <sup>2</sup>	ml	7.505	21,2	159.106	
7.2.3.2 -	Fornecimento e colocação de abraçadeiras para identificação dos cabos, a aplicar de 5m em 5m.	un	3.180	0,4	1.272	
7.2.3.3 -	Fornecimento de extremidades termoretráteis para as diferentes secções a aplicar nas extremidades de todos os cabos.					
	- Extremidade fim de cabo AL 95mm <sup>2</sup>	un	188	28	5.264	
	- Extremidade fim de cabo AL 185mm <sup>2</sup>	un	110	37,6	4.136	288.987
<b>7.2.4</b>	<b>Armários</b>					
7.2.4.1 -	Fornecimento e montagem de armários de distribuição série ADE da Vidropol ou similar, com as características indicadas na memória descritiva e desenhos anexos, equipados com triblocos.					
	- ADx - tipo W	un	148	620	91.760	
7.2.4.2 -	Execução de maciços de betão e caixas de visita com tampa em chapa de ferro estriada, com as indicações "E.N.E.", para os armários de distribuição.	un	148	224,4	33.211	

Empreitada: Reserva Fundiária na província do Uíge - Estimativa Orçamental						
Artigo	Designação	Un	Quantidades	Preço Unitário	Importâncias	
				Euro (€)	Parciais	Totais
7.2.4.3 -	Fornecimento e montagem de elétrodos tipo "Piquett" incluindo cabo VV-R1x35mm <sup>2</sup> , para ligação à terra em todos os armários.	un	148	26,4	3.907	128.878
<b>7.2.5</b>	<b>Caixas</b>					
7.2.5.1 -	Execução de caixas de visita em tijolo de 0,15m devidamente rebocadas, com as dimensões 0,6x0,6x0,8m e tampa hidráulica, revestida ao pavimento envolvente.	un	48	312	14.976	14.976
<b>Total Rede de Distribuição em Baixa Tensão</b>						<b>675.389</b>

<b>7.3</b>	<b>Rede de Iluminação Pública</b>					
<b>7.3.1</b>	<b>Valas</b>					
7.3.1.1	Abertura e tapamento de vala, com 1,20m de profundidade, com fundo de 0,10m de areia, fita e rede sinalizadora a 0,10m dos cabos, compactação de inertes e remoção dos produtos sobrantes.	ml	330	8,9	2.937	
7.3.1.2	Abertura e tapamento de vala, com 0,80m de profundidade, com fundo de 0,10m de areia, fita e rede sinalizadora a 0,10m dos cabos, compactação de inertes e remoção dos produtos sobrantes.	ml	6.780	6,85	46.443	49.380
<b>7.3.2</b>	<b>Tubagem</b>					
7.3.2.1	Fornecimento e montagem de tubo corrugado com interior liso PEAD Ø 125 10Kg/cm <sup>2</sup> , maciçado (nas travessias).	ml	1.840	9,6	17.664	17.664
<b>7.3.3</b>	<b>Cabos</b>					
7.3.3.1	Fornecimento, montagem e ligação de cabos tipo.					
	- LXAV 4x16mm <sup>2</sup>	ml	14.860	4,7	69.842	
7.3.3.2	Fornecimento e colocação de abraçadeiras para identificação dos cabos, a aplicar de 5m em 5m.	un	2.972	0,4	1.189	
7.3.3.3	Fornecimento e montagem de extremidades termoretráteis incluindo terminais bimetálicos.					
	- Extremidade para cabo AL de 16mm <sup>2</sup>	un	712	22,5	16.020	87.051
<b>7.3.4</b>	<b>Caixas</b>					
7.3.4.1	Execução de caixas de visita em tijolo de 0,15m devidamente rebocadas, com as dimensões 0,6x0,6x0,8m e tampa hidráulica, revestida ao pavimento envolvente.	un	48	312	14.976	14.976

Empreitada: Reserva Fundiária na província do Uíge - Estimativa Orçamental						
Artigo	Designação	Un	Quantidades	Preço Unitário	Importâncias	
				Euro (€)	Parciais	Totais
<b>7.3.5</b>	<b>Colunas e luminárias</b>					
7.3.5.1	C1 - Fornecimento e montagem de Candeeiro simples, hu=10 m, com 1 luminária Streetlight Midi 10 LED/74W, em coluna troncocónica, hu=10 m, sem braço, com inclinação de 0°, fixação por flange ou por enterramento, fixação universal (diâmetro ø46mm ø76mm), placa porta acessórios, incluindo todos acessórios elétricos (reatância eletrónica), tensão frequência 230V/50Hz, classe de segurança elétrica: I - EU, da Siteco ou similar.					
		un	264	494,61	130.577	
7.3.5.2	C2 - Fornecimento e montagem de Candeeiro duplo, hu=10 m, com 2 luminárias Streetlight Midi 10 LED/74W, em coluna troncocónica, hu=10m, sem braço, com inclinação de 0°, fixação por flange ou por enterramento (diâmetro ø46mm ø76mm), placa porta acessórios, incluindo todos acessórios elétricos (reatância eletrónica), tensão frequência 230V/50Hz, classe de segurança elétrica: I - EU, da Siteco ou similar.					
		un	92	695,12	63.951	
7.3.5.3	Eletrificação de colunas e luminárias, incluindo aparelhagem de proteção e respetivas ligações a cabo H05 VH-F3G2,5mm².	un	356	45	16.020	
7.3.5.4	Fornecimento e montagem de elétrodos tipo "Piquett" incluindo cabo VV-U2,5mm², para ligação do neutro à terra, nas colunas de I.P.	un	356	30	10.680	221.228
<b>Total Rede de Iluminação Pública</b>						<b>390.299</b>
<b>Total</b>						<b>1.956.052</b>

## ANEXO III – COMPRIMENTO PROTEGIDO CONTRA CURTO-CIRCUITO POR FUSÍVEIS

Neste anexo, é evidenciado todo o trabalho executado tendo em vista a medição e estimativa orçamental do projeto de infraestruturas de eletricidade.

Redes subterrâneas de distribuição de energia em baixa tensão em cabos isolados de alumínio dos tipos LXAV, LVAV, LSVAV, LXV, LSXV, LVV e LSVV  
Comprimentos máximos protegidos contra curto-circuitos por fusíveis de a.p.c. do tipo gG (NP-3524)

CONDUTORES		FUSÍVEL		CANALIZAÇÃO	
Secção da Fase (mm <sup>2</sup> )	Secção do Neutro (mm <sup>2</sup> )	In (1) (A)	Icc (A)	L máx (2) (m)	
95	50	32	125	1 305	
		40	170	960	
		50	220	740	
		63	290	560	
		80	420	390	
		100	540	300	
		125	600	270	
		160	870	185	
		200	1 200	135	
	250	1 460	110		
	315	2 200/2 500 (3)	75/65 (3)		
	95	95	32	125	1 890
			40	170	1 390
			50	220	1 075
			63	290	815
			80	420	565
			100	540	440
			125	600	395
			160	870	270
200			1 200	195	
250			1 460	160	
315	2 050	115			
400	2 600	90			
120	70	32	125	1 760	
		40	170	1 295	
		50	220	1 000	
		63	290	760	
		80	420	525	
		100	540	405	
		125	600	365	
		160	870	255	
		200	1 200	185	
		250	1 460	150	
		315	2 050	105	
	400	2 600/2 960 (3)	85/75 (3)		
	120	120	32	125	2 390
			40	170	1 755
			50	220	1 355
			63	290	1 030
			80	420	710
			100	540	555
			125	600	500
			160	870	345
			200	1 200	250
250			1 460	205	
315	2 050	145			
400	2 600	115			

Figura 53 - Comprimentos máximos protegidos por contra curto-circuito por fusível



## ANEXO IV – ESTUDO LUMINOTÉCNICO

Neste anexo, está evidenciado o estudo luminotécnico que levou à conceção da rede de iluminação pública.



### Iluminação Exterior

Instalação : Rede de Iluminação Pública em Reserva Fundiária

Número do projecto

Cliente :

Responsável : Ricardo João da Costa Ribeiro

Data : 16.06.2017

Descrição do projecto:

Estudo luminotécnico para projeto da rede de iluminação pública.

Os seguintes valores baseiam-se em cálculos exactos de lâmpadas e luminárias calibradas e e sua disposição. Na prática podem verificar-se desvios graduais. Não é possível garantir pelos dos dados das luminárias. O fabricante não se responsabiliza por danos directos ou indirectos causados ao utilizador ou a terceiros.

---

Ricardo João da Costa Ribeiro

Objecto : Iluminação Exterior  
Instalação : Rede de Iluminação Pública em Reserva Fundiária  
Número do projecto :  
Data : 16.06.2017

**RELUX®**  
light simulation tools

## 1 Dados de luminária

### 1.1 Siteco, Streetlight 10 midi LED | S... (5XA5824K1A08)

#### 1.1.1 Ficha de dados

Fabricante: Siteco

**siteco**  
AN OSRAM BUSINESS

#### 5XA5824K1A08 mast luminaire-pylon top Streetlight 10 midi LED | ST1.2a

Streetlight 10 midi LED, mast luminaire, primary light control with 3 zone faceted reflector, of plastic, aluminium vapourised, primary optical cover: cover, of PMMA, transparent, light distribution: ST1.2a, light emission: direct distribution, primary light characteristic: asymmetric, installation type: side-entry, post-top, LED, LED High Power, luminous flux: 9.000 lm, luminous efficacy: 122lm/W, light colour: 740, colour temperature: 4000K, control gear: ECG Basic, control: power reduction, overheat protection, electronic power reduction, with terminal, 5-pole, max. 2.5mm<sup>2</sup>, mains connection: 220..240V, AC, 50/60Hz, start of lifetime: 74 W, end of lifetime: 74 W, reduction: 36 W, luminaire housing, of diecast aluminium, powder-coated, Siteco® metallic grey (DB 702S), length: 800 mm, width: 387 mm, height: 168mm, spigot size: 60/76mm (post-top) and 42/60mm (side-entry), mast flange for spigot size: 42mm: 5XA58100XM4, 60mm: 5XA58100XM2, 76mm: 5XA58100XM1, protection rating (complete): IP66, insulation class (complete): insulation class II (safety insulation), certification: CE, ENEC, VDE, permissible ambient temperature for outdoor applications: -25..+50°C, standard-compliant lighting for roads and squares, packaging unit: 1 piece

Light Distribution: ST1.2a

factory setting: luminousflux part=100%

#### Dados de luminária

Grau de rendimento : 100%  
Eficácia luminosa das luminárias: 122.12 lm/W  
Classificação : A30 ↓ 100.0% ↑ 0.0%  
CIE Flux Codes : 32 70 96 100 100  
UGR 4H 8H : 36.1 / 14.5  
Lâmpada : ECG Basic  
Potência : 73.7 W  
Fluxo luminoso : 9000 lm

#### Equipado com

Quantidade : 2  
Designação : LED 4000K /  
CRI >= 70  
Potência : 36 W  
Cor : 4000K  
Fluxo luminoso : 4500 lm  
Restituição cromática : 73

Medidas : 800 mm x 386 mm x 168 mm

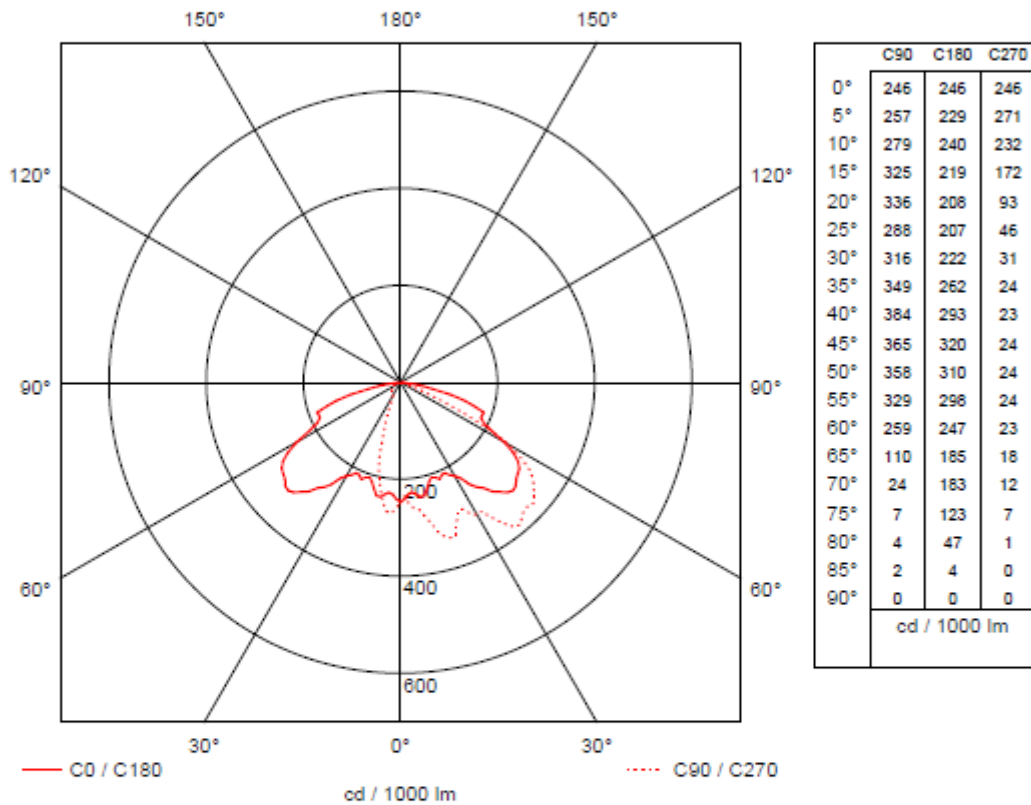


Objecto : Iluminação Exterior  
 Instalação : Rede de Iluminação Pública em Reserva Fundiária  
 Número do projecto:   
 Data : 16.06.2017

**RELUX®**  
 light simulation tools

### 1.1 Siteco, Streetlight 10 midi LED | S... (5XA5824K1A08)

#### 1.1.2 GDL



Modelo : Siteco      Eficiência : 100%  
 Número de artigo : 5XA5824K1A08/      Eficácia luminosa das luminárias: 122 lm/W (A30)  
 Nome/designação : Streetlight 10 midi LED | ST1.2a      Distribuição de luz : simetr. c/C90-C270  
 Equipado com : 2 x LED 4000K / CRI >= 70 36 W / 4t      Ângulo de iluminação : -- C0-C180  
 Medidas : C 800 mm x L 386 mm x A 168 mm      -- C90  
 Nome de ficheiro : rx715412223.idt      -- C270

Ricardo João da Costa Ribeiro

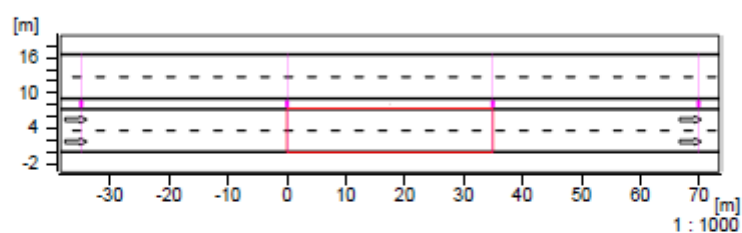
Objecto : Iluminação Exterior  
Instalação : Rede de Iluminação Pública em Reserva Fundiária  
Número do projecto :  
Data : 16.06.2017

**RELUX®**  
light simulation tools

## 2 Malha A

### 2.1 Descrição, Malha A

#### 2.1.1 Planta



Rua		Tipo de luminária	:5XA5824K1A08
Perfil da estrada	: com separação de vias	Colocação de luminárias	: Eixo da via (duas filas)
Largura da via	: 7.50 m	Altura do foco luminoso	: 10.00 m
Nº de faixas	: 2	Distância entre luminárias	35.00 m
Material do piso da estrada	R3	Extensão da luminária	: -0.50 m
q0	: 0.08	Inclinação da luminária	: 0.00°

Ricardo João da Costa Ribeiro

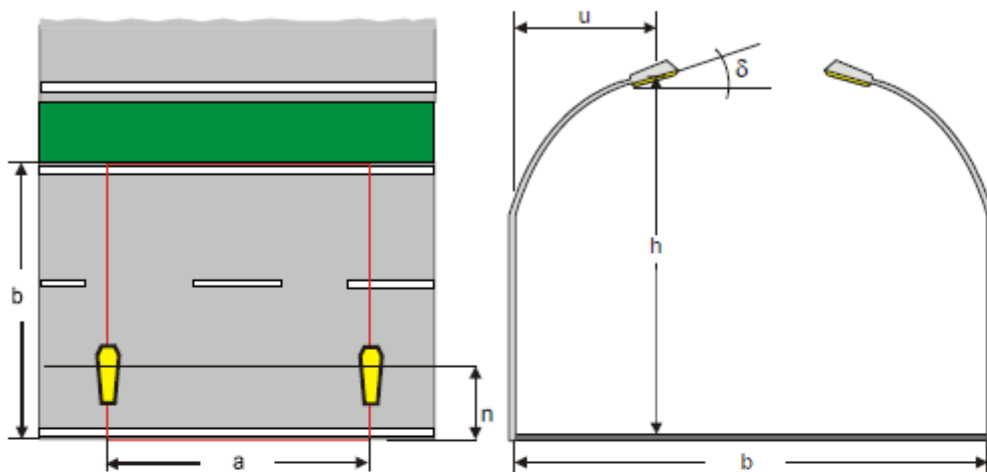
Objecto : Iluminação Exterior  
 Instalação : Rede de Iluminação Pública em Reserva Fundiária  
 Número do projecto:  
 Data : 16.06.2017

**RELUX®**  
 light simulation tools

## 2 Malha A

### 2.2 Resumo, Malha A

#### 2.2.1 Resumo dos resultados, Rua



#### Dados de luminária

Modelo : Siteco  
 Nº de artigo : 5XA5824K1A08/  
 Nome/designação : Streetlight 10 midi LED | ST1.2a  
 Equipado com : 2 x LED 4000K / CRI >= 70 36 W / 4500 lm

Perfil da estrada : com separação de vias	Colocação de luminárias : Eixo da via (duas filas)
Largura da via (b): 7.50 m	Altura do foco luminoso (h): 10.00 m
Nº de faixas : 2	Distância entre luminárias (a): 35.00 m
Material do piso da estrada: R3	Extensão da luminária (u): -0.50 m
q0 : 0.08	Inclinação da luminária (delta): 0.00°
Condução à direita	Factor de manutenção : 0.95

#### Luminância

Localização do observador 1 : x=-60.00m, y=1.88m, z=1.50m  
 Médio : 1.32 cd/m<sup>2</sup> (ME3a 1 mín)  
 Uo (mín./média) : 0.58 (ME3a 0.4 mín)

Localização do observador 2 : x=-60.00m, y=5.63m, z=1.50m  
 Médio : 1.2 cd/m<sup>2</sup> (ME3a 1 mín)  
 Uo (mín./média) : 0.6 (ME3a 0.4 mín)

#### Uniformidade longitudinal

UI (B1: x = -60.00, y = 1.88, z = 1.50) : 0.73 (ME3a 0.7 mín)  
 UI (B2: x = -60.00, y = 5.63, z = 1.50) : 0.73 (ME3a 0.7 mín)

#### Encandeamento/luminosidade ambiente

TI (B2: y=5.63m) : 7 % (ME3a 15 máx)  
 SR : 0.66 (ME3a 0.5 mín)

Objecto : Iluminação Exterior  
 Instalação : Rede de Iluminação Pública em Reserva Fundiária  
 Número do projecto:  
 Data : 18.06.2017

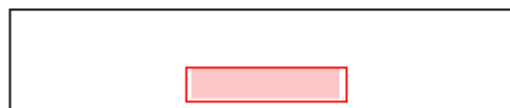


## 2 Malha A

### 2.3 Resultados do cálculo, Malha A

#### 2.3.1 Tabela, Rua (C)

[m]	1,7	1,49	1,51	1,55	1,51	1,73	1,93	2,09	2,28	1,98	1,51	1,83
6.88	1,72	1,57	1,51	1,54	1,52	1,68	1,81	1,92	2	1,79	1,5	1,56
5.63	1,34	1,29	1,28	1,31	1,34	1,41	1,59	1,63	1,57	1,48	1,27	1,27
4.38	1,05	1,08	1,01	1,07	1,13	1,2	1,32	1,42	1,35	1,24	1,14	1,05
3.13	0,85	0,95	0,85	0,91	0,97	1,01	1,1	1,18	1,11	0,99	1,03	0,87
1.88	0,77	0,83	0,77	0,79	0,83	0,87	0,93	0,92	0,88	0,83	0,87	0,77
0.63	1,46	4,38	7,29	10,21	13,13	16,04	18,96	21,88	24,79	27,71	30,63	33,54
	Luminância [cd/m²]											



Localização do observador 1		: x = -60, y = 1.88, z = 1.5
Luminância média	Lm	: 1.32 cd/m²
Luminância mínima	Lmin	: 0.77 cd/m²
Uniformidade global Uo	Lmin/Lm	: 0.58
Incremento do valor limiar	TI	: 5 %
Uniformidade longitudinal UI	Lmin/Lmax	: 0.73

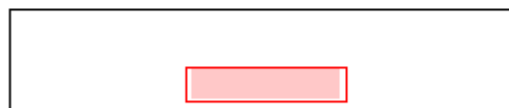
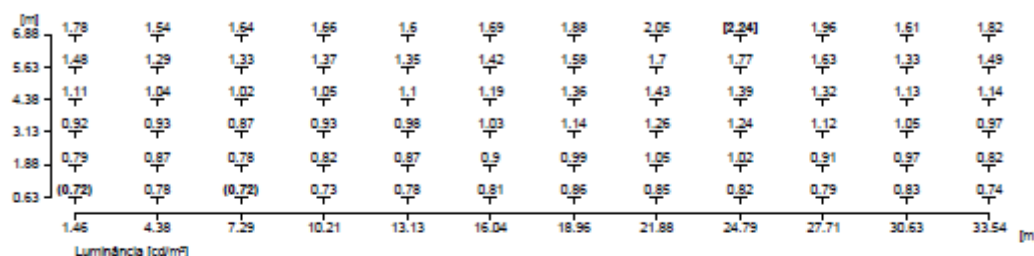
Ricardo João da Costa Ribeiro

Objecto : Iluminação Exterior  
 Instalação : Rede de Iluminação Pública em Reserva Fundiária  
 Número do projecto :  
 Data : 16.06.2017

**RELUX®**  
 light simulation tools

## 2.3 Resultados do cálculo, Malha A

### 2.3.2 Tabela, Rua (C)



Localização do observador 2	: x = -60, y = 5.63, z = 1.5
Luminância média	Lm : 1.2 cd/m²
Luminância mínima	Lmin : 0.72 cd/m²
Uniformidade global Uo	Lmin/Lm : 0.6
Incremento do valor limiar	TI : 7 %
Uniformidade longitudinal UI	Lmin/Lmax : 0.73

Ricardo João da Costa Ribeiro

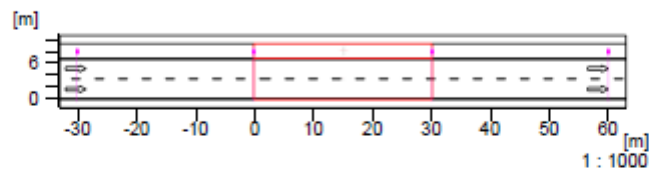
Objecto : Iluminação Exterior  
Instalação : Rede de Iluminação Pública em Reserva Fundiária  
Número do projecto :  
Data : 16.06.2017

**RELUX®**  
light simulation tools

### 3 Malha B

#### 3.1 Descrição, Malha B

##### 3.1.1 Planta



Rua  
Perfil da estrada : sem separação de vias  
Largura da via : 7.00 m  
Nº de faixas : 2  
Material do piso da estrada : R3  
q0 : 0.08

Tipo de luminária : 5XA5824K1A08  
Colocação de luminárias: Fila à esquerda  
Altura do foco luminoso : 10.00 m  
Distância entre luminárias 30.00 m  
Extensão da luminária : -1.00 m  
Inclinação da luminária : 0.00°

Margem: =>

Ricardo João da Costa Ribeiro

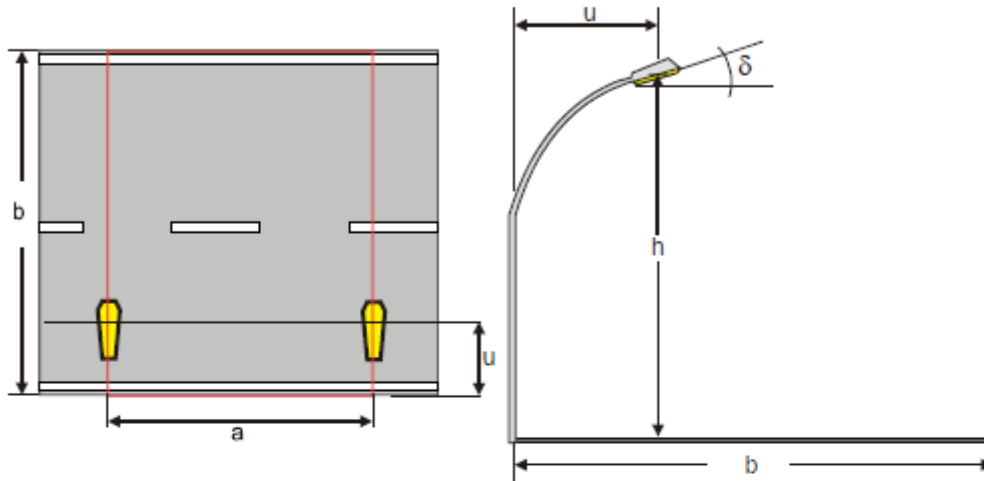
Objecto : Iluminação Exterior  
 Instalação : Rede de Iluminação Pública em Reserva Fundiária  
 Número do projecto:   
 Data : 16.06.2017

**RELUX®**  
 light simulation tools

### 3 Malha B

#### 3.2 Resumo, Malha B

##### 3.2.1 Resumo dos resultados, Rua



##### Dados de luminária

Modelo : Siteco  
 Nº de artigo : 5XA5824K1A08/  
 Nome/designação : Streetlight 10 midi LED | ST1.2a  
 Equipado com : 2 x LED 4000K / CRI >= 70 36 W / 4500 lm

Perfil da estrada	: sem separação de vias	Colocação de luminárias	: Fila à esquerda
Largura da via	(b): 7.00 m	Altura do foco luminoso	(h): 10.00 m
Nº de faixas	: 2	Distância entre luminárias	(a): 30.00 m
Material do piso da estrada:	R3	Extensão da luminária	(u): -1.00 m
q0	: 0.08	Inclinação da luminária	(delta): 0.00°
Condução à direita		Factor de manutenção	: 0.95

##### Luminância

Localização do observador 1 : x=-60.00m, y=1.75m, z=1.50m  
 Médio : 1.21 cd/m<sup>2</sup> (ME3a 1 mín)  
 Uo (mín./média) : 0.66 (ME3a 0.4 mín)

Localização do observador 2 : x=-60.00m, y=5.25m, z=1.50m  
 Médio : 1.1 cd/m<sup>2</sup> (ME3a 1 mín)  
 Uo (mín./média) : 0.69 (ME3a 0.4 mín)

##### Uniformidade longitudinal

UI (B1: x = -60.00, y = 1.75, z = 1.50) : 0.71 (ME3a 0.7 mín)  
 UI (B2: x = -60.00, y = 5.25, z = 1.50) : 0.79 (ME3a 0.7 mín)

##### Encandeamto/luminosidade ambiente

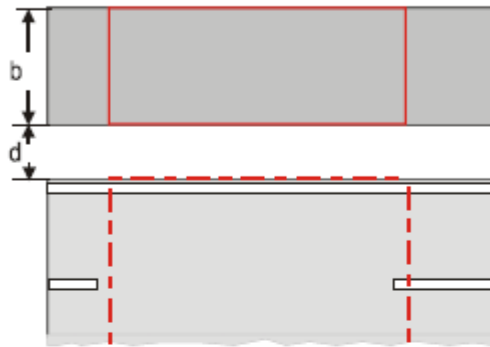
TI (B2: y=5.25m) : 6 % (ME3a 15 máx)  
 SR : 0.76 (ME3a 0.5 mín)

Objecto : Iluminação Exterior  
Instalação : Rede de Iluminação Pública em Reserva Fundiária  
Número do projecto :  
Data : 16.06.2017

**RELUX**<sup>®</sup>  
light simulation tools

### 3.2 Resumo, Malha B

#### 3.2.2 Resumo dos resultados, Nova margem à esquerda (1)



Margem : Superfície genérica  
Largura da via (b): 2.50 m  
Distância até a estrada (d): 0.00 m

veja também Vista geral do resultado Estrada

#### **Iluminância horizontal E**

Médio : 12.9 lx  
Mínimo : 7.3 lx  
Máximo : 20.4 lx  
Mín./média : 0.57  
Mín./máx. : 0.36

Objecto : Iluminação Exterior  
 Instalação : Rede de Iluminação Pública em Reserva Fundiária  
 Número do projecto:  
 Data : 16.06.2017

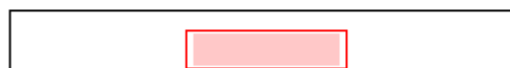


### 3 Malha B

#### 3.3 Resultados do cálculo, Malha B

##### 3.3.1 Tabela, Rua (C)

[m]	1,41	1,29	1,3	1,37	1,41	1,42	1,47	1,38	1,29	1,45
6.42	1,43	1,37	1,41	1,52	1,5	[1,63]	1,58	1,43	1,32	1,38
5.25	1,18	1,2	1,25	1,37	1,56	1,61	1,43	1,33	1,2	1,18
4.08	1,01	1,06	1,08	1,25	1,38	1,44	1,33	1,16	1,1	1,02
2.92	0,88	0,99	0,95	1,05	1,19	1,25	1,11	0,96	1,02	0,89
1.75	(0,8)	0,88	0,86	0,92	1,02	1,01	0,92	0,84	0,88	(0,8)
0.58										
	1.50	4.50	7.50	10.50	13.50	16.50	19.50	22.50	25.50	28.50
	Luminância [cd/m²]									



Localização do observador 1	: x = -60, y = 1.75, z = 1.5
Luminância média	Lm : 1.21 cd/m²
Luminância mínima	Lmin : 0.8 cd/m²
Uniformidade global Uo	Lmin/Lm : 0.66
Incremento do valor limiar	TI : 5 %
Uniformidade longitudinal UI	Lmin/Lmax : 0.71

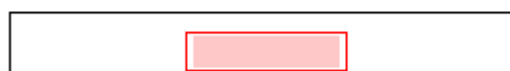
Objecto : Iluminação Exterior  
 Instalação : Rede de Iluminação Pública em Reserva Fundiária  
 Número do projecto :  
 Data : 16.06.2017



### 3.3 Resultados do cálculo, Malha B

#### 3.3.2 Tabela, Rua (C)

[m]	1.50	4.50	7.50	10.50	13.50	16.50	19.50	22.50	25.50	28.50
6.42	1.4	1.25	1.26	1.31	1.35	1.37	[1.43]	1.34	1.25	1.4
5.25	1.19	1.13	1.17	1.27	1.39	[1.43]	1.37	1.25	1.15	1.2
4.08	0.99	0.98	1.04	1.16	1.34	1.42	1.27	1.19	1.07	1.04
2.92	0.9	0.94	0.94	1.09	1.2	1.3	1.22	1.05	1	0.93
1.75	0.81	0.91	0.86	0.95	1.09	1.12	1.03	0.89	0.96	0.83
0.58	(0.76)	0.83	0.82	0.86	0.96	0.95	0.85	0.8	0.84	(0.76)
	Luminância [cd/m²]									



Localização do observador 2	: x = -60, y = 5.25, z = 1.5
Luminância média	Lm : 1.1 cd/m²
Luminância mínima	Lmin : 0.76 cd/m²
Uniformidade global Uo	Lmin/Lm : 0.69
Incremento do valor limiar	TI : 6 %
Uniformidade longitudinal UI	Lmin/Lmax : 0.79

Ricardo João da Costa Ribeiro

# ANEXO V – FICHA TÉCNICA DO CABO DA REDE DE MT – LXHIO1AE

Neste anexo, está evidenciada a ficha técnica do cabo utilizado na conceção da rede de MT.


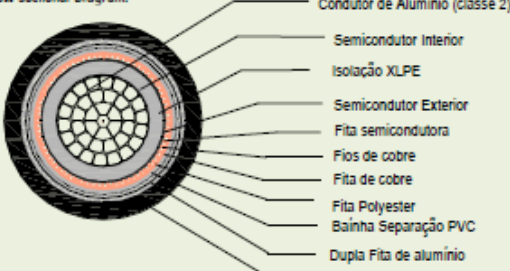
 <b>SolidAI</b> <small>Condutores Eléctricos, S.A.</small>		<b>FICHA TÉCNICA</b>	<small>Rev.:</small> <b>FT-CIMT/1891/IEC/00-1</b> <small>pág. 1/2</small>
<b>Tipo:</b>	<b>Cabo Isolado para tensão <math>U_0/U=12/20</math> (<math>U_m=24</math> kV)</b>	<b>Designação:</b>	<b>LXHIO1AE 12/20 kV 1x240/16</b>
		<b>Norma:</b>	<b>IEC 60502-2 apl.</b>
Descrição	Unidade	Características	
<b>1. Características Dimensionais</b>			
<b>1.1 Condutor</b>			
Norma	-	IEC 60228	
Tipo	-	Alumínio Classe 2 (Compactado)	
Secção Nominal	mm <sup>2</sup>	240	
Composição (nº mínimo de fios)	-	30	
Diâmetro aproximado	mm	18,5	
<b>1.2 Semicondutor Interior (aderente)</b>			
Material	-	Composto Semicondutor	
Espessura Nominal	mm	0,6	
Espessura Mínima	mm	0,5	
Diâmetro aproximado sobre o semicondutor	mm	19,8	
<b>1.3 Isolação do Condutor</b>			
Material	-	XLPE	
Espessura Nominal	mm	5,5	
Espessura Mínima	mm	4,85	
Diâmetro Aproximado sobre a isolamento	mm	31,0	
<b>1.4 Semicondutor Exterior (pelável)</b>			
Material	-	Composto Semicondutor	
Espessura Nominal	mm	0,6	
Espessura Mínima	mm	0,5	
Diâmetro aproximado sobre o semicondutor	mm	32,3	
<b>1.5 Fita de Cama</b>			
Material	-	Fita semi-condutora	
Diâmetro sobre a fita de cama	mm	33,3	
<b>1.6 Blindagem</b>			
Material	-	Combinação em Fios e Fita de Cobre	
Diâmetro nominal dos fios de cobre	mm	0,80	
Número de fios de cobre	-	32	
Secção Nominal	mm <sup>2</sup>	16	
Dimensões da fita de cobre	mmxmm	10x0,1	
Diâmetro aproximado sobre a blindagem	mm	35,1	

Figura 54 - Ficha técnica do cabo utilizado na rede MT 1/2

<b>1.7 Camada Separadora</b>		
Material	-	Fita de Polyester
Diâmetro aproximado sobre a fita	mm	35,2
<b>1.8 Armadura Metálica</b>		
<b>1.8.1 Bainha de Separação</b>		
Material	-	PVC
Espessura Nominal	mm	1,30
Diâmetro aproximado sobre a bainha interna	mm	38,0
<b>1.8.2 Fitas Metálicas</b>		
Material	-	Dupla Fita de Alumínio
Espessura Nominal	mm	0,50
Diâmetro aproximado sobre as fitas	mm	40,0
<b>1.9 Bainha Externa</b>		
Material/Cor	-	PE (ST <sub>7</sub> )/Preto
Espessura Nominal	mm	2,3
Espessura Mínima	mm	1,86
Diâmetro aproximado sobre do cabo	mm	45
Peso aproximado do cabo	g/m	2.140
<b>2. Características Eléctricas</b>		
<b>2.1 Gradiente de Potencial</b>		
Sobre o semicondutor interior	kV/mm	2,7
Sobre a isolação	kV/mm	1,8
<b>2.2 Resistência eléctrica máxima a 20°C</b>		
Condutor	Ω/Km	0,1250
Ecrã	Ω/Km	1,15
<b>2.3 Intensidade máx. adm. Em curto-circuito (1s)</b>		
Condutor	kA	22,6
Ecrã	kA	2,4
<b>2.4 Temperatura máxima do condutor</b>		
Regime Permanente	°C	90
Curto Circuito (máx. 5 s)	°C	250
<b>2.5 Capacidade Aparente</b>	µF/km	0,31

**Cross Sectional Diagram:**



Obs: A marcação será efectuada ao longo da bainha externa, de forma indelével e bem legível, por gravação em relevo e de acordo com a sequência a seguir indicada:

**SOLIDAL LXHI01AE 1x240/16 12/20 kV (1) / (2) (3)**

(1) - Ano de fabrico  
(2) - Ordem de fabrico  
(3) - Marcação métrica sequencial (por relevo ou pintura)

A distância entre o início de dois conjuntos de marcas consecutivos não deve ser superior a 1000 mm.

Figura 55 - Ficha técnica do cabo utilizado na rede MT 2/2

## ANEXO VI – FICHA TÉCNICA DO CABO DA REDE DE BT – LXAV

Neste anexo, está evidenciada a ficha técnica do cabo utilizado na conceção da rede de BT.

### CABOS INDUSTRIAIS

# ALCOBRE

CONDUTORES ELÉCTRICOS S.A.

Cabos de Baixa Tensão  
Tensão estipulada  $U_0/U$  0,6/1 kV

## LVAV - LXAV / U-1000 ARV FV

NORMAS	
IEC 60502-1 / NF C 32-322	LVAV - LXAV / U-1000 ARV FV - Construção e ensaios
DMA C33-200	EDP-Electricidade de Portugal
EN 60332-1-2 / IEC 60332-1-2	Não propagação da chama (cabo montado verticalmente, comprimento do cabo carbonizado $\leq$ 540mm)

CONSTRUÇÃO	
Condutor	Alumínio multifilar classe 2, circular ou sectorial
Isolação	LVAV – PVC Policloreto de vinilo LXAV / U-1000 ARV FV – XLPE Polietileno reticulado Identificação por cores LVAV / LXAV (HD 308.S2) U-1000 ARV FV (NF C 32-322)
Bainha Interior	PVC - Policloreto de vinilo
Armadura	Fitas de aço, aplicadas em hélice Fitas de alumínio em hélice, para monopolares
Bainha	PVC - Policloreto de vinilo

APLICAÇÃO GERAL	
Cabos armados, com fitas de aço, ou de alumínio nos monocondutores, para a distribuição de energia em Baixa Tensão, e para instalações industriais. Podem ser montados ao ar livre, em caleiras ou condutas, e enterrados em valas. Resistentes à acção dos roedores, impactos ou esmagamento.	
Os cabos monopolares destinados a instalações de corrente alternada, são dotados de armadura constituída por material não magnético, fitas de alumínio. Estes designam-se por LV1AV / LX1AV.	
Podem ser fornecidos mediante acordo: resistente ao Óleo, resistência ao Hidrocarboneto.	

CARACTERÍSTICAS GERAIS	
Tensão de ensaio	3,5 kV a.c. (5 min)
Temperatura máxima do condutor em serviço permanente	70°C LVAV 90°C LXAV
Temperatura máxima do condutor em curto-circuito	160°C (t $\leq$ 5s) LVAV 250°C (t $\leq$ 5s) LXAV
Esforço máximo de tração (N)	com manga sobre os condutores 30 x Secção mm <sup>2</sup> com manga sobre a bainha: 3 x d <sup>2</sup>

Os cabos LVAV são produtos certificados pela EDP- Electricidade de Portugal

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS E ELÉCTRICAS							
Código	Nº. Cond. x Secção Nominal no x mm <sup>2</sup>	Ø exterior aprox. mm	Peso aprox. kg/km	Ralo mínimo de curvatura mm	Intensidade		Queda de Tensão Cos $\phi$ = 0,8 V/A.km
					ao Ar 30°C A	Enterrado 20°C A	
15395701A	1x16	13,2	282	35	105	—	3,500
15395901A	1x25	13,7	355	40	135	180	2,240
15396201A	1x35	16,4	478	45	166	215	1,650
15396301A	1x50	17,9	589	50	205	257	1,290
15396511A	1x70	18,8	695	55	260	315	0,883
15396701A	1x95	22,9	849	65	321	377	0,662
15396911A	1x120	24,4	999	70	375	430	0,540
15397011A	1x150	26,6	1.198	80	432	482	0,455
15397301A	1x185	28,7	1.379	85	500	545	0,381
15397511A	1x240	31,6	1.628	100	603	640	0,315

Figura 56 - Ficha técnica do cabo utilizado na rede BT 1/2

**CABOS INDUSTRIAIS**  
**LVAV - LXAV / U-1000 ARVAV**

**ALCOBRE**  
CONDUTORES ELÉCTRICOS S.A.

Código	Nº. Cond. x Secção Nominal	Ø exterior aprox.	Peso aprox.	Ralo mínimo de curvatura	Intensidade		Queda de Tensão
					ao Ar 30°C	Enterrado 20°C	Cos φ =0,8
					A	A	V/A.km
15312001A	2x16	16,6	519	83	91	104	4,000
15319001A	2x25	18,7	658	94	108	133	2,550
15326001A	2x35	21,6	836	108	135	160	1,860
15333001A	2x50	23,6	991	118	164	188	1,390
15339010A	2x70	26,3	1.198	132	211	233	0,984
15345001A	2x95	31,2	1.551	156	257	275	0,728
15351001A	2x120	33,5	1.793	168	300	314	0,590
15357001A	2x150	37,9	2.483	190	346	359	0,494
15361001A	2x185	41,9	2.961	210	397	398	0,371
15368701A	2x240	46,1	3.601	231	470	458	0,328
15313501A	3x16 / 3G16	24,0	745	120	79	87	3,490
15320501A	3x25 / 3G25	27,5	959	138	98	111	2,230
15327501A	3x35 / 3G35	28,4	1.012	142	122	134	1,630
15334501A	3x50 / 3G50	33,1	1.273	166	149	160	1,220
15340501A	3x70 / 3G70	32,7	1.549	159	192	197	0,870
15346501A	3x95 / 3G95	37,9	2.439	188	235	234	0,651
15352501A	3x120 / 3G120	42,5	2.847	210	273	266	0,530
15358501A	3x150 / 3G150	45,5	3.311	230	316	300	0,447
15364501A	3x185 / 3G185	51,5	3.995	260	363	337	0,372
15369001A	3x240 / 3G240	58,5	4.821	300	460	388	0,303
15336001A	3x50+25	29,9	1.111	150	149	160	1,220
15342001A	3x70+35	33,9	1.535	175	192	197	0,870
15343001A	3x95+50	39,9	2.545	200	235	234	0,651
15349001A	3x120+70	43,6	2.972	220	273	266	0,530
15352001A	3x150+70	47,5	3.255	240	316	300	0,447
15363001A	3x185+95	52,4	4.105	265	363	337	0,372
15390001A	3x240+120	57,9	5.192	292	430	388	0,303
15309001A	4x16	22,0	824	120	79	87	3,490
15315001A	4x25	25,5	1.072	138	98	111	2,230
15321001A	4x35	27,4	1.262	142	122	134	1,630
15327001A	4x50	31,1	1.568	166	149	160	1,220
15332601A	4x70	34,7	2.375	159	192	197	0,870
15335501A	4x95	42,3	2.792	188	235	234	0,651
15340001A	4x120	46,7	3.389	210	273	266	0,530
15343001A	4x150	51,5	3.792	230	316	300	0,447
15345001A	4x185	56,5	4.694	260	363	337	0,372
15350001A	4x240	61,9	5.689	300	460	388	0,303

Os cabos multicondutores, 3 + 1 ou 4 condutores de secção  $\geq$  a 70mm<sup>2</sup>, são normalmente de construção sectorial.  
Nos cabos monopolares, as Intensidades de corrente são indicadas sem influências térmicas exteriores.  
No caso de associação de cabos monopolares (trevo juntivo) multiplicar os valores com por 0,8.  
Outras construções sob consulta.

Figura 57 - Ficha técnica do cabo utilizado na rede BT 2/2

## **ANEXO VII – PEÇAS DESENHADAS**

Neste anexo, estão patentes as peças desenhadas de concepção das redes de MT, BT e IP, distribuindo-se da seguinte forma:

- Desenho 001A – Rede de MT – Planta geral 1/3
- Desenho 002A – Rede de MT – Planta geral 2/3
- Desenho 003A – Rede de MT – Planta geral 3/3
- Desenho 004A – Rede de BT – Planta geral 1/3
- Desenho 005A – Rede de BT – Planta geral 2/3
- Desenho 006A – Rede de BT – Planta geral 3/3
- Desenho 007A – Rede de IP – Planta geral 1/3
- Desenho 008A – Rede de IP – Planta geral 2/3
- Desenho 009A – Rede de IP – Planta geral 3/3

Revista	A	2017.05.19
Execução		
Desenho		
Projeto		
Supervisor		
Dimensionar		
Aprouva		

Técnico responsável	Eng.º Rui Fernandes
Projeto	Eng.º Ricardo Ribeiro
Verificação	
Assinatura	
Assinatura	
Assinatura	

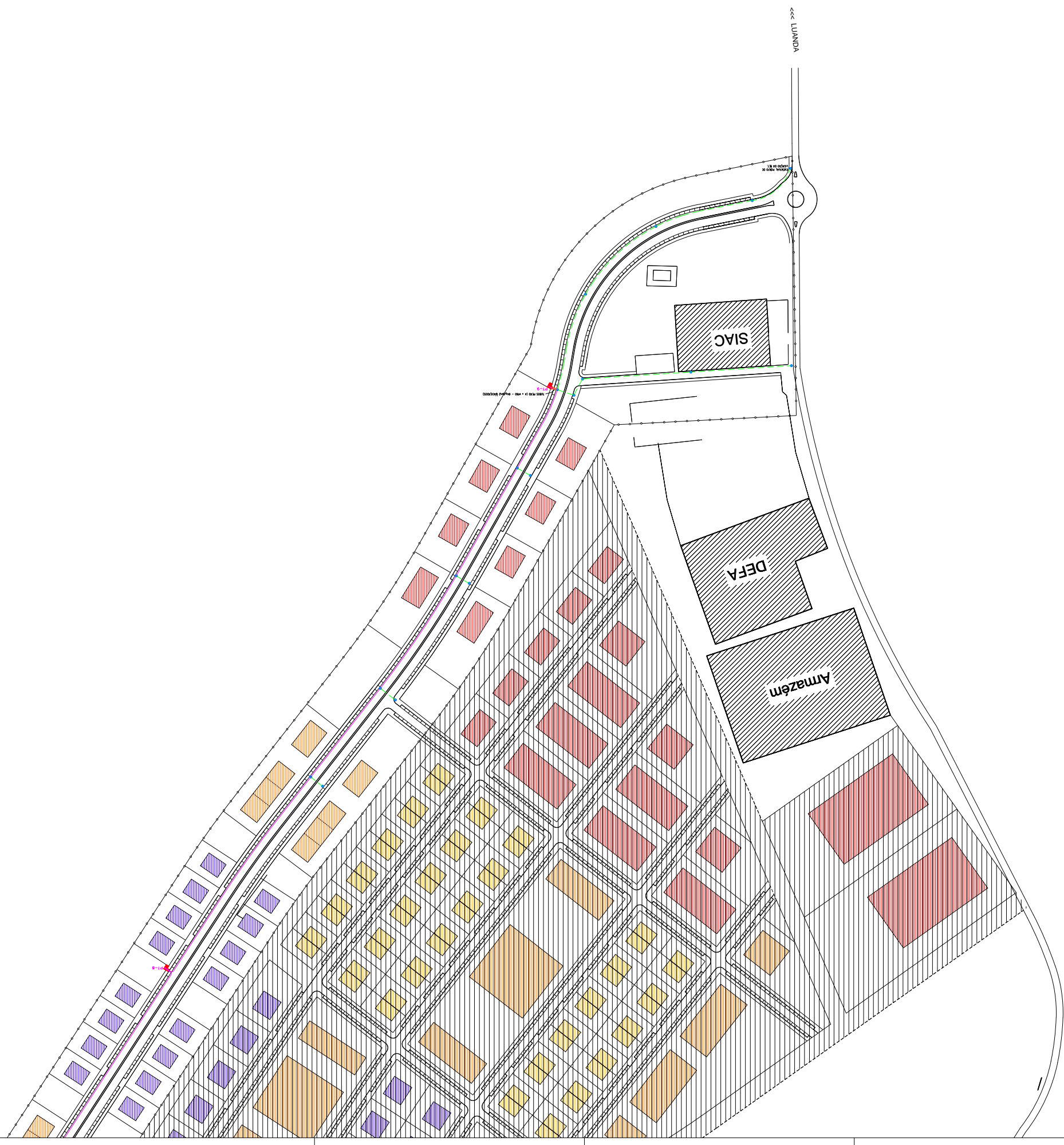
Designação: **INFRAESTRUTURAS DE ELECTRICIDADE - REDE DE M.T.**  
Planta Geral (1/3)

Escala Numérica: 1:2000

100 80 60 40 20 0

0 20 40 60 80 100

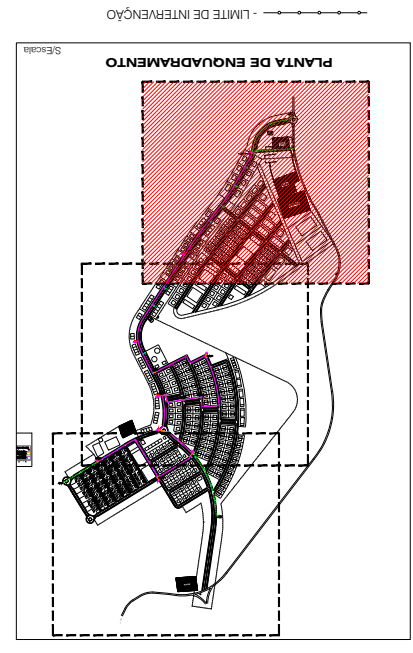
1 0 0 1 A



**NOTA**

- A LOCALIZAÇÃO DE TODOS OS EQUIPAMENTOS APRESENTADOS NESTE DESENHO É MÉRAMENTE ESQUEMÁTICO. A LOCALIZAÇÃO FINAL SERÁ SEMPRE CONFIRMADA EM OBRA.
- TUBO(S) EM PÉAD Ø160 - 8kg/cm<sup>2</sup> MACIÇOS, PARA AS TRAVESSIAS DE ABUIMENTOS + 1 TUBO EM PÉAD Ø160 - 8kg/cm<sup>2</sup> MACIÇO DE RESERVA POR TRAVESSIA
- DOIS TUBOS EM PÉAD Ø160 - 10kg/cm<sup>2</sup> MACIÇOS ENTERRADOS A 1,20 m DE PROFUNDIDADE. REDE DE TUBAGEM PARA EVENTUAL INSERÇÃO NA REDE DE M.T. DE P.T.'S SERVIÇO PARTICULAR (P.T. PROPRIO) E LIGAÇÃO A REDE MT DO ANEL A INSTALAR
- 3 CABOS LXHOIAE 1/20 kv 1x40mm, ENTERRADOS A 1,20 m DE PROFUNDIDADE NA LIGAÇÃO ENTRE OS P.T.'S
- CAIXA DE PASSAGEM CLÁSSICA Ø120mm INTERIOR, COM TAMPA METÁLICA DE Ø400mm ACENTE EM ANGULA TRONCO-CÔNICA E PROFUNDIDADE DE 1,4m

**SÍMBOLOS - REDE DE M.T.**



# INFRAESTRUTURAS INTEGRADAS EM RESERVA FUNDIÁRIA - PROVÍNCIA DE UÍGE

Provincia de Uíge - Angola

Finalidade	A
Data	2017.05.18
Execução	
Desenhos	
Projeto	RSI
Desenho	RSI
Aprova	CF

Técnicos responsáveis	Eng.º Cláudio Fernandes
Projeto	Eng.º Ricardo Ribeiro
Desenho	Eng.º Ricardo Ribeiro
Verificação	
Aprova	

Descrição: **INFRAESTRUTURAS DE ELECTRICIDADE - REDE DE M.T.**  
Planta Geral (2/3)

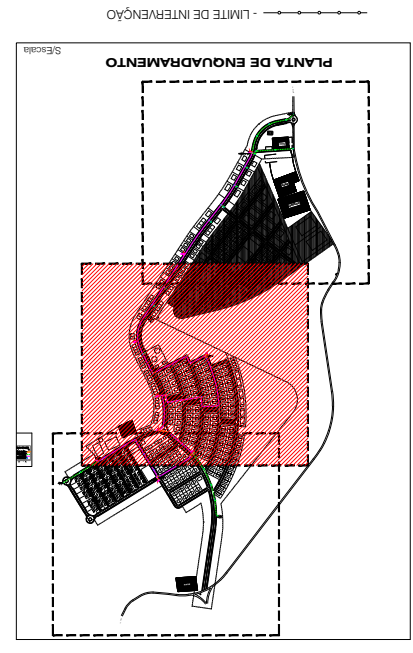
Data: 2017.05.18  
Escala gráfica: 1:2000

26983-EL-002A

0 20 40 60 80 100



- NOTA**
- A LOCALIZAÇÃO DE TODOS OS EQUIPAMENTOS APRESENTADOS NESTE DESENHO É MÉRAMENTE ESQUEMÁTICA. A LOCALIZAÇÃO FINAL SERÁ SEMPRE CONTRUÍDA EM OBRA.
  - CAIXA DE PASSAGEM CILÍNDRICA Ø 200mm INTERIOR, COM TAMPA HERMÉTICA DE Ø 600mm ACENTE EM ÂNGULO TRONCO-CÔNICA E PROFUNDIDADE DE 1,40m.
  - 3 CABOS LXH01AE 12/20 kV 1x40mm<sup>2</sup>, ENTERRADOS A 1,20 m DE PROFUNDIDADE NA UTAÇÃO ENTRE OS P.T.s
  - DOIS TUBOS EM PÉAD Ø160 - 10kg/cm<sup>2</sup> MACHADOS ENTERRADOS A 1,20 m DE PROFUNDIDADE. REDE DE TUBAGEM PARA EVENTUAL INSERÇÃO NA REDE DE M.T. DE P.T.s SERVIÇO PARICULAR (P.T. PROPRIO) E UTAÇÃO A REDE M.T. DO ANEL A INSTALAR.
  - TUBO(S) EM PÉAD Ø160 - 8kg/cm<sup>2</sup> MACHADOS(S), PARA AS TRAVESSIAS DE ABUAMENTOS + 1 TUBO EM PÉAD Ø160 - 8kg/cm<sup>2</sup> MACHADO DE RESERVA POR TRAVESSIA
- SIMBOLOGIA - REDE DE M.T.**



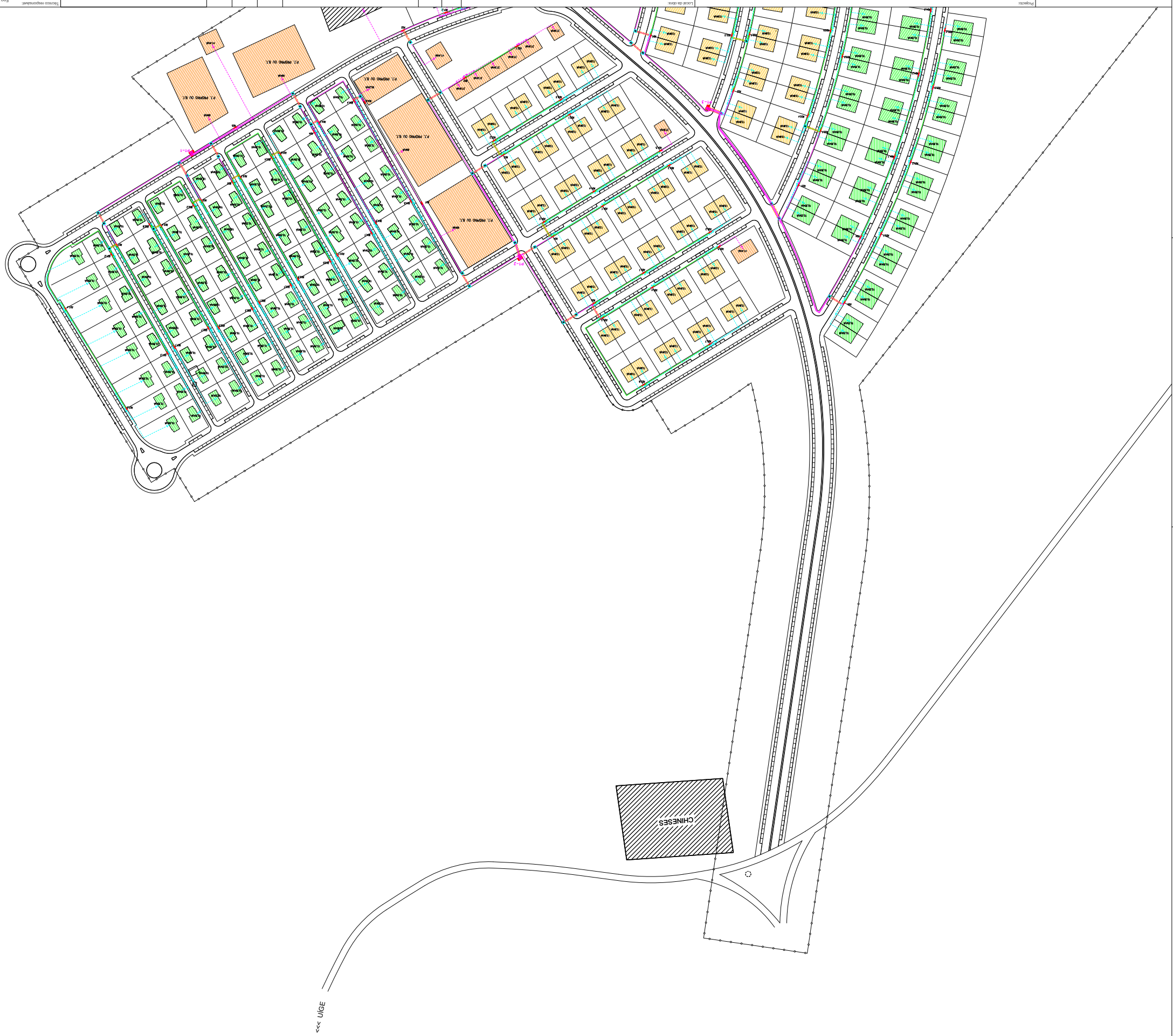






INFRAESTRUTURAS INTEGRADAS EM RESERVA  
FUNDIÁRIA - PROVÍNCIA DE UÍGE

Provincia de Uíge - Angola



Revista	Data	Execução	Desenhado	Projeto	Revisão	Assinatura
A	2017.05.18					

Projeto	Eng.º Ricardo Ribeiro
Técnicos responsáveis	Eng.º Luiz Fernandes
Verificado	
Aprovado	

Descrição: INFRAESTRUTURAS DE ELECTRICIDADE - REDE DE B.T.  
Planta Geral (3/3)

Data: 2017.05.18  
Escala gráfica: 1:2000

26984 E L 0 0 6 A

Colégio de Engenharia, Universidade Nova de Lisboa, Portugal, N.º 101, Oeiras

**NOTAS:**

- CAIXA DE VISTA OBLÍQUA COM TAPPA HERMÉTICA, REGISTO AO PAVIMENTO ENVOLVENTE
- TUBO EM PELO #125 - 6kg/cm<sup>2</sup> MACHADO (1 POR CABO), PARA AS TRAVESSAS DE ABASTECIMENTO + 1 TUBO EM PELO #125 - 6kg/cm<sup>2</sup> MACHADO DE RESERVA POR TRAVESSA
- TUBO PE1 #4", 4kg/cm<sup>2</sup> PARA FUTURAS BARRAGENS (COMANDO) ENTERRADOS A 0,7m DE PROFUNDIDADE NOS ESTACIONAMENTOS DEVER SER ENTERRADO A 1,1m DO PAVIMENTO
- TUBO PE1 #4", 4kg/cm<sup>2</sup> PARA FUTURAS BARRAGENS (COMANDO) ENTERRADOS A 0,7m DE PROFUNDIDADE NOS ESTACIONAMENTOS DEVER SER ENTERRADO A 1,1m DO PAVIMENTO
- CABO 1X1V 4x16mm<sup>2</sup> ENTERRADO A 0,7m DE PROFUNDIDADE NOS ESTACIONAMENTOS E TRAVESSAS DEVER SER ENTERRADO A 1,1m DO PAVIMENTO
- CABO 1X1V 4x16mm<sup>2</sup> ENTERRADO A 0,7m DE PROFUNDIDADE NOS ESTACIONAMENTOS E TRAVESSAS DEVER SER ENTERRADO A 1,1m DO PAVIMENTO
- ARRANJO DE DISTRIBUIÇÃO EM BARRA TENSAO

SIMBOLOGIA - REDE DE DISTRIBUIÇÃO EM B.T.

