



ESTUDO TÉCNICO-ECONÓMICO DE SOLUÇÕES E MÉTODOS DE ORÇAMENTAÇÃO PARA QUADROS ELÉTRICOS

SOFIA JORGE DE CASTRO SANTOS

junho de 2024

ESTUDO TÉCNICO-ECONÓMICO DE SOLUÇÕES E MÉTODOS DE ORÇAMENTAÇÃO PARA QUADROS ELÉTRICOS

Sofia Jorge de Castro Santos

**Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia
Eletrotécnica - Sistemas Elétricos de Energia**

Orientador: Professor Doutor Fernando Maurício Teixeira de Sousa Dias

Júri:

Presidente:

Rui Miguel Monteiro De Brito, Professor Adjunto, ISEP

Vogal:

Rui Paulo Ramos de Castro, Professor Adjunto, ISEP

Agradecimentos

A presente dissertação representa não apenas o esforço, empenho, dedicação e disciplina individual, como também é resultado de um trabalho conjunto comum dos diversos profissionais envolvidos. Desta forma, gostaria inicialmente de agradecer ao Eng^o Luís Jorge e Dr^a Florbela Jorge pela oportunidade que me foi dada de estagiar/trabalhar na Prismapor-Produtos Elétricos, Lda, tão importante no ramo dos quadros elétricos, e pela proposta de projeto oferecida. Dirijo também um agradecimento ao meu orientador da empresa Eng^o Miguel Félix pelos conhecimentos que me foram transmitidos, bem como aos meus colegas do Departamento da Orçamentação por terem estado sempre disponíveis para o esclarecimento de dúvidas.

No que diz respeito ao meu orientador científico, Eng.^o Maurício Dias, estou grata por toda a disponibilidade, prontidão na resposta e sugestões de melhoria fornecidas no decorrer da elaboração de todas as etapas desta dissertação. Assim como agradecer pela confiança no meu trabalho e pela oportunidade de ter aceite, pela segunda vez, a minha proposta quer de projeto, como para meu orientador científico no Instituto Superior de Engenharia do Porto – ISEP.

Expresso também um agradecimento ao meus pais e família, que sempre me motivaram a encarar todos os desafios como uma oportunidade de evolução, quer profissional, quer pessoal, entregando sempre o melhor possível. Este projeto, é, assim, mais um exemplo, de superação.

Obrigada a todos que de alguma forma tiveram algum impacto, momentâneo ou permanente, ao longo do meu percurso académico.

Termino os agradecimentos, com um obrigada muito especial ao meu namorado, Luís Sales, por todo o amor e suporte emocional que me dedicou ao longo do meu percurso académico e começo do meu percurso profissional. Obrigada a Ti por me motivares a dar sempre o meu melhor e nunca duvidares do que eu sou capaz. Obrigada.

Resumo

O projeto apresentado recaiu no desenvolvimento de conhecimentos relacionados com as áreas da orçamentação, da seletividade e da filiação. Propondo-se, assim, a análise e a avaliação de projetos de consulta fornecidos pelos clientes e averiguação da sua aplicabilidade real, a apresentação e implementação de soluções de projeto, tendo por base critérios de seletividade e filiação e, ainda, a capacidade de orçamentar projetos e apresentar soluções que satisfaçam quer em termos técnicos como económicos.

Tendo por base a máxima que o objetivo é conseguir viabilizar a melhor solução técnico-comercial para o cliente, apresentando a proposta mais competitiva face aos restantes concorrentes de mercado, torna-se essencial o processo de orçamentação. No qual, considerando-se o projeto fornecido para consulta pelo cliente, avaliar o mesmo quer quanto á sua real implementação (na integra) e respetivo custo, quer criar soluções que se verifiquem mais otimizadas e economicamente mais apelativas aos interesses de mercado. Assim, pretendeu-se à avaliação técnica de um projeto de consulta real de um cliente e orçamentação do mesmo, considerando a aprendizagem e aplicação de estratégias aplicadas na empresa, à apresentação de uma proposta de implementação do mesmo projeto, aplicando os critérios de seletividade e de filiação fornecidos pelos fabricantes dos equipamentos e, por fim, à comparação económica de ambos os orçamentos, com vista a apurar se a seletividade e a filiação são ferramentas válidas de competitividade orçamental, para além das melhorias técnicas inerentes.

Palavras-chave: Orçamentação, seletividade, filiação

Abstract

The project presented focused on the development of knowledge related to the areas of budgeting, selectivity and membership. Proposing, therefore, the analysis and evaluation of consultation projects provided by clients and investigation of their real applicability, the presentation and implementation of project solutions, based on selectivity and affiliation criteria and, also, the ability to budget projects and present solutions that satisfy both in technical and economic terms.

Based on the maxim that the objective is to be able to provide the best technical-commercial solution for the client, presenting the most competitive proposal compared to other market competitors, the budgeting process becomes essential. In which, considering the project provided for consultation by the client, evaluate it both in terms of its actual implementation (in full) and respective cost, and create solutions that are more optimized and economically more appealing to market interests. Thus, the aim was to technically evaluate a real client consultation project and its budgeting, considering the learning and application of strategies applied in the company, to present a proposal for the implementation of the same project, applying the selectivity and membership provided by the equipment manufacturers and, finally, the economic comparison of both budgets, with a view to determining whether selectivity and membership are valid budget competitiveness tools, in addition to the inherent technical improvements.

keywords: *Budgeting, selectivity, affiliation*

Índice

1	Introdução	1
1.1	Contextualização	1
1.2	Objetivos.....	2
1.3	Apresentação da empresa	2
1.4	Organização do documento	3
1.5	Ferramentas a utilizar.....	3
2	Métodos de orçamentação	5
2.1	Contextualização	5
2.2	Diretrizes	6
2.3	Etapas do processo de orçamentação	8
2.4	Atividade de Quadrata	10
3	Técnicas de orçamentação	11
3.1	Considerações.....	11
3.2	Seletividade	12
3.3	Filiação	19
4	Aspetos técnicos e normativos do Layout	21
4.1	Normas e certificados	21
4.2	Aparelhagem e equipamento a implementar	24
4.3	Disposição dos dispositivos	37
4.4	Layout	38
5	Caso de Estudo.....	41
5.1	Enquadramento	41
5.2	Apresentação.....	42

5.3	Caracterização do projeto	42
5.4	Caracterização dos QE.....	43
5.5	Componentes do Caso de Estudo	46
5.6	Caso de Estudo - Marca Schneider Electric	46
5.6.1	Processo de desenvolvimento.....	46
5.6.2	Coordenação e seletividade	58
5.6.3	Orçamento	64
5.7	Caso de Estudo - Marca Hager	67
5.7.1	Processo de Desenvolvimento.....	67
5.7.2	Coordenação e seletividade	86
5.7.3	Orçamento	88
5.8	Comparação entre os métodos utilizados	90
6	Conclusão	95
6.1	Conclusões gerais.....	95
6.2	Contributos da Candidata	96
6.3	Componente Académica.....	96
6.4	Perspetivas de trabalho futuro.....	97

Índice de Figuras

Figura 1 — Elaboração de orçamentos [Criação própria]	7
Figura 2 — Cadeia de processos: principais intervenientes, funções e diretrizes associadas [Criação própria]	8
Figura 3 — Custo alvo e etapas associadas [Criação própria].....	9
Figura 4 — (A) Seletividade [21] e (B) Seletividade total e parcial [20].....	12
Figura 5 — Fusível em série com fusível [12].....	13
Figura 6 — Fusível em série com disjuntor magneto térmico [12].....	13
Figura 7 — Disjuntor magneto térmico em série com fusível [12]	13
Figura 8 — Disjuntores em série entre si [12].....	13
Figura 9 — Seletividade amperimétrica [21]	14
Figura 10 — Disjuntor B não é limitador [14]	14
Figura 11 — Disjuntor B é limitador [14]	15
Figura 12 — Disjuntor A rápido e com retardo curto (short delay) [14].....	15
Figura 13 — Seletividade cronológica [20]	15
Figura 14 — Casos de seletividade cronológica [20].....	16
Figura 15 — Seletividade energética: (a) e (b) diagramas sensíveis ao disparo;(c) seletividade energética [20]	16
Figura 16 — Condições de seletividade [21].....	17
Figura 17 — (A) Representação seletividade lógica [21], (B) seletividade lógica com condutor-piloto [20].....	17
Figura 18 — Seletividade parcial em A, B, C, apenas em D se garante a seletividade total [12]17	17
Figura 19 — Cumprimento das regras garante seletividade em três níveis [19].....	18
Figura 20 — Exemplo de filiação e caso de D1 e D2 dispararem [21]	19
Figura 21 — Sem seletividade [21]	20
Figura 22 — Utilização de técnicas de filiação em aparelhos de proteção contra sobreintensidades [12].....	20
Figura 23 — Características comuns dos equipamentos [26].....	25
Figura 24 — Exemplo das diferentes aplicações observáveis para interruptores-seccionadores [26]	25
Figura 25 — Exemplo das diferentes aplicações observáveis para disjuntores [26]	26
Figura 26 — Disposição do espaço de trabalho no AutoCAD [Criação própria]	46
Figura 27 — Raciocínio inicial para o desenvolvimento do layout [Criação própria]	47
Figura 28 — Principais características a ter em consideração na escolha do invólucro [Criação própria]	48
Figura 29 — ComPacT Disjuntor NSX630F 36kA CA 4P4D 630A 2,3 [28].....	49
Figura 30 — PM3255 - 2 digital I - 2 digital O - RS485 [28]	49
Figura 31 — Disjuntor iC60H de 1 P curva C, de 16 A [28].....	50
Figura 32 — EasyPacT CVS 630NA – 630 A - Interruptor com proteção diferencial integrada Vigi [28]	51
Figura 33 — Platina e automatismo - ACP + UA -220...240 V [28].....	52

Figura 34 — PRD1 25r 3P+N Tipo 1+2 [28].....	52
Figura 35 — (A) Monitoring relays 3-phase voltage; (B) Relé de temporização c/ atraso ligado - 0,1 s..100 h - 230 V CA – 4 OC [28].....	53
Figura 36 — Exemplos de: (A) TM-D 3P3D; (B) Micrologic 2.2 4P4D [28].....	54
Figura 37 — Contador de energia trifásicos até 63 A (medida direta) iEM3155 [28].....	54
Figura 38 — MTN644592 [28].....	56
Figura 39 — MTN6705-008 [28].....	56
Figura 40 — MTN6805-008 [28].....	56
Figura 41 — (A) Tesys D - 4P (4 NA) - AC-1 - <= 440 V 40 A - 230 V CA 50/60 Hz bobina; (B) Tesys D - 4P (4 NA) - AC-1 - <= 440 V 20 A - 230 V CA 50/60 Hz bobina [28].....	57
Figura 42 — Exemplo de um circuito presente no esquema unifilar do Q PAD/TAKE.....	59
Figura 43 — Coordenação de disjuntores e interruptores diferenciais [29].....	60
Figura 44 — Filiação entre iC60 N e iC40N [30].....	61
Figura 45 — Seletividade entre gamas de equipamento [30].....	61
Figura 46 — Electrical Calculation Tools da Schneider Electric.....	62
Figura 47 — Parâmetros dos equipamentos a verificar seletividade [31].....	62
Figura 48 — Janela “Check Selectivity” [31].....	63
Figura 49 — Gráfico com as curvas de ambos os equipamentos selecionados [31].....	63
Figura 50 — Equipamentos a utilizar.....	64
Figura 51 — Dados de acesso ao Gecob.....	64
Figura 52 — Inserção de Novo Orçamento.....	65
Figura 53 — Visualização do gestor de orçamentos.....	65
Figura 54 — Orçamento dos QE pretendidos.....	66
Figura 55 — Orçamento dos QE pretendidos (Continuação).....	67
Figura 56 — Espaço de trabalho do Hagercad.....	68
Figura 57 — Apresentação do método “Material”.....	69
Figura 58 — Menu Procura Hager.....	69
Figura 59 — Menu Guia Hager.....	70
Figura 60 — Apresentação do método “Esquema”.....	71
Figura 61 — Esquema unifilar assistido.....	71
Figura 62 — Menu Afetação material.....	72
Figura 63 — Assistente para criação de implementação.....	72
Figura 64 — Cálculo do armário.....	73
Figura 65 — Opção da posição dos terminais.....	73
Figura 66 — Seleção de barramentos.....	74
Figura 67 — Escolha do aparelho a montante.....	74
Figura 68 — Preferências.....	75
Figura 69 — Configuração.....	75
Figura 70 — Configurador Quadro Evo.....	76
Figura 71 — Propriedades gerais do Quadro Evo.....	76
Figura 72 — Configurador Quadro Evo: Distribuição Clássica.....	77
Figura 73 — Configurador Quadro Evo: Distribuição clássica até 630 A.....	77
Figura 74 — Parametrização do “Complemento Automático”.....	78

Figura 75 — Escolha dos Equipamentos [31].....	79
Figura 76 — Disjuntor x630 LSnl 4P-4D 630 A 40 kA [31]	79
Figura 77 — AR modular ECR300C [31]	80
Figura 78 — Disjuntor 1P 16 A C 25 kA 1M [31]	80
Figura 79 — (A) Interruptor P630 4P 630 A; (B) Relé diferencial tipo A/Hi (1 canal) 0,03 – 30 A [31]	81
Figura 80 — (A) Inversor motorizado auto 4P 630 A; Jogo 4 barras interlig. p/inv. 630 A (B) [31]	81
Figura 81 — MCF100-3+NPE+FS [34]	82
Figura 82 — Contadores monofásicos compactos até 40 A (medida direta) ECR140D [31]	83
Figura 83 — V20, 3 pólos + NPE + FS 280 V da OBO [4].....	84
Figura 84 — TYA608C: Atuador binário/estores com 8 canais 16 KNX-S [31]	85
Figura 85 — Exemplo de um circuito presente no esquema unifilar do Q PAD/TAKE	86
Figura 86 — Coordenação entre disjuntores e interruptores diferenciais [4].....	87
Figura 87 — Coordenação entre disjuntores do tipo NFN e NFT7xx [4].....	87
Figura 88 — Limite de seletividade entre NFT e NFN [4].....	88
Figura 89 — Condições comerciais do projeto	88
Figura 90 — Condições de Impressão	89
Figura 91 — Orçamento dos QE no Gecob	89
Figura 92 — Orçamento dos QE no Gecob (Continuação).....	90

Índice de Tabelas

Tabela 1 — Modos de agrupar dispositivos de proteção de uma instalação elétrica [12].....	13
Tabela 2 — Relação entre os limites de atuação [21].....	14
Tabela 3 — Casos de Seletividade amperimétrica [14]	14
Tabela 4 — Características de um invólucro das gamas PrismaSet XL, PrismaSet G e PrismaSet P [26]	48
Tabela 5 — Características de um invólucro das gamas PrismaSet XL, PrismaSet G e PrismaSet P [26]	50
Tabela 6 — Blocos de corte e unidades de disparo utilizadas [26].....	53
Tabela 7 — Preços obtidos para cada QE, consoante método utilizado	92

Lista de Siglas e Acrónimos

AR	Analisador de Rede / Central de Medida
DST	Descarregador de Sobretensões ou Limitador
FA	Fonte de Alimentação
I_{cc}	Corrente de curto-circuito previsível
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
I_m	Corrente de atuação do disparo magnético
I_n	Corrente estipulada do dispositivo de proteção
IPQ	Instituto Português da Qualidade
I_r	Corrente de regulação do disparo térmico
I_{rm}	Corrente de regulação magnética
I_{sc}	Poder de corte em serviço
$I_{\Delta m}$	Poder de corte diferencial
RTIEBT	Regras Técnicas das Instalações Elétricas De Baixa Tensão
QE	Quadro Elétrico
TI	Transformador de Intensidade

1 Introdução

O presente relatório reflete o trabalho desenvolvido no decorrer da atividade profissional e da investigação ao longo do estágio realizado no âmbito da Dissertação/Estágio (TEDSEE), do 2º ano do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Eléctricos de Energia (MEE-SEE) do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

O referido relatório tem como tema o “Estudo técnico-económico de soluções e métodos de orçamentação para Quadros Eléctricos” e foi proposto pela empresa Prismapor – Produtos Eléctricos, Lda, situada na cidade da Maia.

1.1 Contextualização

O tema escolhido advém da vontade de expandir conhecimentos relacionados com as áreas da orçamentação, da seletividade e da filiação. Propondo-se, assim, o desenvolvimento de um relatório e matéria de estágio com capacidade de abordar os seguintes tópicos:

- Analisar e avaliar projetos de consulta fornecidos pelos clientes e averiguação da sua aplicabilidade real;
- Apresentação e implementação de soluções de projeto, tendo por base critérios de seletividade e filiação;
- Capacidade de orçamentar projetos e apresentar soluções que satisfaçam quer em termos técnicos como económicos.

1.2 Objetivos

Tendo por base a máxima que o objetivo é conseguir viabilizar a melhor solução técnico-comercial para o cliente, apresentando a proposta mais competitiva face aos restantes concorrentes de mercado, torna-se essencial o processo de orçamentação. No qual, considerando-se o projeto fornecido para consulta pelo cliente, avaliar o mesmo quer quanto á sua real implementação (na integra) e respetivo custo, quer criar soluções que se verifiquem mais otimizadas e economicamente mais apelativas aos interesses de mercado. Assim os principais objetivos são:

- Avaliação técnica de um projeto de consulta real de um cliente e orçamentação do mesmo, considerando a aprendizagem e aplicação de estratégias aplicadas na empresa;
- Apresentação de uma proposta de implementação do mesmo projeto, aplicando os critérios de seletividade e de filiação fornecidos pelos fabricantes dos equipamentos;
- Comparação económica de ambos os orçamentos, com vista a apurar se a seletividade e a filiação são ferramentas válidas de competitividade orçamental, para além das melhorias técnicas inerentes.

De notar, que todos os projetos detêm soluções de seletividade, no entanto, neste caso propõe-se o maior grau de otimização possível para cada quadro elétrico (QE) integrante de um projeto e não apenas no seu conjunto. Desta forma, são exploradas soluções de seletividade e filiação dos aparelhos integrantes de um QE (fusíveis, disjuntores, aparelhos diferenciais).

1.3 Apresentação da empresa

Desde 1990, que a Prismapor – Produtos Elétricos, Lda., situada na Maia – Zona Industrial II, fornece QE de proteção e comando para todo o mundo, em particular países de língua portuguesa tais como Angola, Cabo Verde, Portugal e da Região Administrativa Especial de Macau da República Popular da China.

Uma vez que esta empresa de área de 1300 m² é Fabricante de QE Autorizado *Schneider Electric*, desde a sua fundação, que fabrica QE de baixa tensão de controlo e comando. Para a regular verificação dos requisitos necessários para fabricação de QE tipo Prisma, a *Schneider Electric* efetua todos os anos auditorias com esse fim, atribuindo anualmente o respetivo certificado.

A Prismapor tem implementado um sistema de gestão de qualidade de acordo com a norma ISO9001:2015, sendo certificada pela APCER com reconhecimento da *Internacional Certification Network*, no âmbito da certificação “Conceção, Produção e Ensaios de QE de Potência e de Comando”.

Sendo as palavras chave desta empresa qualidade e satisfação, a sua missão é fornecer produtos de qualidade a preços razoáveis e, por isso, é detentora de uma experiente equipa

técnica dedicada à conceção e produção de equipamentos elétricos, garantindo os elevados padrões de excelência em qualidade e satisfação do cliente [1].

1.4 Organização do documento

O presente documento encontra-se dividido em 6 capítulos. O Capítulo 1 contempla a introdução do trabalho, no qual se realiza uma contextualização sobre o propósito do mesmo, bem como a definição dos objetivos a serem atingidos e, ainda, a organização do documento. No Capítulo 2 são introduzidos os métodos de orçamentação, o qual inclui uma contextualização ao tema, bem como as diretrizes e as etapas do processo de orçamentação. No Capítulo 3 são descritas as técnicas de orçamentação, no qual são apresentadas as considerações iniciais, bem como os processos de seletividade e filiação. No Capítulo 4 são apresentados os aspetos técnicos e normativos do *layout*, desde as normas e certificados aplicáveis, a aparelhagem a implementar no mesmo até à disposição dos equipamentos. O Capítulo 5 aborda o Caso de Estudo. Neste capítulo é apresentado e caracterizado o projeto fornecido para o desenvolvimento dos respetivos *layouts*, tendo por base os esquemas unifilares fornecidos. É igualmente realizada uma caracterização inicial de cada esquema unifilar fornecido. Seguidamente, são explorados quer na marca *Schneider Electric*, quer em *Hager*, o processo de desenvolvimento dos *layouts*, a aplicação de técnicas de seletividade e coordenação e, por fim, apresenta-se o orçamento. Logo após é realizada uma comparação, na perspetiva do utilizador, de ambos os métodos de orçamentação utilizados. No Capítulo 6 encontram-se as conclusões e as perspetivas futuras do desenvolvimento do trabalho.

1.5 Ferramentas a utilizar

Para a concretização deste trabalho foram utilizadas ferramentas informáticas das quais se destacam o *AutoCAD*, o *Excel*, o *Gecob* e o *Hagercad*.

O *AutoCAD* é a ferramenta de desenho informático utilizada pela empresa para a visualização dos projetos fornecidos e que permite a apresentação de todos os elementos a ser incluídos no mesmo, bem como a proposta de sugestões de melhoria nas propostas. Esta ferramenta permite não só a realização dos esquemas unifilares, como as vistas frontais dos QE incluídos nos projetos [2].

O *Gecob* é um *software* de gestão e controlo de obras utilizado pela empresa que auxilia no processo de orçamentação, pois contém bases de dados de fornecedores, encomendas e clientes, o que facilita no processo de cálculo do custeio do orçamento [3].

Uma vez que os *softwares* apresentados não comunicam entre si, apenas possibilitam a importação e exportação de ficheiros, o meio de ligação entre ambos é realizado por via do *Excel*.

O *Hagercad* é o *software* disponibilizado pela marca *Hager* que possibilita a realização de *layouts* e orçamentos, tendo por base catálogos atualizados integrados no *software*, bem como a possibilidade de acompanhamento guiado de realização de orçamentos, tendo em conta as sugestões fornecidas pela ferramenta informática [4].

2 Métodos de orçamentação

2.1 Contextualização

No processo de orçamentação, a apresentação de uma proposta traduz o preço pelo qual a empresa se compromete a praticar por determinado projeto. Em períodos de crise, é essencial que o valor proposto assegure uma margem de lucro satisfatória, ao mesmo tempo em que permanece competitivo. Os critérios de adjudicação, são cruciais para o estabelecimento de um custo conhecido como custo alvo, que visa garantir o retorno financeiro da obra sem que seja colocado em causa o futuro da atividade. Relativamente, ao conceito de custo alvo este apresenta-se relacionado com a noção de lucro, orçamento e concorrência. Considerando a primeira noção apresentada, a obtenção de lucro é importante para a sustentabilidade da empresa. A margem de lucro resulta da estratégia adotada pela empresa, tendo presente a dinâmica do mercado do setor e as condições estipuladas nos concursos em que participa. Considerando a segunda noção apresentada, a realização do orçamento avalia minuciosamente a rentabilidade de um projeto, permitindo a identificação dos principais fatores que contribuem para os custos. É fundamental a aplicação de uma margem de lucro que cumpra os critérios de satisfação pretendidos pela empresa, sem que sejam prejudicadas funções essenciais, e que o preço verificado esteja dentro do intervalo de valores que o mercado está disposto a pagar pelo serviço. De forma a otimizar o processo de orçamentação, é imperativo alinhar e avaliar se o valor do orçamento detém os critérios estabelecidos pelo mercado. Por fim, o impacto da concorrência exerce uma influência significativa sobre os custos. A gestão eficiente dos custos desempenha um papel crucial na competitividade e na satisfação do cliente. Esta gestão é influenciada tendo em consideração: o mercado atual, o foco no cliente e no projeto, o envolvimento da empresa, os custos de garantia e manutenção e, ainda, a respetiva cadeia de valor [5], [6], [7].

Considerando o mercado atual, na maioria dos casos, o preço não é obtido apenas através dos custos, no entanto, por via do preço de custo deduz-se uma determinada margem que viabiliza a competitividade de uma proposta. Esta estratégia permite equilibrar a rentabilidade com a competitividade no mercado atual. O foco no cliente, garante que as condições estabelecidas pelo caderno de encargos, incluindo requisitos de qualidade, custos e prazos, devem orientar a análise dos custos. O custo alvo desejado para uma proposta competitiva não deve colocar em causa o grau de satisfação do cliente, já que as necessidades e expectativas do cliente estão no centro do

processo de decisão. A determinação dos custos tem como base o projeto, ou seja, os seus objetivos e critérios definidos. O foco no projeto, garante que esses critérios sejam cumpridos, observando-se que o custo alvo é estabelecido antes da execução da obra, o que assegura uma abordagem fundamentada e alinhada com as especificações do projeto. O envolvimento da empresa permite que sejam assumidas as responsabilidades da implementação de metodologias de redução de custos, assim que seja definido o custo alvo. Desta forma, estas estratégias permitem o envolvimento de todos os elementos da empresa destacados para que o lucro alvo se torne possível de ser atingido [5], [6], [7]. Os custos de garantia e manutenção, são valores considerados pelo dono de obra e apresentados em contrato. Note-se que deve procurar-se sempre por minimizar os custos ao longo das diferentes fases da obra, assegurando a eficácia dos serviços e a satisfação contínua do cliente. Por fim, o envolvimento da respetiva cadeia de valor, permite que o custo alvo seja alcançado por via de parcerias sólidas com diversos elementos da cadeia de valor, tais como os fornecedores, por exemplo. Esta colaboração concede vantagens competitivas e, por conseguinte, o sucesso em concursos.

O processo de orçamentação pode ter associadas incertezas que influenciem o valor final do orçamento. A volatilidade nos preços apresenta-se como outro tipo de incerteza, pois ao longo da execução da obra, os custos relacionados à mão de obra, materiais e equipamentos estão sujeitos a flutuações determinadas pelo mercado. A variabilidade nos preços é influenciada por diversos fatores, resultando em variações que dependem das especificidades de cada projeto. A presença de erros e omissões é uma realidade possível em qualquer projeto, e deve ser considerada nas estimativas de custos, dado que estes imprevistos podem ter consequências no custo final do projeto. Adicionalmente, as alterações no planeamento e do projeto durante a fase de execução, representam outro tipo de incerteza. As propostas de modificações pelos intervenientes na obra, quando aprovadas pela fiscalização, podem acarretar ajustes nos preços previamente estabelecidos. Logo, é importante prever essas possíveis situações durante o processo de estimativa de custos [5], [6], [7].

2.2 Diretrizes

A elaboração de orçamentos é um processo consciente que requer a apresentação de valores e preços que representem de maneira precisa a realidade da obra em questão. A experiência e a sensibilidade dos elementos destacados pela empresa para este processo, podem não ser suficientes para atingir o nível de detalhe pretendido no orçamento. Durante a fase de concurso, é imperativo que a equipa responsável tenha em consideração fatores como o local da obra, o projeto e os métodos mais adequados a serem aplicados. Além disso, é essencial selecionar todos os recursos necessários, incluindo materiais, equipamentos e mão de obra, de forma a assegurar que seja alcançado o desempenho pretendido. A apresentação de uma proposta de orçamento deve basear-se na elaboração de um orçamento justificado com argumentos que tenham em consideração a realidade, no entanto, o nível de detalhe é conseguido por via de procedimentos lentos e dispendiosos. A integridade é um valor com um peso relevante, o orçamento transcende a simples realização de cálculos dos valores unitários dos diversos componentes que o compõem. A determinação do valor unitário de alguns componentes exige uma análise aprofundada da sua cadeia de valor. Um orçamento representa uma previsão, uma estimativa do que pode ocorrer na

prática, no entanto podem ocorrer contingências. Uma contingência refere-se a eventos imprevistos que podem surgir durante a execução da obra, exigindo soluções à medida. Portanto, torna-se essencial incluir uma margem no orçamento capaz de colmatar estas situações. A Figura 1 apresenta um esquema sobre a elaboração de orçamentos.

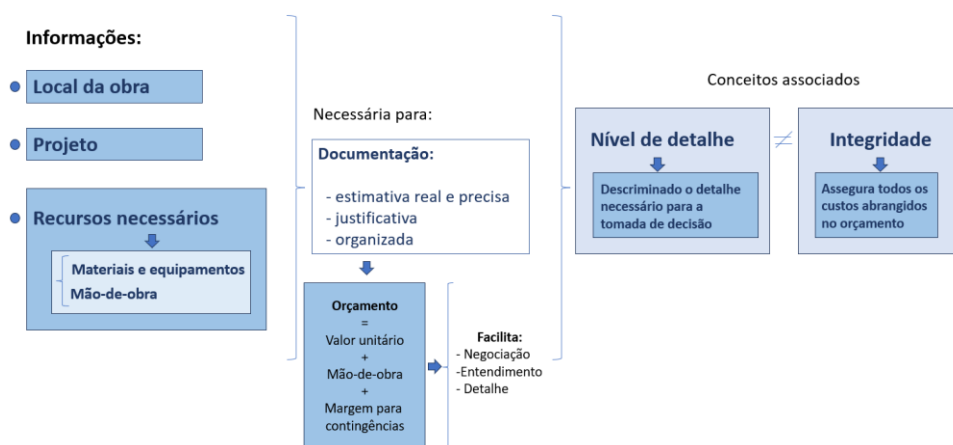


Figura 1 — Elaboração de orçamentos [Criação própria]

A organização de todos os documentos incluídos no orçamento é crucial para facilitar a leitura e, ao mesmo tempo, fornecer referências úteis em obra para resolver possíveis dúvidas ou enfrentar os problemas que possam surgir. Desta forma, segundo o Código dos Contratos Públicos - CCP - Artigo 81.º, Decreto-Lei n.º 18/2008, Diário da República n.º 20/2008, Série I de 2008-01-29, em vigor, uma proposta é definida como uma «declaração pela qual o concorrente manifesta à entidade adjudicante a sua vontade de contratar e o modo de execução» (Artigo 56.º - Noção de Proposta, Nº 1). No número seguinte do artigo mencionado, define-se por atributo da proposta «qualquer elemento ou característica da mesma que diga respeito a um aspeto de execução do contrato submetido à concorrência pelo caderno de encargos». A proposta deve igualmente incluir os documentos seguintes: a declaração de aceitação do conteúdo do caderno de encargos (de acordo com o Artigo 57.º - Documentos da proposta, Nº 4 e Nº 5, do Código dos Contratos Públicos - CCP - Artigo 81.º, Decreto-Lei n.º 18/2008, Diário da República n.º 20/2008, Série I de 2008-01-29, Alterado pelo/a Artigo 21.º do/a Lei n.º 30/2021 - Diário da República n.º 99/2021, Série I de 2021-05-21, em vigor a partir de 2021-06-20); a declaração com indicação do preço contratual (em concordância com o modelo constante no programa de procedimento, e da qual se apresenta o valor pelo qual o concorrente se compromete a concretizar o objeto do contrato); a nota justificativa do preço proposto (compreende os documentos que apresentam os esclarecimentos justificativos do valor da proposta apresentada); a lista dos preços unitários e o mapa de quantidades (contém a lista dos preços unitários de todas as componentes de trabalhos previstos no projeto de execução, com uma proposta de ordenamento dos mapas resumos de quantidades de trabalho); memória descritiva e justificativa (indica a organização prevista para a concretização dos trabalhos, assim como a descrição dos métodos a utilizar e os aspetos técnicos, que sejam encarados como essenciais para a proposta, e que a respetiva rejeição conduziria a uma possível ineficiência); a declaração, na qual o concorrente cumpre Artigo 60.º - Indicação do preço, do CCP, Alterado pelo/a Artigo 3.º do/a Decreto-Lei n.º 111-B/2017 - Diário da República n.º 168/2017, 2º Suplemento, Série I de 2017-08-31, aplicável a partir de 2018-01-01. Os documentos pretendidos dependem das especificidades de cada concurso, é imperativo que os documentos que compõem

a proposta sejam sempre apresentados, já que a sua ausência pode resultar na exclusão da proposta. Além disso, a proposta pode ainda incluir quaisquer outros documentos que o concorrente considere essenciais, conforme estipulado no Artigo 57.º - Documentos da proposta, Nº 3, do Código dos Contratos Públicos - CCP - Artigo 81.º, Decreto-Lei n.º 18/2008, Diário da República n.º 20/2008, Série I de 2008-01-29, Alterado pelo/a Artigo 21.º do/a Lei n.º 30/2021 - Diário da República n.º 99/2021, Série I de 2021-05-21, aplicável a partir de 2021-06-20.

Note-se que o processo de orçamentação tem em consideração as IEC 61439-1:2020 RVL: *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 1: General rules* & IEC 61439-2:2020: *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies*, deve ter-se em especial consideração as Regras Técnicas Das Instalações Elétricas De Baixa Tensão (RTIEBT), documento responsável pela definição dos principais conceitos e regras envolvidas no projeto e na execução das instalações elétricas, assegurando-se o devido exercício de funções e dos objetivos de segurança. Pode, ainda, fazer-se consulta de outras normas no *site* Instituto Português da Qualidade (IPQ) [8], [9], [10], [11].

2.3 Etapas do processo de orçamentação

O processo de elaboração de um orçamento implica que seja cumprida uma sequência de tarefas, de acordo com o procedimento estabelecido pela empresa. Assim, neste processo podem destacar-se três etapas fundamentais como: a análise de fatores condicionantes, o cálculo de custos e o apuramento do preço. No entanto, podem ser observadas as seguintes fases, de um modo mais explícito: a consulta dos documentos fornecidos; a avaliação técnica do processo e das respetivas condicionantes; o estudo da aplicabilidade real das propostas apresentadas; a discriminação, descrição e determinação de custos; a preparação dos documentos necessários e a apresentação da proposta. Note-se que em caso de necessidade a proposta apresentada pode estar sujeita a reavaliação, reajustamento e alteração, de forma a estar conforme os termos e objetivos pretendidos para tal. Conclui-se, assim, que apesar do método de orçamentação basear-se no seguimento de etapas, é um processo dinâmico.

Atualmente, o empreiteiro subcontrata a execução do projeto elétrico, sendo que o levantamento de custos, seja de materiais ou mão de obra, é realizado pelo subcontratado (Figura 2).

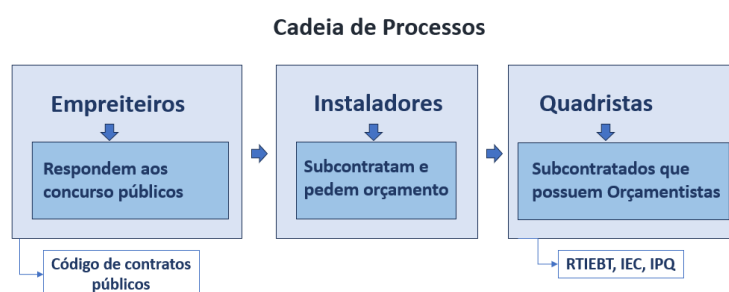


Figura 2 — Cadeia de processos: principais intervenientes, funções e diretrizes associadas [Criação própria]

Em projetos de instalações elétricas, o processo pode ser descrito em três etapas principais a de: projeto, orçamento e execução, tal como se observa na Figura 3. Durante a execução da obra,

podem ocorrer falhas derivadas de fontes distintas das três etapas anteriormente referidas. Tenha-se como exemplo, a ocorrência de uma sobrecarga num circuito por motivos de dimensionamento elétrico de potência insuficiente por parte do projetista, ou, na execução, a verba prevista pela equipa de orçamentação seja insuficiente, o que provoca um impacto direto na fase de execução. Tal situação, obriga o engenheiro da obra a realocar recursos de outras áreas, como mecânica ou civil, para cobrir as falhas de orçamento.



Figura 3 — Custo alvo e etapas associadas [Criação própria]

A satisfação do cliente é crucial para o sucesso do processo como um todo. As etapas distintas (projeto, orçamento e execução) e os processos devem estar sintonizados para que, no momento da transição de responsabilidades, as informações sejam transparentes e objetivas. Durante a transição de serviços do projeto para o orçamento, o orçamentista procura minimizar erros nos esquemas elétricos e mapas de quantidades. O avanço da tecnologia e o desenvolvimento de programas computacionais possibilitam que o projetista execute todo o projeto elétrico em plataformas gráficas, gerando mapas de quantidades para o orçamentista com maior precisão e segurança nas informações. Para garantir o sucesso das três etapas do processo, a qualidade da transição de serviços e responsabilidades depende do desenvolvimento adequado, por parte da equipa de projetos, dos esquemas unifilares e da memória descritiva. Estes documentos devem representar minuciosamente os materiais e equipamentos que compõem cada parte da obra, atendendo às especificações e exigências do projeto e do cliente. O orçamentista deve avaliar e filtrar todas as informações do projeto para realizar um orçamento criterioso, garantindo o contrato de execução e permitindo que a equipa responsável pela execução realize com sucesso, com base no orçamento obtido junto ao cliente.

A elaboração do QE requer um orçamento como guia, para tal é necessário um projeto detalhado, fornecido pelo projetista, tal como explicitado anteriormente. Atualmente obsoleta, a abordagem tradicional de orçamentação manual exigia uma lista manual de todos os componentes integrantes do QE, o que consumia tempo e estava sujeito a erros dada a complexidade da tarefa. Esta abordagem evoluiu para a inclusão da utilização de *softwares* específicos, manobrados por pessoal qualificado, o que potenciou a credibilidade do trabalho e a confiança dos clientes, facilitando a elaboração de orçamentos e a criação dos documentos exigidos, tais como diagramas de QE e notas de encomenda. Os *softwares* fornecidos pelos fabricantes dos equipamentos permitem a execução de *layouts* de QE, porém apenas conferem o uso dos seus componentes, o que pode limitar o

processo de orçamentação. O processo de orçamentação é orientado tendo em consideração as sugestões de marcas definidas ou a marca exigida na memória descritiva. É igualmente importante respeitar a percentagem de reserva mencionada na memória descritiva, dado que o seu incumprimento pode resultar em exclusão do concurso. Note-se que orçamento final inclui fatores como a contabilização das barras de cobre e mão-de-obra.

Assim, é importante ter-se presente que o processo de orçamentação de um QE envolve várias etapas, desde a seleção do invólucro até ao *layout* do QE, após a elaboração do orçamento de todos os QE pretendidos, é solicitada uma cotação à marca do material, visando obter o melhor preço competitivo. Por fim, o orçamento final é enviado ao cliente, juntamente com os respetivos *layouts* e correções, na eventualidade de serem detetados erros durante a orçamentação.

2.4 Atividade de Quadrista

A atividade de Quadrista contempla a montagem e execução do QE, de acordo com os respetivos esquemas elétricos e aspetos normativos e regulamentares, facilitando na sua manutenção e operação. Assim, torna-se imprescindível que o Quadrista possua conhecimentos técnicos, regulamentares e normativos e esteja familiarizado com *softwares* utilizados, para além de viabilizar soluções adequadas às características e propósitos dos QE. Este processo inclui a utilização de ferramentas informáticas destinadas ao auxílio do processo de orçamentação e elaboração dos QE. Esta atividade é influenciada não só pela marca representada, como também pela política da empresa e pelo cliente.

Em pequenas e médias empresas, é comum que o Quadrista assuma o papel de orçamentista, o que lhe dá uma compreensão real dos componentes necessários para os QE. Deste modo, tal como explicitado, o profissional deve procurar especializar e qualificar-se nas diferentes vertentes que interagem no processo de orçamentação tais como a capacidade de avaliar a qualidade e possível execução de um projeto proposto, a interpretação dos esquemas elétricos fornecidos e um vasto conhecimento dos produtos disponíveis nas diferentes marcas comercializáveis (e com as quais a empresa que integra trabalha). Desta forma, o Quadrista detém uma visão mais completa de todo o processo, desde a orçamentação até a montagem, incluindo a estimativa de tempo e espaço necessários para a instalação dos cabos elétricos e execução do QE. Estas valências são necessárias devido às atuais exigências de mercado que levam a que os esquemas elétricos, dada a pressa na execução, possam cometer erros, especialmente caso sejam realizados por desenhadores em vez de projetistas. Nestas situações, os erros devem ser corrigidos e o projeto enviado para aprovação.

Tal como se pode constatar a atividade de Quadrista inclui a análise de projetos e cadernos de encargos, o desenho de *layouts*, a orçamentação, a preparação de obra, a montagem e eletrificação, verificação e certificação, a embalagem e a expedição. Neste trabalho são aprofundadas apenas as primeiras três tarefas mencionadas.

3 Técnicas de orçamentação

3.1 Considerações

As técnicas de orçamentação que podem ser utilizadas de modo a tornar o orçamento mais competitivo e o projeto mais otimizado envolvem a aplicação de conceitos como a seletividade e a filiação. Tendo por base a verificação energética das cadeias de seletividade e filiação realizadas em laboratório pelos respetivos fabricantes, sendo que em regra apenas se podem utilizar tabelas de seleção de dispositivos do mesmo fabricante [12]. Assim, para uma melhor compreensão e aplicação destas estratégias no processo de orçamentação, torna-se essencial perceber os princípios de proteção de pessoas, cabos e equipamentos na ocorrência de fatores como a sobreintensidades e as sobretensões. A segurança em relação a sobreintensidades de pessoas e animais é assegurada pela interrupção automática de um circuito antes que a sobreintensidade evolua para nível perigoso, considerando a sua duração, e também pela restrição do valor máximo da sobreintensidade a um nível classificado como seguro, tendo por base, igualmente, a sua duração. A garantia de proteção para pessoas, animais e bens contra sobretensões é obtida através da conceção de soluções eficientes na localização e no escoamento das correntes associadas, bem como através da escolha de aparelhos com atributos apropriados em relação à verificação de sobretensão (tensão de esforço elétrico à frequência industrial e tensão suportável ao choque estipulada, referida na secção 442.1.3 das RTIEBT) [6], [8], [14].

Dessa forma, a segurança de indivíduos e animais contra choques elétricos é assegurada através da implementação de ações que evitem que a corrente elétrica atravessasse o corpo humano ou dos animais. Além disso, tais ações também restringem o valor da corrente a um nível no qual efeitos fisiopatológicos sejam evitados e possibilitem o corte automático do circuito num período de tempo preestabelecido. A fim de garantir que o sistema de proteção alcance o objetivo a que se propõe, deve atender-se a requisitos essenciais, tais como seletividade, precisão e segurança na operação (assegura ao sistema de proteção uma alta confiabilidade operacional) e sensibilidade (traduz o intervalo no qual o dispositivo de proteção pode operar ou não) [14], [16], [17].

A proteção contra sobreintensidades é requerida em condições que apresentem a ocorrência de um valor de corrente superior ao valor da corrente estipulada. No caso dos condutores, significa que se verificou um valor de corrente superior ao valor da corrente admissível. Este tipo de proteção restringe um limite máximo de corrente capaz de atravessar de forma contínua um condutor em determinadas condições para as quais a sua temperatura em regime permanente supere um valor estipulado. A proteção contra sobreintensidades engloba as situações de sobrecarga e de curto-circuito. A uma sobreintensidade que se verifique num circuito sem que o mesmo se apresente em defeito dá-se o nome de sobrecarga, e a uma sobreintensidade que provém da presença de um defeito de impedância desprezável entre condutores ativos que revelem uma diferença de potencial em normal funcionamento dá-se o nome de curto-circuito. A proteção simultânea contra sobrecargas e curto-circuitos, pode ser garantida por dispositivos como disjuntores (com disparadores de sobrecarga e de máximo de corrente), disjuntores associados a fusíveis e fusíveis do tipo gG, tal como explicitado na secção 432.1 das RTIEBT [10], [14], [18]. A proteção contra sobrecarga tem como objetivo evitar que as canalizações e os dispositivos correspondentes operem acima dos limites máximos permitidos ou estabelecidos, uma vez que resultaria numa fadiga adicional e, como consequência, verificar-se-ia uma diminuição da vida útil da instalação e uma potencialização do risco de ocorrência de incidentes com agravantes substanciais. Assim a coordenação entre os condutores e os dispositivos de proteção deve satisfazer a secção 433.2 das RTIEBT [6], [14], [18].

3.2 Seletividade

Na presença de correntes anormais numa instalação elétrica, de forma a que os aparelhos de proteção ofereçam proteção e atuem de modo a isolar apenas a parte afetada pelo mesmo, o sistema de proteção deve adotar o conceito de seletividade. Este é um princípio fundamental e deve ser tido em consideração de modo a garantir uma maior disponibilidade de energia à instalação, promovendo uma maior comodidade aos utilizadores e continuidade de serviço. Assim, a seletividade é vista como a articulação coordenada entre aparelhos de corte automático de modo a que um defeito produzido num qualquer ponto da instalação seja suprimido por um disjuntor instalado a montante do defeito, e apenas por este - Figura 4 (A) [19], [20], [21], [22].

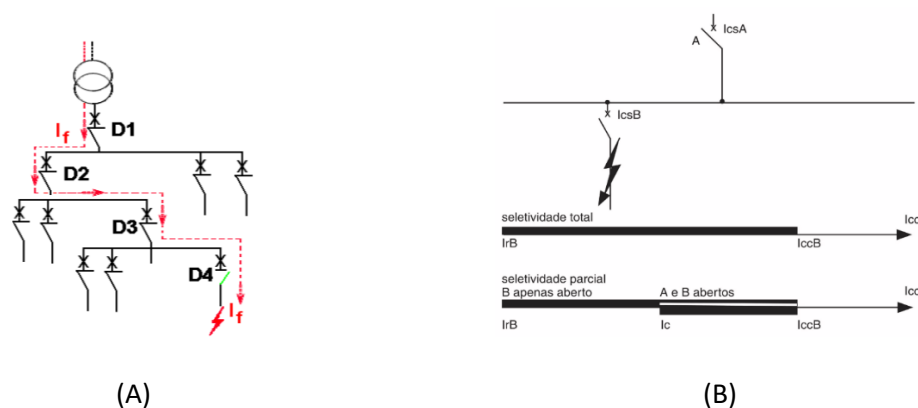
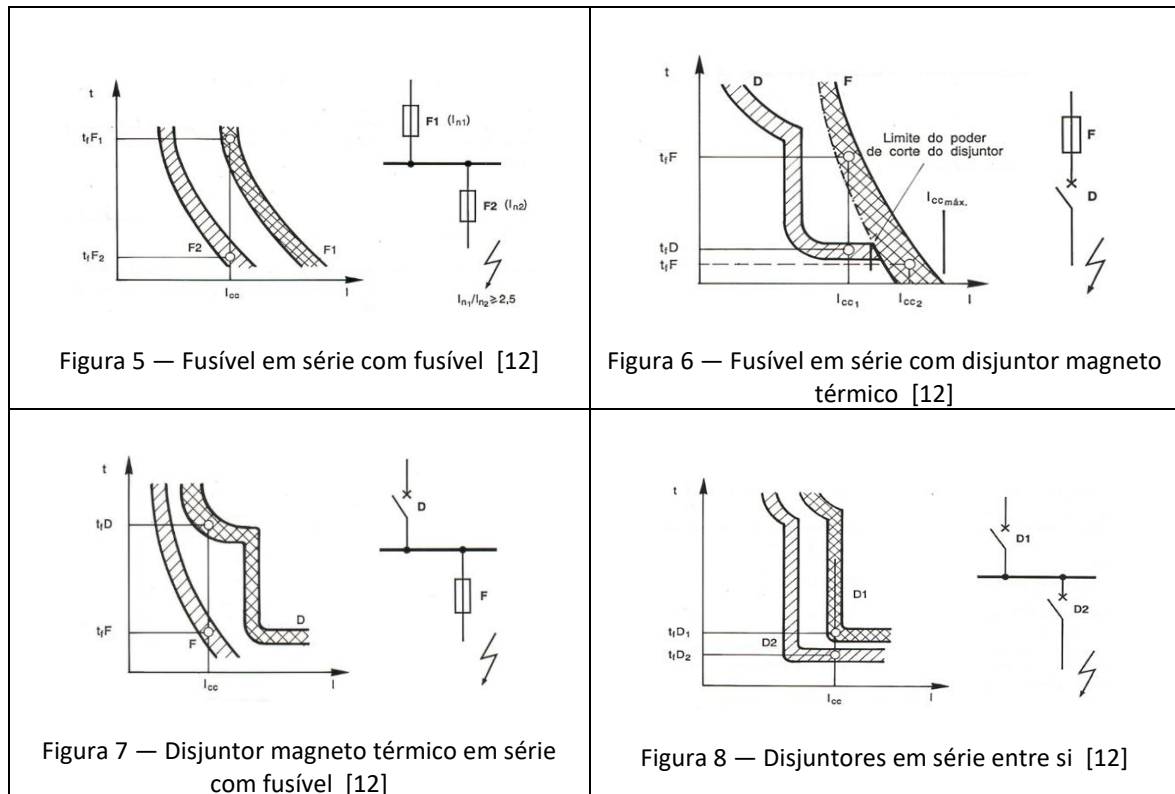


Figura 4 — (A) Seletividade [21] e (B) Seletividade total e parcial [20]

Em situações em que não sejam respeitados critérios de seletividade, ou seja, para sistemas que não tenham seletividade, podem verificar-se riscos como a não satisfação das necessidades de produção ou a suspensão da produção. Os dispositivos de proteção de uma instalação elétrica, podem agrupar-se das seguintes formas demonstradas na Tabela 1 promovendo a proteção [15], [23].

Tabela 1 — Modos de agrupar dispositivos de proteção de uma instalação elétrica [12]



Tendo por base o esquema presente na Figura 4 (B), apresenta-se uma explicação dos conceitos de seletividade total e parcial. A seletividade total pode caracterizar as situações em que para qualquer valor de defeito, no intervalo compreendido entre o valor de sobrecarga e de curto-circuito, a distribuição é totalmente seletiva, ou seja, se o disjuntor B abre e o disjuntor A permanece fechado. A seletividade parcial verifica-se caso a situação mencionada anteriormente não for aplicada até ao valor da corrente máxima de curto-circuito, mas exclusivamente até um valor inferior, definido como sendo o valor limite de seletividade. O caso da instalação sem seletividade, implica que em situações de defeito, o disjuntor A possa abrir [19], [20].

A. Verificação da seletividade entre dois disjuntores

A verificação da seletividade entre dois disjuntores consiste na sobreposição da curva de um disjuntor com a de um outro disjuntor localizado a montante, comprovando-se se esta associação se apresenta seletiva na situação de sobrecarga, ou seja, seletividade para todos os valores de corrente compreendidos no intervalo até ao limite magnético do disjuntor instalado a montante. Esta averiguação demonstra-se conveniente em situações em que um dos disjuntores possua limites ajustáveis. Na presença de dispositivos com limites fixos, a informação é disponibilizada e promovida por tabelas de seletividade. De forma a certificar-se a seletividade em curto-circuito,

deve proceder-se à comparação das características de energia dos dois aparelhos. Relativamente ao caso da colocação de disjuntores em série entre si, com disparadores de tipo ou de regulação distintos, de modo a evitar a sobreposição das respetivas curvas podem ser aplicadas técnicas de seletividade amperimétrica, cronométrica, energética e lógica [20], [21], [22], [24]. A seletividade amperimétrica pode ser representada pela Figura 9.

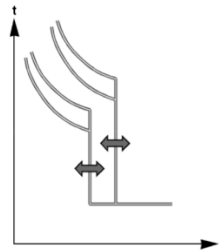


Figura 9 — Seletividade amperimétrica [21]

A Tabela 2 apresenta três casos possíveis da relação entre os limites de atuação [21].

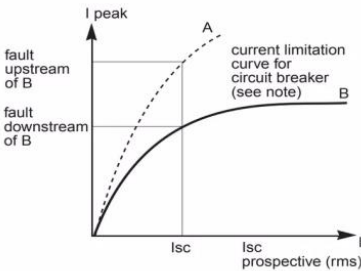
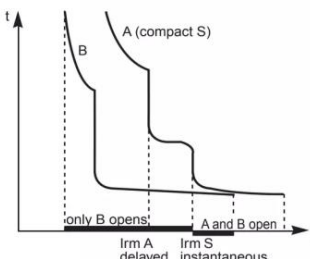
Tabela 2 — Relação entre os limites de atuação [21]

1) Disjuntor localizado a montante com disparadores termomagnéticos e disjuntor localizado a jusante com disparadores termomagnéticos [21].	$I_r : (a \text{ montante} / a \text{ jusante}) \geq 1,6$ (12)
	$I_m : (a \text{ montante} / a \text{ jusante}) \geq 2$ (13)
2) Disjuntor localizado a montante com disparadores termomagnéticos e disjuntor localizado a jusante com disparadores eletrónicos [21].	$I_r : (a \text{ montante} / a \text{ jusante}) \geq 1,6$ (14)
	$I_m : (a \text{ montante} / a \text{ jusante}) \geq 1,5$ (15)
3) Disjuntor localizado a montante com disparadores eletrónicos e disjuntor localizado a jusante com disparadores termomagnéticos [21].	$I_r : (a \text{ montante} / a \text{ jusante}) \geq 1,6$ (16)
	$I_m : (a \text{ montante} / a \text{ jusante}) \geq 1,5$ (17)

Existem 3 casos possíveis de seletividade amperimétrica retratados na Tabela 3.

Tabela 3 — Casos de Seletividade amperimétrica [14]

Casos de Seletividade Amperimétrica	Características
<p>Figura 10 — Disjuntor B não é limitador [14]</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Seletividade pode ser total ou parcial em caso de defeito a jusante de B; - A seletividade total pode não ser totalmente praticável pois $I_{sc} A \approx I_{sc} B$, resultando num disparo quase ao mesmo tempo de ambos os disjuntores; - No caso apresentado, a seletividade é parcial e limitada pelo valor de I_{rm} do disjuntor A.

 <p>Figura 11 — Disjuntor B é limitador [14]</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Com a utilização de um limitador de corrente a jusante, por exemplo, no disjuntor B, pode observar-se uma melhoria na seletividade do disparo; - Para um defeito a jusante de B, o valor de corrente de pico limite será operado pelo valor ajustado da unidade de disparo magnético de B. No entanto, será insuficiente para disparar A.
 <p>Figura 12 — Disjuntor A rápido e com retardo curto (<i>short delay</i>) [14]</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Os disjuntores dispõem de unidades de disparo com retardo mecânico de tempo curto regulável. - O retardo garante a seletividade total com qualquer disjuntor rápido para qualquer valor de corrente, entre o valor da corrente e $I_{rm S}$.

A seletividade cronológica, representada na Figura 13, aplica-se ajustando os tempos de atuação distintos, seja por característica própria do produto ou por ajuste de temporização diferente nos dispositivos de proteção situados a montante e a jusante, garantindo a operação dos mesmos de maneira seletiva e coordenada. Na Figura 13, o disjuntor A detém um atraso necessário para que seja garantida a seletividade total com o disjuntor B [20], [21], [22], [24].

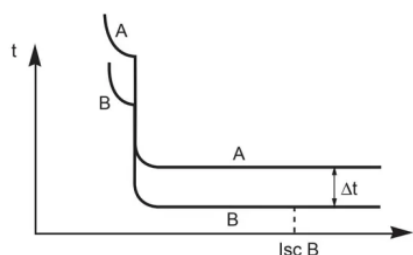


Figura 13 — Seletividade cronológica [20]

A utilização de disjuntores em série, ou seja atravessados pela mesma corrente, e com sequência de tempos em degrau, requer não só a introdução de *timers* no mecanismo de disparo do disjuntor, como também a utilização de aparelhos com capacidades térmicas e mecânicas ajustadas aos elevados valores de corrente e tempos de retardo previstos, sendo que apenas se verifica seletividade caso o período de interrupção do disjuntor B a jusante for inferior ao tempo de não disparo de disjuntor a montante A. Este tipo de disjuntores descritos permite 4 tipos de seleção, nas quais se incluem: o atraso associado a um determinado grau é superior ao tempo de interrupção do próximo degrau inferior, e que, o atraso associado ao primeiro degrau é superior ao

tempo total de interrupção do disjuntor rápido. A Figura 14 ilustra estes casos de seletividade cronológica [20], [21], [22], [24].

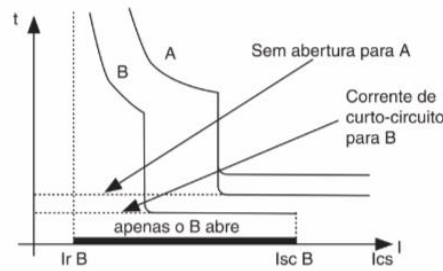


Figura 14 — Casos de seletividade cronológica [20]

Uma combinação dos dois tipos de seletividade anteriores resulta caso seja adicionado atraso mecânico a um sistema com seletividade amperimétrica, o que irá melhorar o sistema, pois reduz ou elimina a zona em que ambos os disjuntores pudessem atuar ao mesmo tempo [20], [24].

A seletividade energética tem por base o conhecimento e domínio da energia que os disjuntores produzem aquando o processo de interrupção, assim como o conhecimento da sensibilidade dos relés na presença da mesma, contribuindo para disponibilidade da energia elétrica - Figura 15 (c) [21]. Esta é praticada em sistemas que detêm um valor de corrente de curto-circuito superior ou igual a $25 I_n$ e garante a seletividade total entre dois disjuntores que conduzam a mesma corrente de curto-circuito. Caso A e B contenham dispositivos de disparo por pressão devidamente regulados, dá-se o caso de seletividade total, possibilitando que a pressão de disparo de B seja regulável para um valor inferior ao de A. Em situações em que o defeito ocorra a montante de B mas a jusante de A, a resistência de arco de A apresenta-se como a única limitação de corrente, no entanto a corrente resultante terá um valor expressivamente superior ao esperado, caso o curto-circuito ocorresse a jusante de B tal como se observa na Figura 15 (a) e (b) [20]. Quanto maior for o valor da corrente de curto-circuito, mais rápido será o disparo do disjuntor: caso a relação da corrente nominal dos 2 disjuntores for $\geq 2,5$; caso a relação das 2 corrente nominais de disparo for $\geq 1,6$ [20].

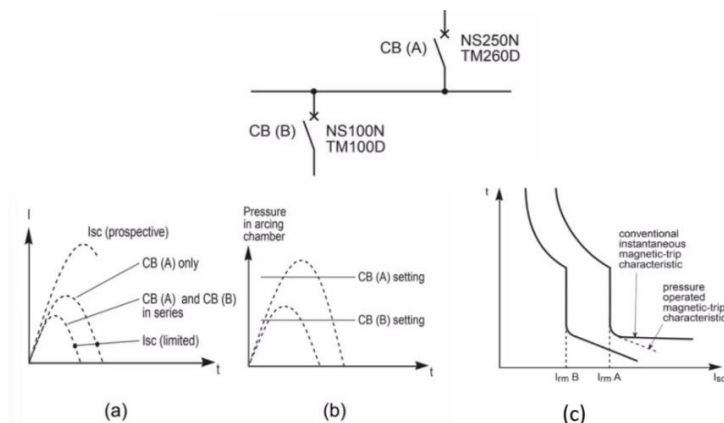


Figura 15 — Seletividade energética: (a) e (b) diagramas sensíveis ao disparo;(c) seletividade energética [20]

A Figura 16 apresenta as condições de seletividade anteriormente apresentadas [21].

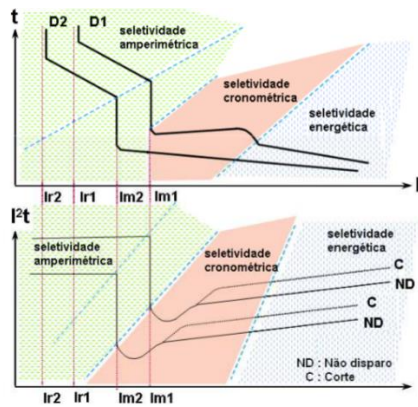


Figura 16 — Condições de seletividade [21]

A seletividade lógica foi desenvolvida de modo a atenuar os inconvenientes da seletividade cronométrica, pois o tempo de disparo é independente do número de proteções em cascata e da seletividade cronométrica, de forma a diminuir o tempo de eliminação do defeito - Figura 17 (A). A Figura 17 (B) utiliza um condutor-piloto que interliga os diversos disjuntores em cascata, ou seja, na presença de um curto-circuito, verifica-se que o disjuntor envolvido pelo defeito altera a sua temporização para um tempo mais curto e comunica a informação para o dispositivo a montante que, após a receção da informação, procede ao ajuste da sua temporização para o valor parametrizado, eliminando-se assim o defeito pelo aparelho mais próximo do defeito instantaneamente [20], [21], [24].

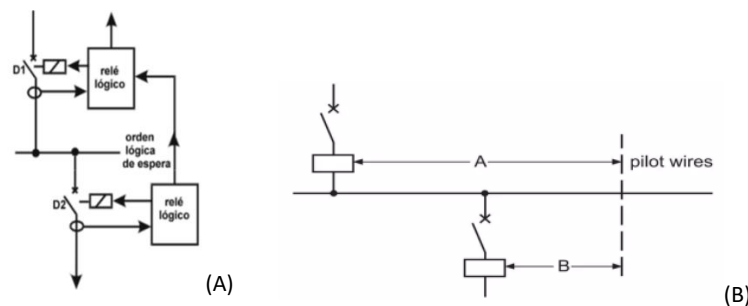


Figura 17 — (A) Representação seletividade lógica [21], (B) seletividade lógica com condutor-piloto [20]

B. Seletividade dos interruptores diferenciais

Tal como no caso da seletividade entre dois disjuntores, a seletividade dos interruptores diferenciais também pode ser total ou parcial tal como representado na Figura 18.

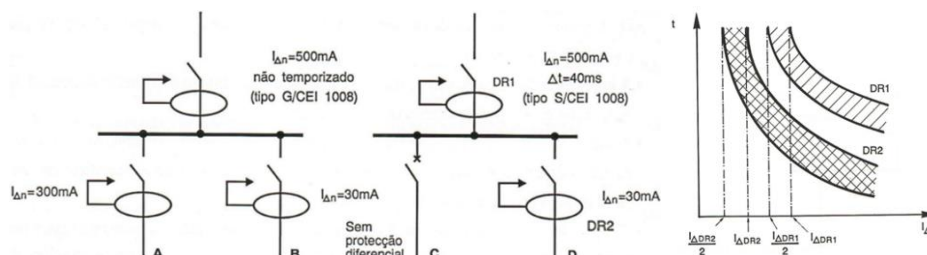


Figura 18 — Seletividade parcial em A, B, C, apenas em D se garante a seletividade total [12]

De forma a assegurar a seletividade entre os interruptores diferenciais dispostos em cascata, deve ter-se em atenção o cumprimento de regras de combinação de dispositivos como garantir que a sensibilidade do aparelho instalado a montante deve possuir um valor, no mínimo, 3 vezes menor do que o valor de sensibilidade do dispositivo instalado a jusante e, ainda, que interruptor diferencial instalado a montante só pode ser do tipo seletivo (S) ou temporizado (R). Para situações em que o interruptor diferencial instalado a jusante seja instantânea, deve utilizar-se um interruptor diferencial instalado a montante do tipo seletivo. Para situações em que o interruptor diferencial instalado a jusante seja do tipo seletivo deve utilizar-se um interruptor diferencial instalado a montante do tipo temporizado. A prática destas regras possibilita as propriedades de seletividade independentemente do valor da corrente de defeito, e ressalva que somente o aparelho instalado imediatamente a montante do defeito detém capacidade de interrupção do circuito. De notar que a garantia de seletividade com os dispositivos localizados a jusante, advém dos tempos sem disparo dos interruptores diferenciais do tipo seletivo e temporizado. A Figura 19 apresenta que, independentemente do valor da corrente de defeito, somente o elemento localizado a montante do defeito irá atuar e interromper o circuito, caso sejam cumpridas todas as regras associadas garante a seletividade em três níveis [12], [19].

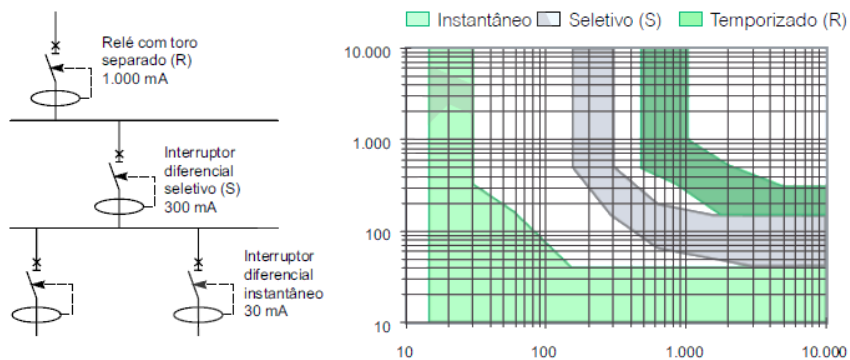


Figura 19 — Cumprimento das regras garante seletividade em três níveis [19]

Considerando o gráfico anterior da Figura 19, para uma corrente de defeito de 1000 mA, para o caso de o defeito ocorrer a jusante do interruptor diferencial instantâneo de 30 mA, este interrompe a passagem de corrente num tempo de 40 ms. Em contrapartida, os aparelhos do tipo S e R atendem, respetivamente, aos 80 ms e 200 ms, o que por consequência revela que nenhum dos dois aparelhos dispara. Para o caso de o defeito ocorrer a jusante do interruptor diferencial do seletivo, este interrompe a passagem de corrente num tempo inferior a 175 ms. Em contrapartida, o aparelho de tipo R atende em 200 ms, o que significa que não dispara.

3.3 Filiação

No conceito de filiação está patente que a jusante de um disjuntor limitador é permitida a utilização de disjuntores com um valor de poder de corte inferior ao valor de corrente de curto-circuito presumida. A limitação oferecida pelo aparelho localizado a montante reforça o poder de corte, o que pode ser traduzido em economias substanciais em aparelhagem e invólucros [12].

A Figura 20 serve de exemplo para uma melhor compreensão do conceito de filiação. O disjuntor D1 apresenta-se situado mais próximo da fonte de energia, e possui um valor de poder de corte superior ou igual ao valor da corrente de curto-circuito presumida para o respetivo local. O disjuntor D2 encontra-se posicionado mais próximo das cargas, o que numa situação normal sem a aplicação de filiação implicaria que possuísse um valor de poder de corte superior ou igual ao valor da corrente de curto-circuito presumida para o local de instalação. Aplicando a filiação de disjuntores, o disjuntor D2 possui um valor de poder de corte inferior ao valor da corrente de curto-circuito presumida. De notar que, como o valor do poder de corte é inferior, caso ocorra um curto-circuito que possua um valor que supere o valor do poder de corte de D2, o disjuntor D1 deve atuar. A associação dos dois disjuntores possibilita um aumento no desempenho de I_{cu} de D2, o que pode ser verificado em diversos aparelhos sucessivos, mesmo que sejam utilizados no interior de diferentes QE de distribuição. A Figura 20 apresenta ainda a situação de ambos os disjuntores dispararem, a partir de I_B . Para este caso, observa-se uma tensão $U_{A_{D1}}$ na separação dos contatos de D1, e é verificável uma tensão $U_{A_{D2}}$ que viabiliza, por meio da limitação adicional, o disjuntor D2 a abrir [21].

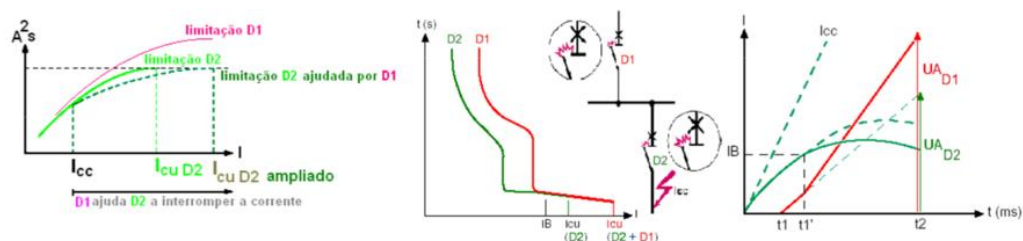


Figura 20 — Exemplo de filiação e caso de D1 e D2 dispararem [21]

Desta forma, torna-se possível a aplicação da filiação dado que o disjuntor a montante está incumbido da limitação de corrente. É importante referir que a filiação não restringe dois dispositivos consecutivos, apenas abrange todos os elementos instalados a jusante do disjuntor limitador [25].

Num QE que não adote técnicas de filiação, o disjuntor possui um valor de poder de corte igual ou superior ao valor da corrente de curto-circuito presumida, contrariamente ao que se observa em situações que englobem a filiação. Tal é possível pois os disjuntores instalados a montante conferem-se como fortes barreiras face às correntes de curto-circuito. Assim, permite-se a utilização de disjuntores de com um valor de poder de corte inferior ao valor da corrente de curto-

circuito presumido, no seu ponto da instalação [24]. No entanto, a desvantagem que se verifica com esta aplicação, é a perda parcial de seletividade (Figura 21). Esta perda sugere a atuação intempestiva de um dispositivo localizado a montante, com perda substancial de carga, para situações em que ocorra um defeito num circuito de um QE [21], [25].

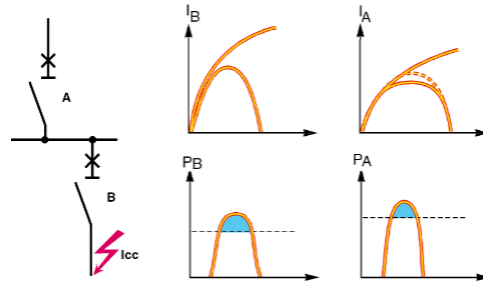


Figura 21 — Sem seletividade [21]

A Figura 22 apresenta um exemplo da utilização das técnicas de filiação para o caso da proteção contra sobreintensidade, no qual o disjuntor D1 é o disjuntor limitador, e os restantes D2, D3, D4 detêm propriedades de valor inferior garantidas pela aplicação de filiação garantindo eficiência na devida proteção. Assim, na prática esta técnica exige a compatibilidade entre a energia total dissipada pelo D1 (disjuntor a montante limitador) e o comportamento energético do D2, D3 e D4 (disjuntores a jusante) [12].

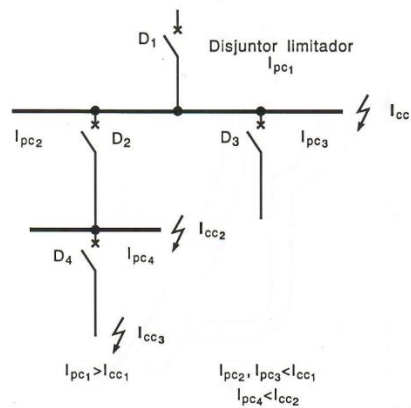


Figura 22 — Utilização de técnicas de filiação em aparelhos de proteção contra sobreintensidades [12]

4 Aspectos técnicos e normativos do *Layout*

De forma a que a complementar o processo de orçamentação, torna-se imprescindível a abordagem dos aspetos técnicos e normativos da realização dos *layouts*. Assim, apresentam-se as normas e certificados atuais a considerar na elaboração dos *layouts*, bem como se caracterizam os componentes mais frequentemente utilizados – nomeadamente no Caso de Estudo. Dado que a disposição dos equipamentos no interior do QE é um fator importante a considerar na conceção dos *layouts*, a mesma é igualmente abordada. Por fim, realiza-se uma conclusão do processo de execução dos *layouts*.

4.1 Normas e certificados

Os QE foram previstos para a corrente de curto-circuito trifásica simétrica prevista no local, de acordo com o indicado nas peças desenhadas. No interior de cada QE inclui-se o respetivo esquema elétrico, devidamente acondicionado e em lugar acessível apenas ao pessoal da manutenção. Os QE possuem placa ou identificação geral na qual devem constar as seguintes indicações:

- A. Sigla de identificação do QE;
- B. Nome ou marca de fabrico do construtor;
- C. Designação do tipo ou número de identificação;
- D. Conformidade com IEC 61439-2:2020 *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies*;
- E. Natureza e frequência da corrente;
- F. Tensão nominal de serviço e de isolamento;

- G. Intensidade de corrente admissível em curto-circuito;
- H. Índice de Proteção (IP e IK);
- I. Esquema de ligação à terra.

A fabricação dos vários QE não deve ser iniciada antes da Fiscalização ter aprovado os desenhos de fabrico, bem como os seus componentes, pelo que o Adjudicatário deve fornecer todos os elementos que a Fiscalização entenda como necessários para a sua apreciação. De forma a satisfazer estes requisitos, os QE de BT são produzidos tendo por base a norma IEC 61439-2:2020 *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies*. A norma IEC 61439-2:2020 *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies* aplica-se à montagem de um equipamento de BT para uma tensão inferior a 1000 V em CA e com uma frequência não excedendo 1000 Hz, ou para 1500 V em CC. Esta norma também é aplicável a todas as montagens para uma utilização com ligação com à geração, transporte, distribuição e conversão de energia elétrica, e para monitorização de consumos de energia dos equipamentos elétricos. Para garantir a fiabilidade dos equipamentos instalados, o sistema de instalação e os equipamentos são fornecidos pelo mesmo fabricante. Os QE devem satisfazer o disposto nas normas IEC 60529:1989 + AMD1: 1999 + AMD2: 2013 CSV *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)* e o anexo V da parte 4 das RTIEBT, quanto à classe de proteção, e são do tipo “sistema funcional”, com dimensões adequadas ao número de módulos das respetivas aparelhagens constantes dos esquemas unifilares anexos e têm painel e portas com os índices de proteção indicados nos respetivos esquemas unifilares. Todos os circuitos de saída estão devidamente identificados através de etiquetas sinaléticas de trafolite, sendo estas vermelhas para painéis de Segurança, pretas para painéis de Rede, vermelhas para painéis de Emergência, aplicadas por processo de colagem, ou outro, que garanta durabilidade na fixação das mesmas.

Nos aparelhos de corte montados no QE cujo funcionamento não possa ser diretamente observado pelo operador, deve estar claramente indicada a posição de ligado ou desligado. De notar que as entradas e saídas dos cabos estão providas de buçins, com sede e porca, de dimensões adequadas ao diâmetro exterior do cabo respetivo. Considera-se como uma obrigatoriedade do adjudicatário das instalações a colocação na face posterior de uma das portas do QE. do seu esquema unifilar, devidamente protegido em invólucro plástico e que represente a versão construtiva final do mesmo, bem como sinalética com perigo de eletrocussão. A aparelhagem a instalar é dos tipos e marcas que seguidamente se indicam e para poderes de corte e calibres de proteção definidos nos respetivos esquemas. Os QE devem ser executados por Fabricantes de Conjunto (Quadristas) certificados pelo fabricante de forma a garantir todas as normas e manuais de execução do Fabricante de Origem, conferindo assim a total fiabilidade do equipamento instalado. A construção do Conjunto (QE), deverá seguir todas as instruções do Fabricante de Origem, quando existirem arranjos próprios, incluindo a seleção dos componentes apropriados ao sistema Conjunto, o Fabricante do Conjunto (Quadrista) é considerado o Fabricante de Origem e dessa forma terá que respeitar e garantir todas as verificações. O fabricante do conjunto (Quadrista) deverá apresentar evidências do certificado do sistema do fabricante de origem para o sistema do QE montado, as seguintes verificações de rotina:

- Grau de proteção dos invólucros;
- Distância de isolamento;
- Linha de fuga;
- Proteção contra choques elétricos e integridade do circuito de proteção;
- Incorporação de componentes;
- Circuitos elétricos internos e ligações;
- Terminais para condutores externos;
- Operação mecânica;
- Propriedades dielétricas;
- Cablagem, desempenho operacional e funcional.

O fabricante do conjunto (Quadrista) deve fornecer obrigatoriamente, os números dos certificados ou declarações de conformidade dos ensaios ao Tipo do fabricante de origem assim como uma cópia dos certificados de ensaio de rotina. A passagem completa nestes ensaios de verificação garante ao operador do QE que o equipamento está montado corretamente (segundo as regras do Fabricante de Origem) sendo capaz de atingir um nível de desempenho máximo pelo instalador e cliente final.

Em concordância, existe um conjunto de normas e certificados que podem ser consideradas relativamente aos equipamentos:

- A. *IEC 60947-1:2020 Low-voltage switchgear and controlgear - Part 1: General rules;*
- B. *IEC 60947-2:2016+AMD1:2019 CSV Low-voltage switchgear and controlgear - Part 2: Circuit-breakers;*
- C. *IEC 60947-3:2020 Low-voltage switchgear and controlgear - Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units;*
- D. *IEC 60947-4:2023 Low-voltage switchgear and controlgear - Part 4-1: Contactors and motor-starters;*
- E. *IEC 60947-5-1:2024 Low-voltage switchgear and controlgear - Part 5-1: Control circuit devices and switching elements;*
- F. *Especificações de classificação marítima (Bureau Veritas, Lloyd's Register of Shipping, Det Norske Veritas, etc.);*
- G. *IEC 60664-1:2020 Insulation coordination for equipment within low-voltage supply systems - Part 1: Principles, requirements and tests;*

- H. IEC 60068-2-1:2007 *Environmental testing - Part 2-1: Tests - Test A: Cold*;
- I. IEC 60068-2-2:2007 *Environmental testing - Part 2-2: Tests - Test B: Dry heat*;
- J. IEC 60068-2-30:2005 *Environmental testing - Part 2-30: Tests - Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)*;
- K. IEC 60068-2-52:2017 *RLV Environmental testing - Part 2-52: Tests - Test kb: Salt mist, cyclic (sodium chloride solution)*.

4.2 Aparelhagem e equipamento a implementar

A. Barramentos

Os barramentos considerados foram construídos em barra de cobre eletrolítico, dimensionados para 2 A/mm^2 de acordo com a corrente nominal permanente indicada nas peças desenhadas.

Da mesma forma, estes barramentos foram dimensionados de modo a suportar os esforços eletrodinâmicos da corrente de curto-circuito simétrico indicados nos esquemas unifilares.

Os barramentos foram montados em compartimento próprio, fechado, provido de tampas amovíveis. O conjunto de celas possui um circuito e terra constituído por um coletor geral em barra de cobre.

B. Interruptores

A norma associada aos interruptores-seccionadores foi a IEC 60947-3:2020 *Low-voltage switchgear and controlgear - Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units*. Os interruptores gerais são estabelecidos nos QE e são destinados ao comando e seccionamento de circuitos de potência. Estes equipamentos devem permitir em permanência a sua intensidade nominal, devendo suportar as correntes de curto-circuito previstas até à atuação dos disjuntores de proteção. Estes interruptores são de atuação por manípulo, com as posições de “ligado” e “desligado” facilmente identificáveis. Estes interruptores devem ser dispostos de forma isolada na primeira fila de aparelhagem de cada QE. Estes equipamentos podem ser classificados quanto ao seu tipo de montagem como [26]:

- Interruptores modulares
- Interruptores de caixa moldada

Estes equipamentos contemplam as características comuns presentes na Figura 23.

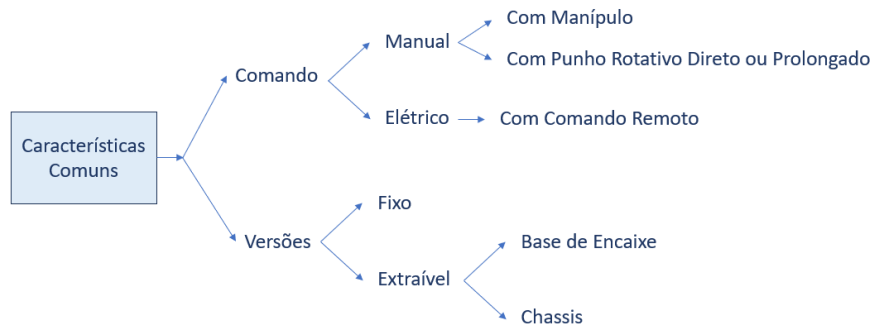


Figura 23 — Características comuns dos equipamentos [26]

A Figura 24 seguinte ilustra um exemplo das diferentes aplicações observáveis para interruptores-seccionadores, demonstrando as gamas existentes destes equipamentos da *Schneider Electric*.

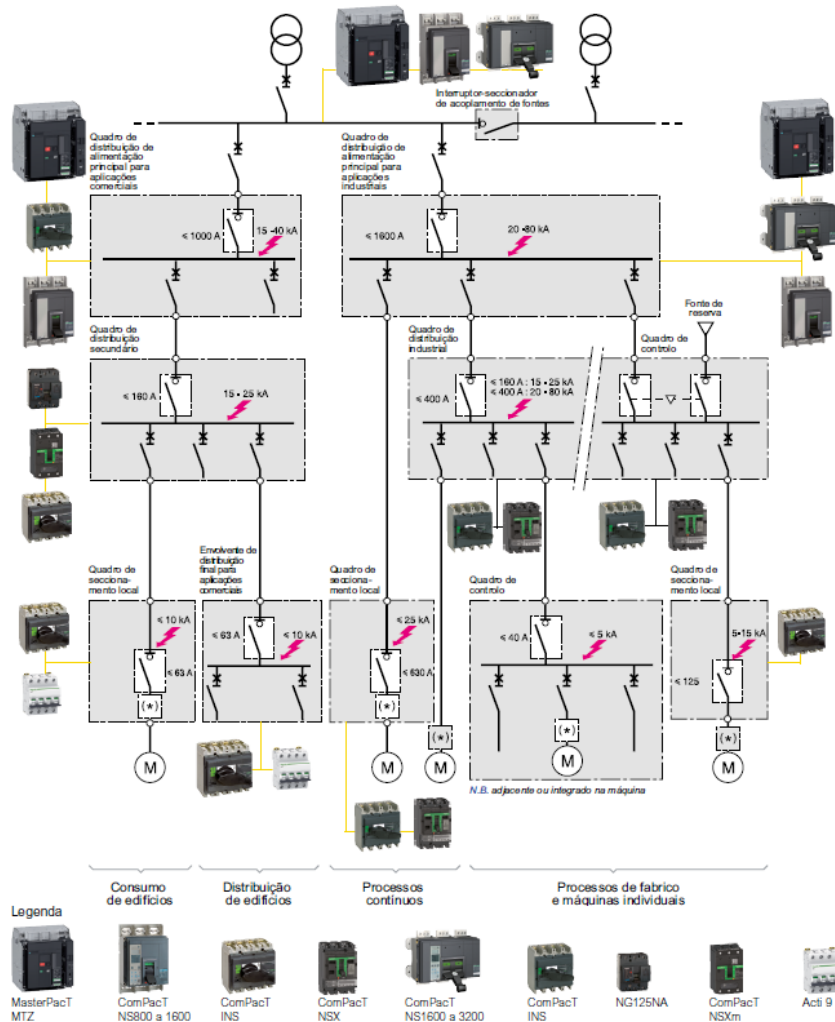


Figura 24 — Exemplo das diferentes aplicações observáveis para interruptores-seccionadores [26]

Os interruptores estão obrigatoriamente equipados com contactos de estado mesmo que não indicado nos esquemas unifilares, neste projeto.

C. Fusíveis

Os fusíveis a instalar de alto poder de corte, são: do tipo gG, para a proteção contra sobrecargas e curto-circuitos e do tipo aM apenas para proteção contra curto-circuitos. No caso vertente, os fusíveis a utilizar são respeitantes à proteção do sistema de sinalização e/ou comando.

D. Disjuntores

Os disjuntores podem ser regulados segundo as normas IEC 60898-1:2015+AMD1:2019 CSV *Electrical accessories - Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations - Part 1: Circuit-breakers for a.c. operation* e IEC 60947-2:2016+AMD1:2019 CSV *Low-voltage switchgear and controlgear - Part 2: Circuit-breakers*. A primeira destina-se a disjuntores do tipo doméstico e a segunda a disjuntores do tipo industrial. As suas características tais como curvas de disparo e a intensidade nominal estão indicadas nas peças desenhadas, segundo um poder de corte adequado à corrente de curto-circuito calculada para o respetivo QE. Quando especificado, podem estar equipados o equipamento responsável pela atribuição da função de proteção diferencial [26]. Estes equipamentos contemplam as características comuns presentes na Figura 23. A Figura 25 seguinte ilustra um exemplo das diferentes aplicações observáveis para disjuntores, demonstrando as gamas existentes destes equipamentos da *Schneider Electric*.

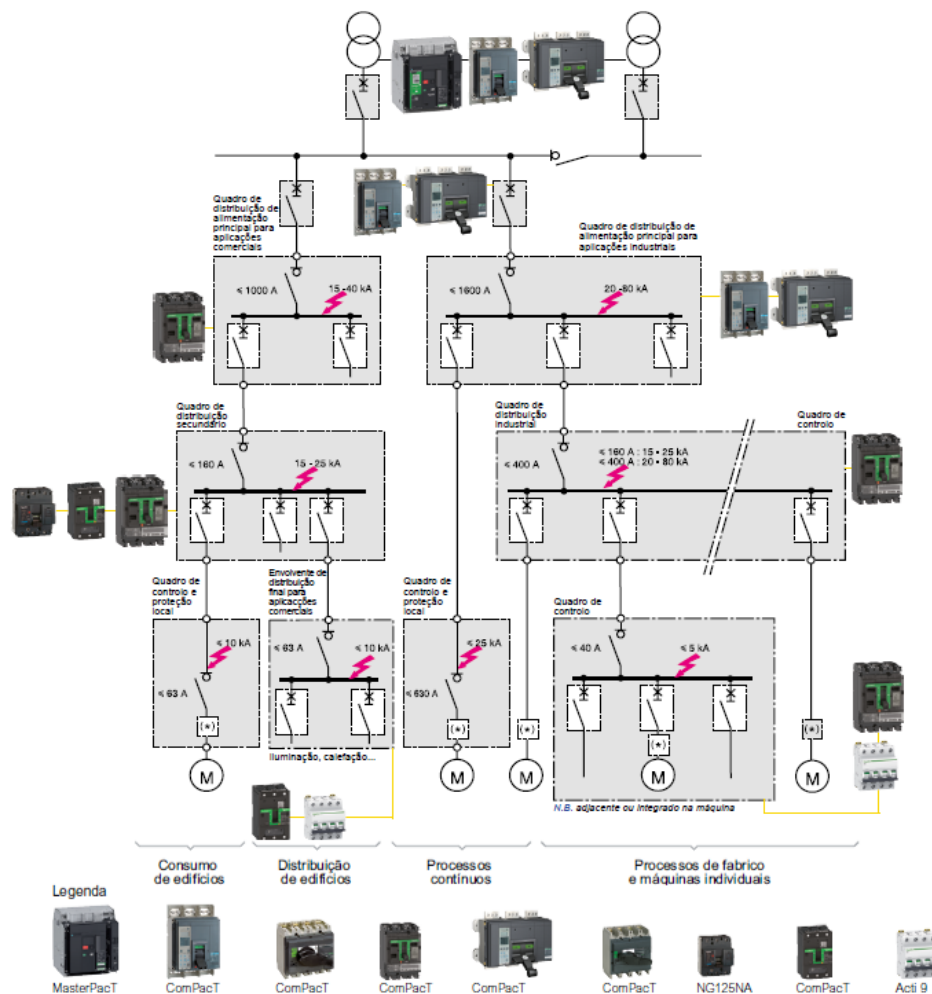


Figura 25 — Exemplo das diferentes aplicações observáveis para disjuntores [26]

Estes equipamentos foram considerados do tipo magnetotérmicos com a intensidade nominal indicada nas peças desenhadas, com poder de corte adequado à corrente de curto-circuito calculada para o QE, com um mínimo de 6 kA quando não indicado. Quando indicado, estão equipados com bloco auxiliar para a função de proteção diferencial.

Os disjuntores de calibre inferior a 63 A serão modulares, poder de corte adequado ao QE onde estejam instalados e curva de disparo do tipo B, C, D e Z, destinando-se esta a:

- B: Circuitos elétricos ou geral;
- D: Força-Motriz (Motores);
- Z: Comando e controlo.

Os disjuntores de calibre superior a 80 A, foram considerados do tipo compactos, com características tipo N, H ou L, conforme o poder de corte necessário e curva de disparo do tipo L ou U.

Todos os disjuntores estão obrigatoriamente equipados com contactos auxiliares de defeito, mesmo que não indicado nos esquemas unifilares, neste projeto.

Os disjuntores de proteção de motores possuem os calibres definidos nos esquemas e regulação térmica, com poder de corte adequado à corrente de curto-circuito calculada para o QE.

Todos os disjuntores para proteção de motores encontram-se obrigatoriamente equipados com contactos auxiliares de defeito, mesmo que não indicado nos esquemas unifilares, neste projeto.

E. Dispositivos diferenciais

Os interruptores e disjuntores diferenciais de características indicadas nos QE, sensíveis às correntes diferenciais residuais, destinam-se a desligar os circuitos com tensões de contacto perigosas. Estes equipamentos devem ser capazes de suportar sem danos, por coordenação, as correntes de curto-circuito previstas nos QE até à atuação dos disjuntores de proteção. Os interruptores e disjuntores diferenciais de características indicadas nos QE, sensíveis às correntes homopolares destinam-se a desligar os circuitos com tensões de contactos perigosas. Estes equipamentos possuem a capacidade de suportar sem danos as correntes de curto-circuito previstas nos QE até à atuação dos disjuntores de proteção [26].

F. Contactores

Os contactores a instalar nos QE devem ter a intensidade nominal mínima indicada nos esquemas nas condições de montagem previstas. Os contactores obedecem às categorias de utilização de acordo com a norma IEC 947-4:2023 *Low-voltage switchgear and controlgear - Part 4-1: Contactors and motor-starters*, que serão em função das cargas a comandar [26]:

- AC1: Para cargas ligeiramente indutivas ou resistivas (distribuição de energia, comando de resistências...);

- AC2: Motores de rotor bobinado;
- AC3: Para motores de rotor em curto-circuito (ventiladores, elevadores, portões...);
- AC4: Motores de rotor em curto-circuito em funcionamento permanente (gruas, motores de posicionamento...);
- AC5a: Lâmpadas de descarga;
- AC5b: Lâmpadas incandescentes;
- AC6a: Transformadores;
- AC6b: Condensadores.

Estes equipamentos respeitam o tipo de coordenação entre o contactor e a proteção a montante em caso de C.C. Os contactores em montagem contígua devem dispor de afastadores (módulos de espaçamento) que facilitem a sua ventilação.

Na seleção dos contactores atender-se-á às classes de funcionamento que são do tipo AC3 para motores e AC1 para outros fins. Quando destinados a lâmpadas fluorescentes são do tipo AC3 ou especial.

Estes equipamentos foram dimensionados para as potências indicadas nos esquemas, com a tensão de comando 230 V e/ou de 24 V, 50 Hz ou outra quando assim indicado nos esquemas elétricos.

A comutação rede grupo foi realizada por um conjunto contactor-inversor, dispondo este de uma platina de comando integrado para informação suplementar ao QE de comando do grupo de emergência.

Todos os contactores estão obrigatoriamente equipados com contactos de estado, mesmo que não indicado nos esquemas unifilares, neste projeto [26].

G. Relés Auxiliares de Comando

Estes equipamentos devem ter contactos instantâneos de acordo com os esquemas elétricos, de tipo industrial, miniatura, extraíveis, para 24 VAC e/ou 230 VAC, 4 contactos, 5 A, bobinas de baixo consumo, núcleo em chapa de silício, para montagem em base de fixação em calha DIN [26].

H. Relés de Interface

Estes equipamentos devem ter contactos instantâneos comutáveis, de acordo com os esquemas elétricos, de tipo industrial, miniatura, montados em bloco, para fixação em calha DIN, tensão nominal em 24 VAC, 0,7 W, 1 contacto reversível, 2 A, para até 230 VAC em AC3, isolamento para 2500 Vef [26].

I. Sinalizadores

Os sinalizadores dos circuitos de comando e de alarme podem ser do tipo lâmpada Ba9 ou do tipo LED. Os sinalizadores de tensão a implementar nos QE são equipados com lâmpadas de néon para 220 V, 50 Hz, devendo ser instalados em conjuntos de três (vermelho, verde e amarelo), representando a presença de tensão nas três fases (L1, L2, L3). A sua proteção contra defeitos funciona através de seccionadores porta-fusíveis e fusíveis de calibre apropriado. Os sinalizadores a estabelecer nos QE serão equipados com transformador de tensão de 24 V. A sua proteção contra defeitos foi assegurada através de fusíveis de calibre 2 A [26].

J. Interruptores Horários

Os interruptores horários são modulares e programáveis, podendo ser do tipo digital ou analógico. Caso sejam do tipo analógico podem ser de 60 minutos ou 7 dias, enquanto que os interruptores horários do tipo digital podem ser dos tipos semanal, semanal compacto ou anual. Os interruptores horários digitais podem possuir 1 ou 2 canais, enquanto que os analógicos possuem apenas 1 canal. Os interruptores horários podem permitir a realização de parte ou da totalidade das seguintes funções básicas, de acordo com a sua tipologia [26]:

- Visualização permanente;
- Horas e minutos e Dia da semana;
- Estado do contacto;
- Mudança da hora Verão/Inverno sem alteração do programa;
- Ações sobre cada canal;
- Marcha forçada ou paragem;
- Antecipação de uma comutação;
- Eliminação de uma comutação;
- Modificação ou anulação de uma sequência de programa;
- Programação por bloco para comutações respetivas.

K. Bornes de ligação

Os terminais a estabelecer devem ser de secção superior à dos cabos respetivos.

L. Proteção Contra Sobretensões – DST 'S

A escolha do descarregador de sobretensões ou limitador de sobretensões (DST) depende da classificação do risco da zona geográfica. Relativamente ao nível de risco, este pode levar a considerar a proteção do QE principal ou a proteção do QE de distribuição. A proteção do QE principal deve ser realizada em situações de risco elevado - edifícios localizados em zonas com risco específico ou presença de um DST transitórias num raio de 50 m – com DST do Tipo 1, e de risco médio – edifícios localizados em terrenos planos – com DST do tipo 2. A proteção do QE de distribuição é visível em situações cujos edifícios estejam localizados em zonas urbanas ou suburbanas com a presença de vivendas agrupadas, ou seja, de risco baixo, com DST do tipo 2 e 3.

Relativamente ao DST Tipo 1 este possui as seguintes características de Poder de escoamento [26][27]:

- $I_{imp.}$: 25 e 40 kA por fase, para onda 10/350 us;
- $I_{nom.}$: 60 e 100 kA por fase, para onda 8/20 us;
- $I_{máx.}$: 120 e 200 kA por fase, para onda 8/20 us;
- Nível de proteção: $U_p = 1,5$ kV.

A U_c tensão máxima, em regime permanente é de 440 V e o tempo de resposta dos componentes ativos é inferior a 25 ns.

De acordo com a norma IEC 61643-11:2011 *Low-voltage surge protective devices - Part 11: Surge protective devices connected to low-voltage power systems - Requirements and test methods*, o DST será associado a um órgão de proteção dedicado.

Relativamente ao DST Tipo 2 este possui cartuchos extraíveis para uma fácil substituição. As condições do Poder de escoamento são as seguintes [26][27]:

- I_{max} : 20 kA, para onda 8/20 us;
- I_{nom} : 5 kA, para onda 8/20 us;
- I_c corrente de funcionamento permanente < 1 mA.

As condições do Nível de proteção são as seguintes:

- Em modo comum $U_p = 1,4$ kV;
- Em modo diferencial $U_p = 1,1$ kV.

A U_c tensão máxima, em regime permanente é de 340 V.

A Sinalização através de indicação mecânica na face frontal é representada pela cor:

- Branco: em funcionamento normal;
- Vermelho: fim de vida, substituir cartucho

O indicador à distância de fim de vida é dado por contacto NA/NF.

O Tempo de resposta dos componentes ativos é inferior a 25 ns.

De acordo com a norma IEC 61643-11:2011 *Low-voltage surge protective devices - Part 11: Surge protective devices connected to low-voltage power systems - Requirements and test methods*, o supressor está associado a um órgão de proteção dedicado, SBI 22X58 (fusíveis 25 A gG).

Os supressores de surto de tensão para painéis de com Icc inferior ou igual a 25 kA encontram-se em conformidade com a norma IEC 61643-11:2011 *Low-voltage surge protective devices - Part 11: Surge protective devices connected to low-voltage power systems - Requirements and test methods*.

O supressor inclui um disjuntor de desconexão associado, garantindo uma ligação otimizada e uma coordenação máxima entre órgãos de proteção, em conformidade com a norma IEC 61643-11:2011 *Low-voltage surge protective devices - Part 11: Surge protective devices connected to low-voltage power systems - Requirements and test methods* [26][27].

M. Bornes de ligação

Os bornes a utilizar na eletrificação dos QE, foram equipados com dispositivo de aperto dos condutores apenas por compressão, apropriados às secções e tipos de cabos a utilizar, para montagem em calha DIN, e podem definir-se como:

- Bornes de potência;
- Bornes de comando, controlo e sinalização; Bornes de sinais analógicos.

Os bornes de potência são apropriados à secção dos cabos, considerando-se o indicado nas peças desenhadas. Os bornes de comando, controlo e sinalização são do tipo seccionável, fazendo a *interface* com outros sistemas. Os bornes de sinais analógicos são do tipo curto-circuitável. As réguas de bornes a estabelecer, serão do tipo vertical e/ou horizontal, sendo bem identificáveis por função - FM, CCS ou SA.

Todos os bornes serão objeto de identificação, assim como as réguas de bornes.

N. Bucins

Os bucins a estabelecer nos QE devem ser metálicos.

O. Analisador de Rede/Central de medida

A analisador de rede / central de medida (AR) PM3255 instalada no Q.E., e tem as seguintes características principais [26]:

- Monitorização de parâmetros elétricos, como, por exemplo, I, In, U, V, PQS, E, PF, Hz;
- Exigência de potência/corrente, pico de procura;
- Alarmes com marcação horária;
- Mínimo/máximo;
- Gestão de até 4 tarifas,
- Até 2 entradas digitais e 2 saídas digitais;
- Comunicação *ModBus*;
- Corrente e tensão THD;
- Entrada de medida através de TI (1 A, 5 A);
- Entrada de medida através de TT;
- Registos de exigência de potência.

De notar que quanto às cláusulas gerais, todos os parâmetros de configuração do AR devem ser armazenados em memória não volátil e conservados em caso de corte de alimentação. O AR pode ser utilizado em sistemas trifásicos, a três ou quatro fios, e em sistemas monofásicos. O AR deve poder ser utilizado sem modificações às frequências nominais de 45 a 65 Hz [26].

Os contadores de energia a instalar nos QE, estão em conformidade com a norma IEC 61557-12:2018+AMD1:2021 *CSV Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V AC and 1 500 V DC - Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures - Part 12: Power metering and monitoring devices (PMD)*, a qual inclui as seguintes exigências de medida:

1. Segurança (IEC 61010-1:2010+AMD1:2016 *CSV Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use - Part 1: General requirements*);
2. IEC 62053-21:2020 *Electricity metering equipment - Particular requirements - Part 21: Static meters for AC active energy (classes 0,5, 1 and 2)* e IEC 62053-22:2020 *Electricity metering equipment - Particular requirements - Part 22: Static meters for AC active energy (classes 0,1S, 0,2S and 0,5S)*: para medida de energia ativa (classe 1 e classe 0,5 S);
3. IEC 62053-23:2020 *Electricity metering equipment - Particular requirements - Part 23: Static meters for reactive energy (classes 2 and 3)* para medida de energia reativa.

Os contadores de energia estão ainda de acordo com a norma MID, que é uma diretiva europeia de definição dos requisitos para toda a aparelhagem usada para venda ou compra de energia elétrica ativa. Os contadores certificados com a norma MID.

Os Contadores de energia série iEM3155 (medida direta até 63 A) tem as seguintes características principais [26]:

- 1) Autoalimentação;
- 2) Entrada de medida direta até 63 A;
- 3) Classe de medida 1 de energia ativa (Total e parcial kWh);
- 4) Medidas de energia quatro quadrantes;
- 5) Medidas elétricas (P, Q, S, 3 x I, V, PF, F);
- 6) Entrada digital;
- 7) Saídas digitais programáveis;
- 8) Comunicação *ModBus*;
- 9) Certificação MID.

Os Contadores de energia série iEM3355 (medida direta até 125 A) tem as seguintes características principais [26]:

- Autoalimentação;
- Entrada de medida direta até 125;
- Classe de medida 1 de energia ativa (Total e parcial kWh);
- Medidas de energia quatro quadrantes;
- Medidas elétricas (P, Q, S, 3xl, V, PF, F);
- Entrada digital;
- Saídas digitais programáveis;
- Comunicação *ModBus*;
- Certificação MID.

Quanto aos Contadores de Energia leitura indireta através de transformadores de intensidade (TI), o contador de energia iEM3255 tem as seguintes características principais [26]:

- Monitorização de parâmetros elétricos, como, por exemplo, I, In, U, V, PQS, E, PF, Hz;
- Multi-tarifas (até 4) controladas;
- Saídas de impulsos;
- Comunicação *ModBus*;
- Certificação MID;
- Entrada de medida através de TI (1A, 5A);
- Entrada de medida através de TT.

P. Contadores de Energia

Os contadores de energia a instalar nos QE de agência, estão em conformidade com a norma IEC 61557-12:2018+AMD1:2021 *CSV Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V AC and 1500 V DC - Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures - Part 12: Power metering and monitoring devices (PMD)*, que inclui as exigências de medida:

1. Segurança (IEC 61010-1:2010+AMD1:2016 *CSV Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use - Part 1: General requirements*);
2. IEC 62053-21:2020 *Electricity metering equipment - Particular requirements - Part 21: Static meters for AC active energy (classes 0,5, 1 and 2)* e 62053-22:2020 *Electricity metering equipment - Particular requirements - Part 22: Static meters for AC active energy (classes 0,1S, 0,2S and 0,5S)* para medida de energia ativa (classe 1 e classe 0,5S);
3. IEC 62053-23:2020 *Electricity metering equipment - Particular requirements - Part 23: Static meters for reactive energy (classes 2 and 3)* para medida de energia reativa.

Os contadores de energia estão ainda de acordo com a norma MID, que é uma diretiva europeia de definição dos requisitos para toda a aparelhagem usada para venda ou compra de energia elétrica ativa [26].

Q. Equipamento nos QE para controlo de iluminação e aquisição de estados

Os equipamentos a considerar nos QE no projeto de instalações elétricas, são os que a seguir se descrevem:

a) Fonte de Alimentação

A fonte de alimentação (FA) gera a tensão necessária para o funcionamento de todos os equipamentos numa linha KNX. Deverá ser do tipo modular, para instalação em calha DIN. A alimentação foi galvanicamente isolada, e possui proteção integrada contra curto-circuito e sobrecargas. Esta encontra-se equipada com duas saídas independentes de tensão, a 30 V DC [26]:

- 1.a) Uma dedicada à alimentação do bus e equipamentos KNX;
- 1.b) Uma auxiliar, para alimentação de outros equipamentos;
- 1.c) A ligação deverá ser do tipo normalizada, através de bornes KNX.

A FA foi equipada com um contacto auxiliar de alarme, livre de potencial, para monitorização e diagnóstico de funcionamento. Os equipamentos foram equipados com sinalizadores óticos LED que indiquem, no mínimo, as seguintes informações: funcionamento normal, alarme de sobretensão, alarme de sobrecarga ou curto-circuito. No caso de ocorrência de qualquer um dos alarmes anteriormente enumerados, a FA suspende de forma imediata e automática o seu funcionamento, sendo este apenas repostado através de tecla dedicada para reposição. As fontes de alimentação podem ser instaladas em paralelo, de forma a assegurar as necessidades de potência no *bus* KNX, com a ressalva de não ser excedido o valor limite de corrente por linha, 1280 mA. Características técnicas [26]:

- 1.a) Tensão nominal: 220-240 VAC;
- 1.b) Frequência: 50/60 Hz;
- 1.c) Potência máxima: 1,8 W;
- 1.d) Interface KNX: TP256;
- 1.e) Tensão de saída KNX: 28-31 VDC SELV;
- 1.f) MTN6513-1203 —FA *SpaceLogic* KNX 320 mA;
- 1.g) MTN6513-1202 —FA *SpaceLogic* KNX 640 mA;
- 1.h) MTN6513-1201 —FA *SpaceLogic* KNX 1280 mA.

b) Atuadores Binários /Mistos:

Os atuadores binários são do tipo combinado, livremente configurável, com capacidade para comutação de cargas e controlo de sombreamento (estores, persianas, cortinas, etc.). Estes

equipamentos são do tipo modular e expansíveis, com a associação de módulos adicionais, numa arquitetura *master/slave*, com as seguintes características [26] :

- 1.a) O módulo principal (*master*), possui a capacidade de 8 circuitos de comutação (ou 4 canais de estores/persianas).
- 1.b) A este módulo principal, podem ser adicionadas até duas expansões com capacidade e dimensões equivalentes.
- 1.c) A ligação ao *bus* KNX, a alimentação do conjunto e as funções de controlo são asseguradas apenas pelo módulo principal, através de borne normalizado.
- 1.d) A alimentação dos módulos de expansão é proveniente do módulo principal, sendo transmitida através de conectores dedicados.
- 1.e) Esta arquitetura permite o controlo de até 24 circuitos de iluminação ou 12 canais de estores/persianas com um único endereço KNX.
- 1.f) O incremento de expansões deve ser versátil, podendo estas ser instaladas, sequencialmente ou de forma desfasada, na mesma fila, ou em filas distintas, no interior do mesmo QE, através de cabo de expansão com até 1,5 m.

A alimentação dos equipamentos foi assegurada, de forma exclusiva, pela *interface* de comunicação KNX, através de bornes normalizados. O atuador principal deverá ser equipado com *interface* USB, de forma a permitir, através de aplicação de *software* dedicada (*DFU Tool*), a implementação de atualizações de *firmware* e o acesso a informações de diagnóstico, tais como: horas de operação, número de manobras por canal, por exemplo. A operação dos atuadores e respetivas expansões pode ser realizada, além de automaticamente, de forma manual, através de teclado de *interface* local. Os equipamentos permitem a implementação de algoritmos de eficiência energética, através das seguintes funções de controlo [26]:

- 1.a) Comutação de cargas:
 1. Operação em normalmente aberto /normalmente fechado;
 2. Sinalização de estado por cada canal;
 3. Temporização individual por cada canal;
 4. Automático de escada com possibilidade de interrupção manual e pré-aviso;
 5. Função central de comutação e bloqueio;
 6. Operadores lógicos ou controlo de prioritário;
 7. Inibição e permissão de modo manual;
 8. Cenários;

1.b) Sombreamento:

1. Sinalização de estado e posição por canal;
2. Temporização de curso;
3. Temporização de intervalo;
4. Controlo passo a passo;
5. Função de bloqueio;
6. Limites de curso;
7. Alarme meteorológico;
8. Posicionamento absoluto (variável 8 bit) para curso e lamelas;
9. Cenários.

c) Entrada Binária

Os elementos de entrada binária são elementos do *bus* KNX com BCU integrado, que permitem a integração de todo o tipo de sensores (neste caso, os botões de pressão) do tipo convencional, transformando os sinais elétricos destes em telegramas para a linha de *bus*.

4.3 Disposição dos dispositivos

A disposição dos dispositivos no interior de um QE leva em consideração fatores como a direção da cablagem do cliente (de entrada e de saída), o espaço disponível, as restrições de calor e a reserva de espaço pretendida. Os aparelhos devem ser dispostos de acordo com as instruções/recomendações do fabricante, especialmente em situações em que sejam instalados componentes na porta do QE, nas quais são necessárias as devidas precauções dada a fragilidade e a facilidade de contato direto nessa condição.

Deste modo, para a colocação dos dispositivos na estrutura, o Quadrista deve estar ciente de quais são os pontos de entrada e saída das ligações, do posicionamento e local destinado ao barramento principal, do espaço necessário para o funcionamento de todos os componentes do conjunto, da acessibilidade das unidades de controlo e zonas de conexão, da dissipação de calor dos diferentes equipamentos no QE e da manutenção ou possível necessidade de extensão do conjunto QE.

Aconselha-se a que sejam montados na parte superior do QE, os aparelhos possuam uma elevada capacidade de dissipação de calor, de modo a que se evite o aquecimento dos componentes de menor potência, instalados na parte inferior. É recomendável dividir o QE por zonas de forma a dispor os elementos de alta e baixa potência separadamente, possibilitando a melhoria da

eficiência da instalação elétrica e contribuindo para que as avarias causadas pelo calor excessivo possam ser evitadas.

Nos QE, as operações nos mesmos apenas podem ser manobradas e executados por pessoas especializadas e qualificadas para o efeito, uma vez que têm que ser seguidas e cumpridas todas as medidas de segurança destinadas a proteger os operadores face a possíveis contatos acidentais.

De notar que é recomendável, aquando o processo de elaboração de um QE, considerar-se uma reserva de espaço livre adequada que contemple e assegure a possibilidade de serem efetuadas possíveis atualizações, conforme previsto pela Norma IEC 61439-1:2020 *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 1: General rules*.

A seleção dos componentes a ser instalada na porta do QE deve basear-se no índice de proteção IP da mesma. Estes dispositivos e, especialmente, os pontos de conexão acessíveis no caso a porta do QE estar aberta, devem possuir um grau de proteção IP não inferior a IP2X, a menos que a sua tensão de operação seja inferior a 50 V. É crucial que quer a porta do QE, quer o seu sistema de fixação sejam suficientemente robustos para suportar o peso dos elementos. De notar, que em caso de possibilidade, os dispositivos mais pesados devem encontrar-se dispostos no lado do sistema de fixação da porta do QE. Adicionalmente, é necessário garantir a continuidade elétrica entre a porta e o restante sistema do QE.

4.4 Layout

Assim que a empresa recebe um pedido de cotação, a empresa contratante disponibiliza vários documentos, nos quais está incluído o projeto elétrico, de modo a que o processo de análise e de contextualização possa ser concretizado por parte do orçamentista. É crucial para o orçamentista analisar o caderno de encargos assegurando que todos os requisitos estabelecidos pelo projetista sejam cumpridos e de modo a competir de forma justa com os restantes concorrentes de mercado. Geralmente, o projeto elétrico contempla a memória descritiva, a memória justificativa, as especificações técnicas, os desenhos técnicos e as condições jurídicas relativas ao respetivo pedido de cotação. A análise cuidada do projeto é importante pois permite proceder ao cálculo do orçamento dos QE.

O *layout* do QE é fundamental para o processo de orçamentação, uma vez que possibilita a elaboração e concretização do orçamento, assim como para a execução do QE, pois oferece as indicações sobre as dimensões dos respetivos QE para o instalador. Após a adjudicação, os *layouts* são enviados ao responsável pela obra para aprovação. Os *layouts* são realizados atendendo aos critérios contidos na memória descritiva e nos esquemas elétricos.

O *layout* é fundamental no decorrer de todo o processo e deve ser sempre atualizado em caso de necessidade, bem como acompanhar o QE. Caso seja necessário proceder a alterações ou atualizações no decorrer do processo, devem ser sempre reenviados os esquemas elétricos para que se possa confirmar as respetivas modificações e proceder à reestruturação dos respetivos

layouts, facilitando assim o trabalho do orçamentista ao estimar intervenções futuras, pois terá sempre conhecimento do espaço disponível no QE e na eventualidade adicionar os novos módulos conforme necessário.

5 Caso de Estudo

5.1 Enquadramento

O caso de estudo debruça-se sobre as estratégias aplicáveis no processo de orçamentação. Este tem como objetivo avaliar e viabilizar a melhor solução técnico-comercial para o cliente, apresentando a proposta mais competitiva face aos restantes concorrentes de mercado. No qual, considerando-se o projeto fornecido para consulta pelo cliente, avaliar o mesmo quer quanto á sua real implementação (na integra) e respetivo custo, quer criar soluções que se verifiquem mais otimizadas e economicamente mais apelativas aos interesses de mercado. Assim os principais objetivos são:

- a) Avaliação técnica de um projeto de consulta real de um cliente e orçamentação do mesmo, considerando a aprendizagem e aplicação de estratégias aplicadas na empresa;
- b) Apresentação de uma proposta de implementação do mesmo projeto, aplicando os critérios de seletividade e de filiação fornecidos pelos fabricantes dos equipamentos;
- c) Comparação económica de ambos os orçamentos, com vista a apurar se a seletividade e a filiação são ferramentas válidas de competitividade orçamental, para além das melhorias técnicas inerentes.

De notar, que todos os projetos detêm soluções de seletividade, no entanto, neste caso propõe-se o maior grau de otimização possível para cada QE integrante de um projeto e não apenas no seu conjunto. Desta forma, são exploradas soluções de seletividade e filiação dos aparelhos integrantes de um QE (fusíveis, disjuntores, aparelhos diferenciais).

As propostas de soluções apresentadas são realizadas quer em *Schneider Electric*, quer em *Hager*, com vista a averiguar as soluções possíveis em duas marcas de equipamento existentes em mercado, bem como demonstrar as diferentes filosofias e cuidados de orçamentação.

5.2 Apresentação

O projeto fornecido para consulta pelo cliente, que serve de orientação para o Caso de Estudo, refere-se à orçamentação de QE de uma instalação de estabelecimento de comércio de produtos alimentares e não alimentares. Por questões de sigilo profissional quer o local, quer o nome do estabelecimento não são mencionados ao longo desta dissertação.

A consulta disponibilizou informações relativas ao projeto - nas quais se incluem as peças escritas, a memória descritiva e justificativa e as peças desenhadas, os desenhos em planta e os esquemas unifilares – o mapa de quantidades e o caderno de encargos.

De forma a garantir o cumprimento de todos os requisitos do projeto, primeiramente realiza-se uma leitura cuidada da memória descritiva e justificativa fornecida sublinhando-se os aspetos fundamentais à execução do orçamento (por exemplo, as características dos QE como o IP e IK, o tipo de Esquema de Ligação à Terra a ser implementado, as características dos equipamentos a integrar nos QE, a norma a ser respeitada e a marca a ser utilizada na obra). Seguidamente, procede-se a uma análise dos esquemas unifilares fornecidos e em caso da existência de dúvidas quanto à aplicabilidade ou objetivo do respetivo esquema questiona-se o cliente e executam-se as alterações/correções necessárias. Logo após inicia-se o processo de orçamentação com a execução dos respetivos *layouts* dos QE.

5.3 Caracterização do projeto

O projeto fornecido para consulta pelo cliente refere-se à orçamentação de QE de uma instalação de estabelecimento de comércio de produtos alimentares e não alimentares. Esta instalação está caracterizada com um conjunto de espaços de utilização diversificada, nomeadamente, espaços para a comercialização de produtos alimentares e as respetivas áreas de apoio. Esta instalação é composta por um Piso 0 e um Piso 1. Para uma perceção visual da distribuição de energia, o Anexo 3 apresenta o diagrama de distribuição de energia da referida instalação.

O Caso de Estudo aborda apenas o Q.G.B.T, o Q.E e o Q PAD/TAKE.

As canalizações foram dimensionadas de modo a que as quedas de tensão se apresentem dentro dos limites admissíveis, de acordo com o exposto na secção 525 das RTIEBT e na secção 803.2.4.4. Por uma questão de uniformidade do equipamento optou-se, em alguns casos, pelo seu

sobredimensionamento. O dimensionamento das canalizações apresenta-se em tabela anexa – Anexo 2.

Uma vez que a proteção de pessoas e aparelhos tem por base a consideração das tensões limite convencionais de segurança - 50 V e 25 V -, considerando o prescrito regulamentarmente, tem importância a escolha dos dispositivos de corte automático, o dimensionamento dos condutores de proteção, bem como o esquema utilizado nas ligações à terra na instalação.

O esquema de ligação à terra proposto é o TN-S.

Como equipamentos de proteção contra contactos indirectos prevê-se o recurso aos aparelhos normais de proteção contra sobrintensidades (disjuntores), e aparelhos sensíveis à corrente diferencial residual, dimensionados segundo os critérios de seletividade mais aconselhados, tendo em atenção a otimização dos custos de execução e exploração. A proteção contra contactos directos será assegurada através do emprego de invólucros que garantam o isolamento funcional dos equipamentos. Pontualmente, e em locais em que tal se revele necessário, poderão ser reforçadas as medidas de proteção de pessoas com o recurso à utilização de transformadores de separação de segurança ou de tensões reduzidas.

5.4 Caracterização dos QE

A caracterização dos QE de BT que preconizam o edifício, está dividida conforme o seguinte indicado, de acordo com a modularidade que se pretende consagrar ao nível dos QE:

- QE Geral de Baixa Tensão – localizado no Posto de Transformação (Q.G.B.T);
- QE de Entrada – localizado em sala técnica de QE no Piso 0 (Q.E);
- QE Parciais de zona e piso, neste caso no Piso 0 – Q PAD/TAKE.

Os QE são equipados com aparelhagem de manobra e proteção necessária e obedecem às Regras Técnicas aplicáveis, nomeadamente às secções 253.2 a 253.7, 481, 512.1, 512.2, 53 (nomeadamente a 531 a 536 a 539) e 801.1.1.5 das RTIEBT às condições técnicas constantes do presente projeto.

Os QE preconizados são da classe II, no Q.G.B.T são instalados relés diferenciais por forma a assegurar a proteção de pessoas. Os QE possuem índice mínimo de proteção de acordo com o local da sua instalação. Na conceção dos QE teve-se em consideração a modularidade, assim como a fiabilidade que se pretende para as instalações.

Os barramentos dos QE devem ter uma secção tal que permita uma densidade de corrente de 2 A/mm².

Os QE serão modulares, do tipo armário, com 2000 mm de altura, ou outra mais conveniente, a executar em chapa de aço de espessura não inferior a 1,6 mm e com porta dianteira para acesso

ao interior. Os QE serão do tipo modular, devendo contemplar reservas não equipadas com 30 % do espaço correspondente ao equipamento instalado.

A. Caracterização do Q.G.B.T

O Edifício é alimentado em energia elétrica a partir da rede de média tensão – $U_n = 10$ kV da E-Redes, através de cabos subterrâneos, com origem no Posto de Transformação a definir por esta entidade.

O Posto de Seccionamento e Transformação localizado no edifício dedicado, localizado junto do limite do lote com acesso permanente a partir da via pública, sendo de domínio público e /ou privado. No Posto de Seccionamento e Transformação fica instalado o QE de Média Tensão (QMT), o Transformador de potência e o Q.G.B.T.

Este QE detém um IP e IK não inferior a 30 e 08, respetivamente, e está dimensionado para um $P_{dc} = 25$ kA. Os disjuntores que o constituem seguem a norma terciária IEC 61439-2:2020 *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies*. O Q.G.B.T alimenta o Q.E.

Relativamente ao Q.G.B.T, o equipamento que se apresenta à entrada do QE é um disjuntor de 630 A, cuja aquisição de medidas é feita por via de um AR. Dado que esta aquisição de medidas não é de leitura direta entre ambos os equipamentos, torna-se necessário proteger o AR com três fusíveis 2 A e de recorrer ao auxílio de TI para a realização da leitura das medidas pretendidas. Seguidamente, o fusível de 16 A destina-se à proteção de um circuito de comando de celas monitorizadas. O barramento secundário é protegido por um ID de 40 A com sensibilidade de 0,3 A, de 2 pólos, classe AC, é composto por dois disjuntores de 1 P curva C, de 16 A e 10 A, respetivamente. Devido ao P_{dc} referido, é essencial a proteção do dispositivo diferencial daí a apresentação de um fusível de 40 A.

B. Caracterização do Q.E

A alimentação do Q.E provém do Q.G.B.T do Posto de Transformação do Cliente. De referir que todo o equipamento suscetível de alterar a sua posição de estado (aberto/fechado) dispõem de contactos livres de potencial (contactos auxiliares) para transmissão ao sistema de gestão.

A aquisição das medidas é feita a partir de AR, estando disponíveis as grandezas elétricas U, I, P e Q (Tensão, Corrente, Potência Ativa e Potência Reativa, respetivamente).

Este QE detém um IP e IK não inferior a 43 e 09, respetivamente, e está dimensionado para um $I_{cc} \geq 16$ kA. Os disjuntores que o constituem seguem a norma terciária IEC 61439-2:2020 *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies*. O Q.E alimenta o Q PAD/TAKE.

Relativamente ao Q.E, este apresenta à entrada do QE dois ID de 630 A com intervalo de regulação de 0,03 A a 30 A, e regulados a 10 A, um destinado à alimentação oriunda do Q.G.B.T e outro para a ligação de reserva para a ligação de um grupo gerador. Segue-se um inversor de rede monitorizado de 630 A, e logo após um interruptor com bobina de disparo e contacto auxiliar, cuja

aquisição de medidas é feita por via de um AR. Dado que esta aquisição de medidas não é de leitura direta entre ambos os equipamentos, torna-se necessário proteger o AR com três fusíveis 2 A e de recorrer ao auxílio de TI para a realização da leitura das medidas pretendidas. Ao barramento de 400 A estão ligados:

- Sinalizador de tensão luminoso de fase com um contacto auxiliar, protegido por 3 fusíveis de 2 A;
- DST do tipo 1+2 com contacto auxiliar;
- Disjuntor de 6 A, curva C, de 2 pólos com contacto auxiliar;
- Os circuitos de alimentação dos QE da instalação, numerados de 1 a 12, compostos por conjuntos de: contador de energia, protegidos por fusíveis de 2 A e a leitura das medidas é realizada por auxílio de 3 TI, e disjuntores de 4 pólos de 400 A, 250 A, 160 A ou 100 A, conforme especificado no esquema.

C. Caracterização do Q PAD/TAKE

O Q PAD/TAKE inclui-se nos QE de distribuição, que se encontram associados aos pisos. A alimentação dos QE de distribuição de cada piso/área é do tipo ponto a ponto, o que significa que a sua origem é o Q.E. Esta metodologia permite minimizar eventuais falhas em regime de exploração a zonas restritas de utilização. O esquema unifilar deste quadro distribui-se da seguinte forma:

- Os barramentos secundários que alimentam cargas do tipo Tomadas encontram-se protegidos por um disjuntor tetrapolar de 40 A curva C, um interruptor diferencial de 40 A de sensibilidade 30 mA e com contacto auxiliar e por um disjuntor bipolar ou tetrapolar de 16 A curva C;
- Os barramentos secundários que alimentam cargas do tipo Iluminação encontram-se protegidos por um disjuntor tetrapolar de 25 A curva C, um interruptor diferencial de 25 A de sensibilidade 300 mA e com contacto auxiliar e por um disjuntor bipolar de 10 A curva C;
- Os barramentos secundários relativos às saídas 2.37 a 2.44 que alimentam cargas do tipo Alimentação e Tomadas encontram-se protegidos por um disjuntor tetrapolar de 40 ou 32 A curva C, um interruptor diferencial de 40 A de sensibilidade 30 mA e com contacto auxiliar e, em alguns casos, com bobina de disparo, e por um disjuntor tetrapolar de 16 A curva C, associados a contactores de 20 A ou 40 A;
- Os barramentos secundários relativos às saídas 2.57 a 2.60 que alimentam cargas do tipo Alimentação encontram-se protegidos por um disjuntor tetrapolar de 63 A curva C, um interruptor diferencial de 63 A de sensibilidade 300 mA e com contacto auxiliar e bobina de disparo e por disjuntores tetrapolar de 32 A e 16 A curva C, associados a contactores de 2 A ou 40 A.

Alguns equipamentos podem estar associados a dispositivos do tipo KNX, consoante o esquema.

5.5 Componentes do Caso de Estudo

O Caso de Estudo pretende demonstrar o processo de orçamentação em duas marcas distintas, *Schneider Electric* e *Hager*, para um mesmo conjunto de esquemas, aplicando o conceito de seletividade em ambos os casos. Cada caso está subdividido em três partes, sendo estas: o processo de desenvolvimento do *layout* de cada QE, a comprovação da aplicação de seletividade para cada conjunto de equipamentos e, por fim, o orçamento final de cada QE.

5.6 Caso de Estudo – Marca *Schneider Electric*

O Caso de Estudo que inclui a implementação de equipamentos da *Schneider Electric* foi realizado em *AutoCAD*. Este dado prende-se com o facto da empresa, na qual foi concretizado este projeto, possuir uma biblioteca de blocos dos equipamentos *Schneider Electric*. Assim, por forma a seguir a filosofia operacional da mesma, os *layouts* foram realizados com recurso ao *AutoCAD* e consulta dos catálogos dos equipamentos atualizados disponibilizados pela *Schneider Electric*.

5.6.1 Processo de desenvolvimento

Tal como referido anteriormente, o processo de realização dos *layouts* dos respetivos QE foi realizado em *AutoCAD*. A Figura 26 apresenta a disposição do espaço de trabalho no *software*, bem como o modo de apresentação dos blocos e de organização das características de cada QE.

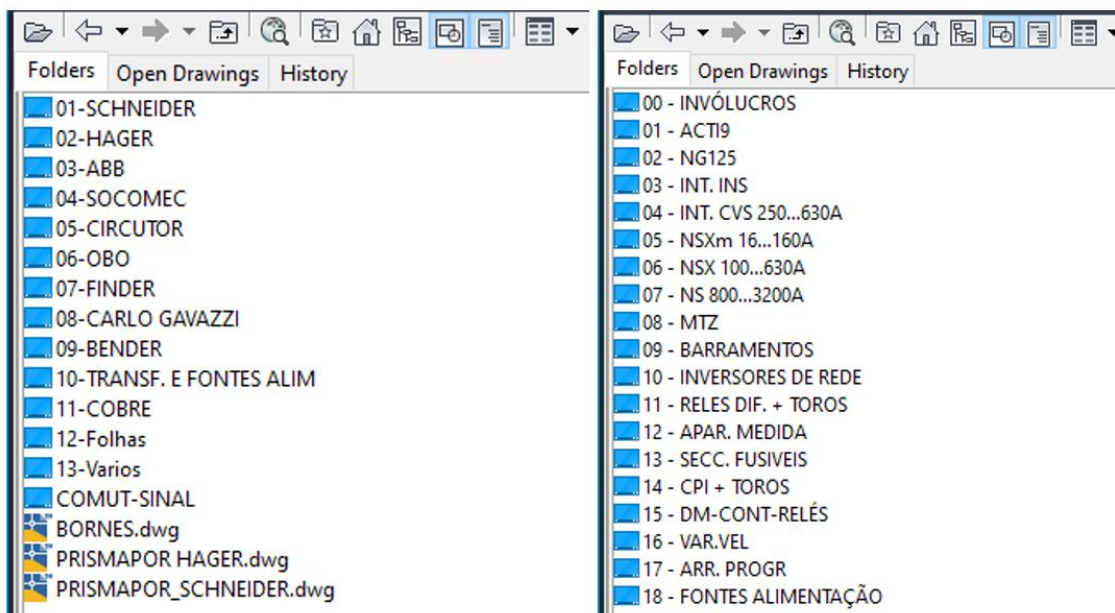


Figura 26 — Disposição do espaço de trabalho no *AutoCAD* [Criação própria]

Como se pode observar, a empresa recorre a:

- um bloco que representa o espaço útil de trabalho para a realização do layout de um esquema elétrico (numa folha A4 ou A3, por exemplo)
- uma etiqueta com as características do QE escolhido – a marca em que foi realizado o layout, o nome, as dimensões, modo de instalação, tipo de porta, o IP, o IK, a Icc e a In relativos ao tipo invólucro escolhido
- uma etiqueta relativa ao nome e local da obra, o nome do QE realizado, nome do profissional que realizou o orçamento e o nome do profissional que verificou o mesmo, a data da execução, número do processo e QE, número da revisão e o número da folha (para casos em que sejam necessárias duas folhas para um mesmo QE, por exemplo em situações em que as dimensões do QE justifiquem uma folha com as portas do mesmo à parte).
- Uma tabela de cálculo do número de régua de bornes necessária para o QE.

De seguida, realizou-se uma avaliação cuidada dos esquemas, da memória descritiva e justificativa e das peças desenhadas recebidas de forma a deter uma perceção da filosofia de obra implementada, bem como na observação de qualquer incongruência, questionar o gabinete de projetos respetivo sobre possíveis soluções e ajustes aplicáveis.

Logo após, tendo em conta o IP, o IK e a In, inicia-se o processo de desenvolvimento do *layout* com a escolha do invólucro apropriado que satisfaça as condições pretendidas. A Figura 27 ilustra o raciocínio primário que relaciona as componentes anteriores. A mesma serve de base quer para a aplicação em *Schneider Electric*, como para *Hager*. De notar que esta Figura 27 serve apenas para título ilustrativo e funciona como uma orientação primitiva da linha de pensamento a seguir.

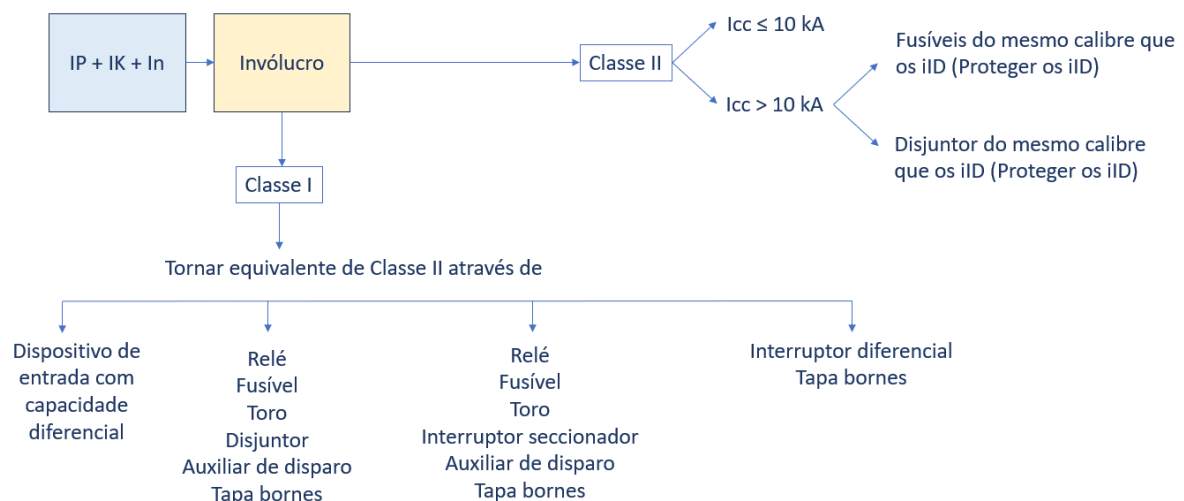


Figura 27 — Raciocínio inicial para o desenvolvimento do *layout* [Criação própria]

A Figura 28 apresenta um resumo das principais características que devem ser tidas em consideração na escolha do invólucro apropriado para o respetivo esquema elétrico.



Figura 28 — Principais características a ter em consideração na escolha do invólucro [Criação própria]

De notar que o tipo de espelhos e platinas a ser utilizado para um determinado aparelho varia consoante o invólucro escolhido.

5.6.1.1 Q.G.B.T

O anexo 4 apresenta o esquema unifilar do Q.G.B.T. De acordo com o IP e o IK apresentados, de 30 e 08, respetivamente, existem 3 possibilidades de gama de armário que satisfazem essa condição: o *PrismaSet XL*, o *PrismaSet G* e o *PrismaSet P*. No entanto, tal como apresentado na Figura 28, para além do IP e do IK, deve ter-se igualmente em consideração a In, bem como a dimensão dos equipamentos que se pretendem utilizar. A Tabela 4 apresenta uma tabela simplificada das condições construtivas de cada tipo de invólucro, considerando as condições de IP, IK e uma possível proposta de solução a adotar, no que diz respeito às dimensões do QE.

Tabela 4 — Características de um invólucro das gamas *PrismaSet XL*, *PrismaSet G* e *PrismaSet P* [26]

	Unidade	<i>PrismaSet XL</i>	<i>PrismaSet G</i>	<i>PrismaSet P</i>
IP	-	44	40	30
IK	-	10	10	08
Altura	mm	1980	2030	2010
Largura	mm	550	600 / 850	400
Profundidade	mm	210	205	450
Capacidade até	A	630	630	4000
Classe	-	II	I	I

De notar que o invólucro do *PrismaSet G*, apresenta as condições de IP e IK descritas, considerando que o mesmo se encontra equipado com uma porta simples opaca [28]. Torna-se importante referir ainda que, devido ao aspeto construtivo dos invólucros *PrismaSet G* e *PrismaSet P*, estes possuem classe I o que implica a resolução da sua respetiva equivalência para classe II. Neste caso, equipamento de entrada do esquema do unifilar do Q.G.B.T já possui as características que conferem esta equivalência.

Dado que o projeto implica a utilização de um disjuntor de 630 A, e sugere a utilização de *ComPacT* disjuntor NSX630F 36 kA CA 4P4D 630 A 2,3 (Figura 29), é necessário observar as dimensões do equipamento, que são as seguintes: 185 mm x 255 mm x 110 mm (Altura x Largura x Profundidade). Com recurso à tabela anterior, confere-se que é possível colocar este dispositivo em qualquer um dos invólucros apresentados, embora, devido às características técnicas de cada invólucro possa tornar o orçamento com um valor menos competitivo. Assim, o tipo invólucro escolhido foi o *PrismaSet P* [26].



Figura 29 — *ComPacT* Disjuntor NSX630F 36kA CA 4P4D 630A 2,3 [28]

Uma vez escolhido o invólucro pode ser dada a continuação da execução do *layout*, com a colocação do restante material. O AR sugerido no projeto foi o PM3255 - 2 digital I - 2 digital O - RS485 (Figura 30), com protocolo de comunicação *ModBus*, dado que este aparelho não consegue realizar a leitura direta das medidas efetuadas, necessita de uma proteção a fusíveis (3 fusíveis 2 A gG e respetivo seccionador fusível) e de TI, neste caso devido ao *ComPacT* disjuntor NSX630F 36kA CA 4P4D 630A 2,3, foram considerados de 600/5 A da marca *Lumel*.



Figura 30 — PM3255 - 2 digital I - 2 digital O - RS485 [28]

O barramento secundário que está protegido por um ID de 40 A com sensibilidade de 0,3 A, de 2 pólos, classe AC, e é composto por dois disjuntores de 1 P curva C, de 16 A e 10 A (Figura 31), respetivamente, apresenta uma proteção ao ID por via de um fusível de 40 A, devido ao I_{cc} do QE. Para a escolha destes dois disjuntores teve-se em consideração o I_{cc} do QE e a norma IEC 61439-

2:2020 *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies*, assim, segundo o catálogo foram escolhidos disjuntos da gama modular iC60 H [26].



Figura 31 — Disjuntor iC60H de 1 P curva C, de 16 A [28]

Dispondo todos os equipamentos de acordo com os espelhos e platines adequados a cada equipamento e de acordo com o invólucro, tornou-se essencial construir o restante QE respeitando a percentagem de reserva de espaço pretendida, 30 %, e considerando o número de bornes necessários. Assim, optou-se pela utilização de uma estrutura *PrismaSet P L650 P400*, com a inclusão de um teto *PrismaSet P IP30 L650 P400* e uma moldura sup. espelhos basculantes L650 e ainda pelo conjunto de porta opaca *PrismaSet P IP30 L650*, de painel fundo P IP30 L650 e 2 painéis laterais P IP30 P400. Por fim, colocou-se uma bolsa porta-esquemas. O anexo 7 apresenta o *layout* do QE.

5.6.1.2 Q.E.

O anexo 5 (anexos 5.1 a 5.3) apresenta o esquema unifilar do Q.E. De acordo com as condições de IP e IK pretendidas, $IP \geq 43$ e o $IK \geq 09$, existem 3 possibilidades de gama de armário que satisfazem essa condição: o *PrismaSet XL*, o *PrismaSet G* e o *PrismaSet P* (Tabela 5).

Tabela 5 — Características de um invólucro das gamas *PrismaSet XL*, *PrismaSet G* e *PrismaSet P* [26]

	Unidade	<i>PrismaSet XL</i>		<i>PrismaSet G</i>		<i>PrismaSet P</i>
IP	-	44	54	43	55	55
IK	-	10		10		10
Profundidade	mm	210		205	260	440
Capacidade até	A	630		630		4000
Classe	-	II		I		I

De notar que o invólucro do *PrismaSet G*, apresenta as condições de IP e IK descritas, considerando que o mesmo se encontra equipado com uma porta simples opaca, capota e vedante IP 43. Torna-se importante referir ainda que, devido ao aspeto construtivo dos invólucros *PrismaSet G* e *PrismaSet P*, estes possuem classe I o que implica a resolução da sua respetiva equivalência para

classe II. Neste caso, equipamento de entrada do esquema do unifilar do Q.E já possui as características que conferem esta equivalência [26].

No entanto, para além do IP e do IK, nesta situação, observando o esquema, percebe-se que existe um número considerável de equipamentos compactos e com dimensões suficientes para que a opção de utilização das gamas *PrismaSet XL* e *PrismaSet G* seja excluída. Tal deve-se ao facto da gama *PrismaSet P* ter a capacidade de aglomerar todos os equipamentos pretendidos, respeitando o espaço necessário para a realização das ligações dos aparelhos, bem como o espaço de reserva pedido e maior flexibilidade de disposição dos equipamentos e do barramento necessário [26].

Relativamente ao processo de escolha dos equipamentos, privou-se pela utilização dos equipamentos sugeridos no esquema unifilar. Assim, o esquema inicia-se com dois ID de 630 A com intervalo de regulação de 0,03 A a 30 A, e regulados a 10 A, um destinado à alimentação oriunda do Q.G.B.T e outro para a ligação de reserva para a ligação de um grupo gerador. Os ID considerados foram os *EasyPacT CVS 630NA – 630 A* - Interruptor com proteção diferencial integrada *Vigi* (Figura 32) [26].



Figura 32 — *EasyPacT CVS 630NA – 630 A* - Interruptor com proteção diferencial integrada *Vigi* [28]

Segue-se um inversor de rede monitorizado de 630 A. Para a concretizar este equipamento é necessário acoplar 4 equipamentos [26]:

- Dois *ComPacT* interruptor *NSX630NA CA 4P4D 630 A*, cada um com dois contactos auxiliares;
- Um *source change-over accessories - 4 poles - 320...630 A*: que é um acessório de ligação utilizado para acoplar dois disjuntores do mesmo tamanho, simplificando a ligação a barras e a cabos e que é compatível com os interruptores escolhidos;
- Dois telecomandos *MT400/630 220-240V 50/60HZ 208-277V 60HZ (NSX400/630)*.

Para a realização do sistema de comutação de fonte com controlo remoto utiliza-se, ainda, uma platina e automatismo - *ACP + UA -220...240 V* (Figura 33). A mesma é composta por uma placa *ACP* (assegura o a proteção do controlador, o controlo e a ligação aos dispositivos) e um controlador *UA*

automático (garante a transferência de comutação para uma fonte substituta caso haja uma falha numa das fases da fonte considerada a normal de funcionamento) [26].



Figura 33 — Platina e automatismo - ACP + UA -220...240 V [28]

Logo após um *ComPacT* interruptor NSX630NA CA 4P4D 630 A com bobina de disparo e contacto auxiliar, cuja aquisição de medidas é feita por via de um AR, considerado o PM3255 - 2 digital I - 2 digital O - RS485. Dado que esta aquisição de medidas não é de leitura direta entre ambos os equipamentos, torna-se necessário proteger o AR com três fusíveis 2 A e de recorrer ao auxílio de TI para a realização da leitura das medidas pretendidas. Os TI foram considerados de 600/5 A da marca *Lumel*.

Ao barramento de 400 A estão ligados [26] :

- Sinalizador de tensão luminoso de fase com um contacto auxiliar, protegido por 3 fusíveis de 2 A, um *Monitoring relays 3-phase voltage* e um Relé de temporização c/ atraso ligado - 0,1 s..100 h - 230 V CA – 4 OC (Figura 35);
- DST do tipo 1+2 com contacto auxiliar: foi escolhido o DST PRD1 25r 3P+N Tipo 1+2 (Figura 34) e para a sua proteção, segundo o catálogo da *Schneider Electric*, para a sua proteção foi utilizado o conjunto Bloco de corte NSX100B (25 kA 380/415 V) 4P com a unidade de controlo termomagnético TM-D (proteção LI) TM100D 4P4D;



Figura 34 — PRD1 25r 3P+N Tipo 1+2 [28]

- Disjuntor de 6 A, curva C, de 2 pólos, segundo o catálogo foram escolhidos disjuntos da gama modular iC60 H, com contacto auxiliar.

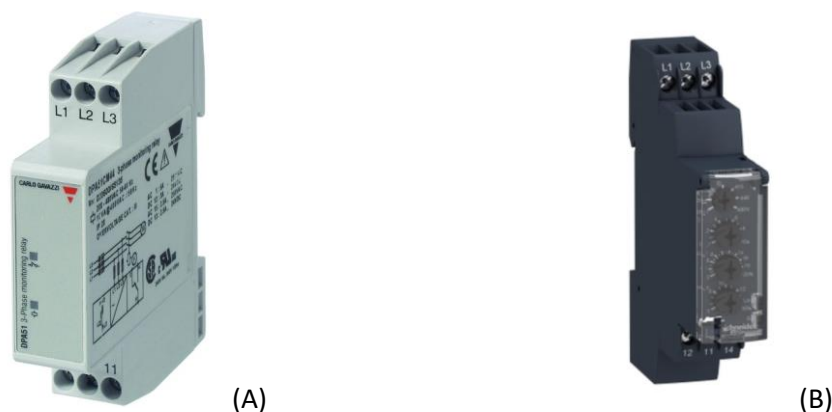


Figura 35 — (A) *Monitoring relays 3-phase voltage*; (B) Relé de temporização c/ atraso ligado - 0,1 s..100 h - 230 V CA – 4 OC [28]

Os circuitos de alimentação dos QE da instalação, numerados de 1 a 12, compostos por conjuntos de: contador de energia (Contador de energia trifásico iEM3255), protegidos por fusíveis de 2 A e a leitura das medidas é realizada por auxílio de 3 TI da marca *Lumel*, de acordo com o calibre dos disjuntores de 4 pólos de 400 A, 250 A, 160 A ou 100 A, conforme especificado no esquema. De notar que, observando o esquema do Q.E, existem disjuntores que estão ligados por cabos com neutro reduzido. Este pormenor torna-se importante para a escolha do tipo de unidade de controlo a utilizar com o bloco de corte. As *Micrologic* são unidades de disparo com uma tecnologia de disparo eletrónico com a possibilidade de proteger 3D + N/2 (Figura 36). Esta característica diferencia-as das TM-D que são igualmente unidades de disparo, no entanto possuem tecnologia de disparo termomagnético e não incluem a possibilidade de proteção 3D + N/2 (Figura 36) [26]. Desta forma, a Tabela 6 apresenta o tipo de unidade de controlo a utilizar nas situações em que o cabo não possui neutro reduzido e nos casos em que se presencia cabo com o neutro reduzido. Deve ainda ser respeitada a regulação indicada no esquema.

Tabela 6 — Blocos de corte e unidades de disparo utilizadas [26]

	4P4D		3P3D	
	TM-D	<i>Micrologic</i>	TM-D	<i>Micrologic</i>
NSX100B	TM100D TM32 TM50	<i>Micrologic 2.2</i>	TM40D	-
NSX160B	-	<i>Micrologic 2.2</i>	-	<i>Micrologic 2.2</i>
NSX250B	-	<i>Micrologic 2.2</i>	-	-
NSX400F	-	<i>Micrologic 2.3</i>	-	-

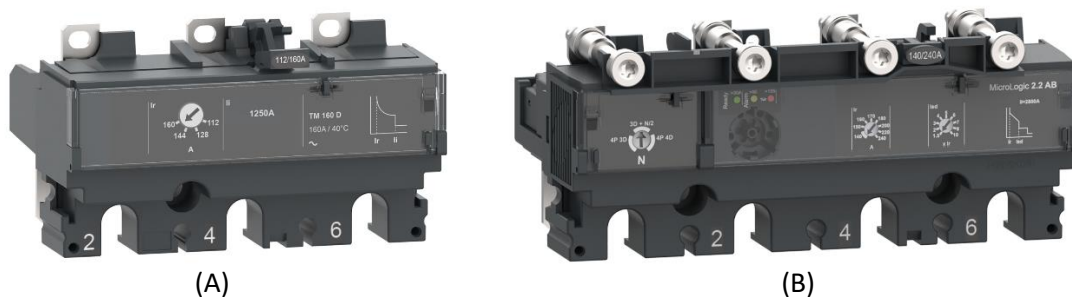


Figura 36 — Exemplos de: (A) TM-D 3P3D; (B) *Micrologic 2.2 4P4D* [28]

No circuito 13 verifica-se um contador de energia, que para o caso foi utilizado um Contadores de energia trifásicos até 63 A (medição direta) iEM3155 (Figura 37). Uma vez que se procede à medição direta, não houve necessidade de colocação de proteção a fusíveis do dispositivo, nem o auxílio da leitura com recurso a TI.



Figura 37 — Contador de energia trifásicos até 63 A (medida direta) iEM3155 [28]

Dispondo todos os equipamentos de acordo com os espelhos e platines adequados a cada equipamento e de acordo com o invólucro, tornou-se essencial construir o restante QE respeitando a percentagem de reserva de espaço pretendida, 30 %, e considerando o número de bornes necessários. Assim, optou-se pela utilização de:

- uma estrutura *PrismaSeT P L650 P400*, com a inclusão de um teto *PrismaSeT P IP55 L650 P400* e uma moldura sup. espelhos basculantes L650 e ainda pelo conjunto de porta opaca *PrismaSeT P IP55 L650*, de painel fundo P IP55 L650;
- uma estrutura *PrismaSeT P L400 P400*, com a inclusão de um teto *PrismaSeT P IP55 L400 P400* e uma moldura sup. espelhos basculantes L400 e ainda pelo conjunto de porta opaca *PrismaSeT P IP55 L400*, de painel fundo P IP55 L400;
- duas estruturas *PrismaSeT P L650+150 P400*, com a inclusão de um teto *PrismaSeT P IP55 L650+150 P400* e uma moldura sup. espelhos basculantes L650+150 e ainda pelo conjunto de porta opaca *PrismaSeT P IP55 L650+150*, de painel fundo P IP55 L650+150.

Por fim, foram considerados 2 painéis laterais P IP55 P400 e uma bolsa porta-esquemas. Para este tipo de QE, devido à sua dimensão, foi igualmente necessário o cálculo do custo previsto do cobre a ser utilizado no mesmo. O anexo 8 (anexos 8.1 a 8.2) apresentam o *layout* do QE [26].

5.6.1.3 Q PAD/TAKE

O anexo 6 (anexos 6.1 a 6.6) apresenta o esquema unifilar do Q PAD/TAKE. De acordo com o IP e o IK apresentados, de 30 e 08, respetivamente, existem 3 possibilidades de gama de armário que satisfazem essa condição: o *PrismaSet XL*, o *PrismaSet G* e o *PrismaSet P*. No entanto, tal como apresentado na figura, para além do IP e do IK, deve ter-se igualmente em consideração a In, bem como a dimensão dos equipamentos que se pretendem utilizar. Para este QE, não se justifica a utilização de um invólucro do tipo *PrismaSet P* dado que os equipamentos que, à primeira vista, se percecionam, utilizar não possuem dimensões, cabos e características técnicas que validem esta hipótese. Por outro lado, a possibilidade de utilização do invólucro do tipo *PrismaSet XL* foi excluída, já que é necessário um barramento com uma quantidade de furos considerável, tornando, por isso, a sua aplicação mais simplificada num invólucro do tipo *PrismaSet G* [26].

Prestando-se atenção ao Pdc do QE, constata-se que, uma vez que o Pdc pretendido é superior ou igual a 10 kA, de acordo com a norma IEC 61439-2:2020 *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies* foram utilizados equipamentos da gama modular da *Schneider Electric* disjuntores até 63 A iC60N e interruptores diferenciais iID, de acordo com o calibre e sensibilidade pretendidos. O esquema unifilar refere que os ID do QE dispõem de contactos auxiliares. Observando-se o esquema do Q PAD/TAKE no anexo 6 (anexos 6.1 a 6.6), verificam-se no decorrer do esquema barramentos secundários com disjuntores de 2 pólos e 4 pólos, neste caso, estes disjuntores tem a possibilidade de serem substituídos por disjuntores do tipo 1P+N e 3P+N, respetivamente, utilizando-se para isso disjuntores modulares da gama de disjuntores até 40 A iC40N. Estes dispositivos tem a vantagem de ocuparem um menor número de módulos no QE, diminuindo por isso o tamanho o invólucro a ser utilizado, o que por sua vez torna o orçamento mais vantajoso face à solução pedida [26].

Relativamente ao processo de escolha dos equipamentos, privou-se pela utilização dos equipamentos sugeridos no esquema unifilar. Assim, o esquema inicia-se com um ID de 250 A com intervalo de regulação de 0,03 A a 10 A, que correspondeu ao *EasyPacT CVS 250NA – 250 A - Interruptor com proteção diferencial integrada Vigi*. Seguidamente, observa-se um sinalizador de tensão luminoso de fase com um contacto auxiliar, protegido por 3 fusíveis de 2 A e um religador de fases. O DST utilizado foi iPRD20r protegido, segundo o catálogo, o Pdc e a norma 60947-2, pelo Disjuntores iC60N de 20 A 4P [26].

O esquema do unifilar do Q PAD/TAKE apresenta ainda equipamentos aos quais se deve prestar atenção:

- 1) Equipamento KNX;
- 2) Contactores;
- 3) Equipamento de Deslastre.

Quanto ao item 1) este equipamento envolve [26]:

- MTN644592: Entrada binária REG-k/8x10 que possui 8 entradas binárias (Figura 38);



Figura 38 — MTN644592 [28]

- MTN6705-008: *SpaceLogic* KNX Master Atuador Binário/Estores 8 C 10AX/16AC1 que realiza o controlo independente de até 4 sistemas de estores ou que possibilita a comutação de até 8 cargas através de contactos de ligação, sendo que todas as saídas são operadas com recurso a botões de pressão (manualmente) (Figura 39);



Figura 39 — MTN6705-008 [28]

- MTN6805-008: *SpaceLogic* KNX Extensão Atuador Binário/Estores 8 C 10AX/16AC2 (Figura 40).



Figura 40 — MTN6805-008 [28]

Relativamente ao item 2) faz referência aos contactores 4 pólos e de 20 A, de 25 A e de 40 A, que aparecem ao longo do esquema unifilar nomeadamente nos circuitos numerados de 2.37 a 2.44 e de 2.57 a 2.60. Os contactores da marca da *Schneider Electric* considerados foram os *Tesys D - 4P (4 NA) - AC-1 - <= 440 V 40 A - 230 V CA 50/60 Hz bobina* e os *Tesys D - 4P (4 NA) - AC-1 - <= 440 V 20 A - 230 V CA 50/60 Hz bobina* (Figura 41) [26].

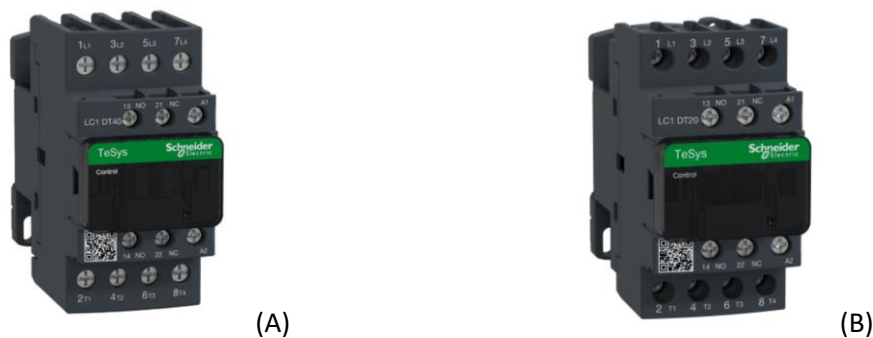


Figura 41 — (A) *Tesys D - 4P (4 NA) - AC-1 - <= 440 V 40 A - 230 V CA 50/60 Hz bobina*; (B) *Tesys D - 4P (4 NA) - AC-1 - <= 440 V 20 A - 230 V CA 50/60 Hz bobina* [28]

Por fim, o item 3) relativo ao deslastre da instalação está representado no anexo 6.4 pelo equipamento modular interruptor seccionador iSW 125 A – 4 P. Uma vez que este equipamento tem a função de deslastre da instalação, implica a utilização de um novo barramento, neste caso de 125 A, e, por uma questão de organização, todos os equipamentos que se encontram depois deste iSW foram colocados numa extensão de invólucro à parte do restante circuito. Associado a este dispositivo, observa-se a utilização de um contador de energia trifásico iEM3255), protegido por 3 fusíveis de 2 A e a leitura das medidas é realizada com o auxílio de 3 TI da marca *Lumel*, de acordo com o calibre do iSW [26].

Dispondo todos os equipamentos de acordo com os espelhos e platinas adequados a cada equipamento e de acordo com o invólucro, tornou-se essencial construir o restante QE respeitando a percentagem de reserva de espaço pretendida, 30 %, e considerando o número de bornes necessários. Assim, optou-se pela utilização de:

- uma estrutura *PrismaSeT G* armário L600, de porta opaca *PrismaSeT G* IP30 L600;
- uma estrutura *PrismaSeT G* extensão L300, de porta opaca *PrismaSeT G* IP30 L300;
- duas estruturas *PrismaSeT G* armário de extensão L600, de porta opaca *PrismaSeT G* IP30 L600 [26].

Por fim, foram considerados um conjunto de duas travessas de elevação/reforço e uma bolsa porta-esquemas. O anexo 9 (anexos 9.1 a 9.2) apresentam o *layout* do QE.

5.6.2 Coordenação e seletividade

O esquema unifilar do Q PAD/TAKE, como se observa no anexo 6 (anexos 6.1 a 6.6), possui diversos barramentos secundários com equipamentos com 2 e 4 pólos. Pressupondo-se que se desenvolveria o *layout* com o esquema original sem executar qualquer alteração nas propriedades dos equipamentos, contata-se que o *layout* apresentaria uma solução mais dispendiosa pelos seguintes fatores:

- Preço – Os disjuntores de 2 e 4 pólos possuem um valor de mercado mais elevado do que o valor de mercado dos disjuntores de 1P+N e 3P+N;
- Espaço ocupado - Os disjuntores de 2 e 4 pólos ocupam 2 e 4 módulos em calha DIN, respetivamente, enquanto que os disjuntores de 1P+N e 3P+N ocupam 1 e 3 módulos respetivamente. Esta situação condiciona a escolha do invólucro, o que leva ao encarecimento do orçamento;
- Número de ligações – Atendendo ao número de ligações condiciona a que, para a solução de disjuntores de 2 e 4 pólos, se tenham que considerar espelhos de maiores dimensões de forma a possibilitar a passagem confortável de cabo, no momento da cablagem. A escolha deste tipo de espelhos encarece o orçamento;
- Espaço de reserva – O espaço de reserva pedido neste processo é de 30 %, assim proporcionalmente se constata que, uma vez que para a solução com disjuntores de 2 e 4 pólos estes possuem uma quantidade considerável de espaço ocupado, ter-se ia que aumentar as dimensões do invólucro para assegurar o cumprimento desta condição. Tal situação encarece o orçamento.

Assim, para que o orçamento seja mais competitivo face às restantes proposta de mercado, foi necessário incluir os conceitos de coordenação e seletividade. Observe-se a Figura 42 um dos circuitos presentes no anexo 6, o esquema unifilar do Q PAD/TAKE.

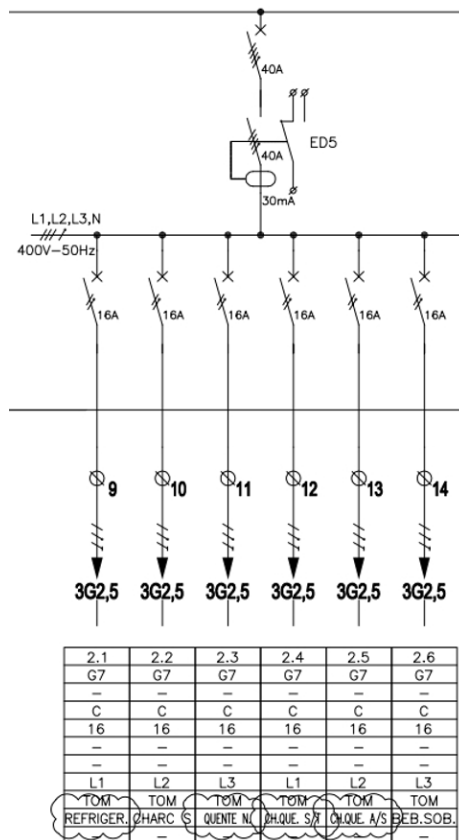


Figura 42 — Exemplo de um circuito presente no esquema unifilar do Q PAD/TAKE

De notar que o exemplo apresentado retrata a maioria dos circuitos no esquema unifilar do Q PAD/TAKE, no entanto os calibres e sensibilidades podem ser diferentes embora o princípio e gamas a utilizar serem as mesmas.

Com recurso à Figura 42, o primeiro conceito utilizador foi a coordenação entre o disjuntor a montante e o interruptor diferencial a jusante.

Relembrando-se que o tipo de proteção a montante deve efetuar a proteção da aparelhagem a jusante. Um interruptor possui um poder de fecho e uma resistência à corrente de curto-circuito limitada, devendo este ser protegido, a montante, por um dispositivo de proteção contra curto-circuitos. O interruptor deve estar protegido contra sobrecargas, sendo que sempre que o interruptor e o disjuntor, situado a jusante, se encontrarem no mesmo QE, é permitido que a proteção contra correntes de curto-circuito, seja assegurada, por cada um dos disjuntores a jusante. Os valores são os mesmos, quer para a coordenação a jusante ou a montante. A Figura 43 apresenta a coordenação utilizada. O retângulo vermelho identifica as gamas de disjuntores e interruptores diferenciais utilizados (iC60N e iID, respetivamente). De notar que uma vez que o Pdc do Q PAD/TAKE é $P_{dc} \geq 10 \text{ kA}$, optou-se por disjuntores da gama iC60N, que segundo a norma IEC 61439-2:2020 *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies*, possuem um Pdc de 10 kA [29].

Ue: 380-415 V AC

Load side		Switch disconnector		iID40					iID (1) (2)					RCCB ID				
				25	40	63	25	40	63	80	100	25	40	63	100	125		
		Rating (A)	25	40	63	25	40	63	80	100	25	40	63	100	125			
		Icw (A)	500	800	1260	500	800	1260	1200	1500	500	500	630	800	1250			
		Icm (kAp)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
Supply side		Rating (A)	Icu	Switch disconnector conditional short-circuit current and related making capacity:														
Circuit breaker		415 V																
iC40		≤ 25	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T			
B, C, D curves		32 to 40	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T			
iC40N		≤ 25	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T			
B, C, D curves		32 to 40	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T			
iC60N		≤ 25	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T			
B, C, D curves		32	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T			
		40	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T			
		50 to 63	10	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T			
iC60H		≤ 25	15	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T			
B, C, D curves		32	15	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T			
		40	15	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T			
		50 to 63	15	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T			
iC60L		≤ 25	25	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T			
B, C, D, K, Z curves		32	20	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T			
		40	20	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T			
		50 to 63	15	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T			
C120N		63	10										7/11	7/11	7/11			
B, C, D curves		80	10			6/9			6/9	6/9			7/11	7/11	7/11			
		100	10							6/9			5/8	5/8	5/8			
		125	10							6/9			5/8	5/8	5/8			
C120H		63	20		T	T			T	T			7/11	7/11	7/11			
B, C, D curves		80	20			6/9				6/9	6/9		7/11	7/11	7/11			
		100	20							6/9	6/9		5/8	5/8	5/8			
		125	20							6/9	6/9		5/8	5/8	5/8			
NG125N		≤ 40	25	16/27	16/27	16/27			16/27	16/27	16/27	16/27	15/25	15/25	15/25			
B, C, D curves		50 to 63	25		16/27	16/27			16/27	16/27	16/27	16/27	15/25	15/25	15/25			
		80	25			10/17				10/17	10/17		10/17	10/17	10/17			
		100	25								10/17			10/17	10/17			
		125	25								10/17			10/17	10/17			
NG125H		≤ 40	36	16/27	16/27	16/27			16/27	16/27	16/27	16/27	15/25	15/25	15/25			
C curves		50 to 63	36		16/27	16/27			16/27	16/27	16/27	16/27	15/25	15/25	15/25			
		80	36			10/17				10/17	10/17		10/17	10/17	10/17			
NG125L		≤ 40	50	16/27	16/27	16/27			16/27	16/27	16/27	16/27	15/25	15/25	15/25			
B, C, D curves		50 to 63	50		16/27	16/27			16/27	16/27	16/27	16/27	15/25	15/25	15/25			
		80	50			10/17				10/17	10/17		10/17	10/17	10/17			

(1): Include Acti9 iID AC type, A type, ASI type and B-SI type
 (2): For Acti9 iID B type EV, please contact Schneider Electric

- T Switch disconnector is Totally coordinated up to Icu of circuit breaker installed on supply side
- 16/27 Switch disconnector is protected up to 16 kA rms / 27 kA peak
- Protection of the switch disconnector is not ensured

Figura 43 — Coordenação de disjuntores e interruptores diferenciais [29]

Aplicada a coordenação entre o disjuntor e o interruptor diferencial, pode recorrer-se ao conceito de seletividade entre o disjuntor a montante e os disjuntores a jusante do interruptor diferencial. Deste modo, observando-se as Figura 44 e Figura 45, respetivamente, pode concluir-se que existe coordenação e seletividade entre os disjuntores das gamas iC60N e iC40N [30].

Cascading

Upstream: iDPN, iC40, iC60, C120, NG125, ComPact NSXm, NSX100

Downstream: iDPN, iC40, iCV40, iC60, C120, NG125, ComPact NSXm, NSX100

Ue: 380-415 V AC
(Ph/N 220-240 V AC)

Upstream CB			iDPN	iC40	iC60					iC120	NG125				
			N	N	N	H	L	≤ 25 A	32/40 A	50/63 A	N	H	N	H	L
Icu (kA)			10	10	10	15	25	20	15	10	15	25	36	50	
Downstream CB			Reinforced breaking capacity (kA) according to IEC/EN 60947-2 Annex A												
Rating (A)	Icu (kA)	Icn (A)													
iDPN ¹⁾	1-16	6	10	10	10	10	20	15	10	10	10	10	16	20	
	25-40	6	10	10	10	10	15	10	10	10	10	10	16	20	
iDPN N ¹⁾	1-16	10					15	20	15	15	15	20	20	25	
	25-40	10					15	20	15	15	15	16	20	25	
iC40 ¹⁾	2-16	4500/6	10	10	10	10	20	15	10	10	10	10	16	20	
	20-40	4500/6	10	10	10	10	15	10	10	10	10	10	16	16	
iCV40 N ¹⁾	6-16	6000					15	25	20	15	15	20	20	25	
	20-40	6000					15	25	20	15	15	20	20	25	
iC40 N ¹⁾	2-16	6000/10	10	10	10	10	15	20	15	15	15	16	16	20	
	20-40	6000/10	10	10	10	10	15	20	15	15	15	16	16	20	
iC40 H ¹⁾	6-16	10000					15	25	20	15	15	20	20	25	
	20-32	10000					15	20	15	15	15	16	16	20	
iC60	6-32A	6000	10	10	10	10	15	25	20	15	15	25	25	25	
RCBO															
iC60 N	0.5-25	10					15	25	20	15	15	25	25	25	
	32-40	10					15	25	20	15	15	25	25	25	
	50-63	10					15		15	15	25	25	25	25	
iC60 H	0.5-25	15					25	20			25	36	36	36	
	32-40	15						20			25	36	36	36	
	50-63	15									25	36	36	36	
iC60 L	0.5-25	25										36	50	50	
	32-40	20										36	50	50	
	50-63	15										36	50	50	
C120 N	63-125	10									15	25	25	36	
C120 H	63-125	15										25	25	36	
NG125 N	1-125	25										36	36	36	
NG125 H	1-125	36											50	50	

Figura 44 — Filiação entre iC60 N e iC40N [30]

Selectivity table

Upstream: iC60N/H/L curve C

Downstream: iC40, iC40 N curves B, C, D

220-240/380-415 V AC

Upstream		iC60N/H/L													
		Curve C													
In (A)		2	3	4	6	10	13	16	20	35	32	40	50	63	
Downstream		1P+N													
		3P, 3P+N													
Selectivity limit (A)															
iC40	2			24	32	48	80	100	130	160	300	410	540	910	930
iC40 N	4					48	80	100	130	160	200	260	480	720	760
Curve B	6						80	100	130	160	200	260	320	400	500
	10							100	130	160	200	260	320	400	500
	13										200	260	320	400	500
	16										200	260	320	400	500
	20											260	320	400	500
	25												320	400	500
	32													400	500
	40														500
Selectivity limit (A)															
iC40	2			24	32	48	80	100	130	160	300	410	540	910	930
iC40 N	4					14	80	100	130	160	200	260	480	720	760
Curve C	6						80	100	130	160	200	260	320	400	500
	10							100	130	160	200	260	320	400	500
	13										83	260	320	400	500
	16										83	260	320	400	500
	20											260	320	400	500
	25												320	400	500
	32												124	400	500
	40													163	500
															186
Selectivity limit (A)															
iC40	2				25	48	80	100	130	160	300	410	540	910	930
iC40 N	4						80	100	130	160	200	260	480	720	760
Curve D	6							100	130	160	200	260	320	400	500
	10										200	260	320	400	500
	13										83	165	320	400	500
	16										83	165	320	400	500
	20												320	400	500
	25													400	500
	32													176	500
	40														255

4000 Selectivity limit = 4 kA.

□ No selectivity.

Figura 45 — Seletividade entre gamas de equipamento [30]

A *Schneider Electric* possui ainda ferramentas de cálculo de seletividade entre disjuntores, tal como se observa na Figura 46, que apresenta as *Electrical Calculation Tools* disponíveis [31].

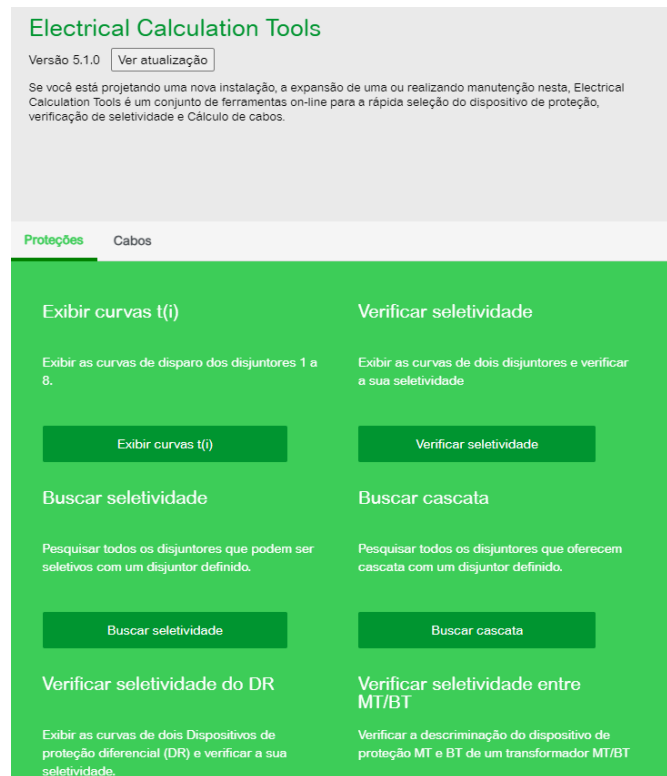


Figura 46 — *Electrical Calculation Tools* da *Schneider Electric*

Optando-se pela ferramenta de “Verificar Seletividade”, preencheram-se os parâmetros relativos aos equipamentos como se observa na Figura 47, de acordo com o exemplo apresentado na Figura 42 [31].

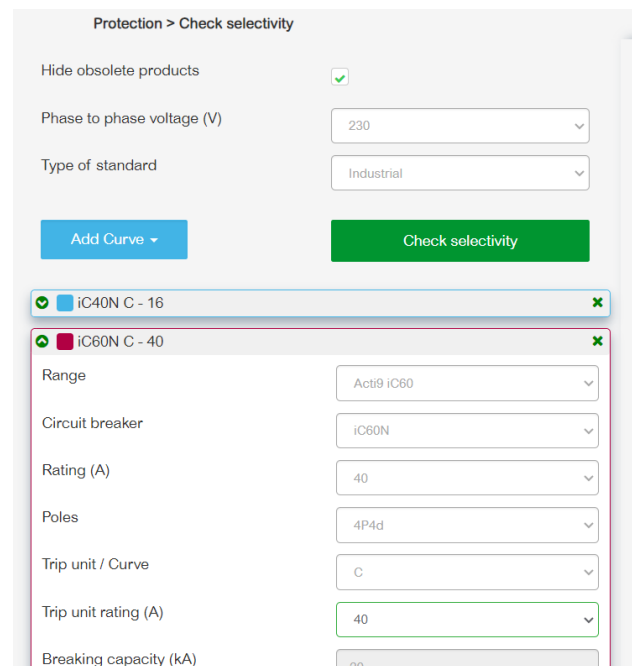


Figura 47 — Parâmetros dos equipamentos a verificar seletividade [31]

Após o preenchimento das características dos equipamentos a utilizar, carregou-se em “*Check Selectivity*”, abrindo-se uma nova janela que apresenta o equipamento definido a montante e a jusante, bem como o limite de seletividade (Figura 48). Este limite apresenta o mesmo valor lido na Figura 45, o que confirma a correta escolha quer da figura como da ferramenta eletrónica [31].

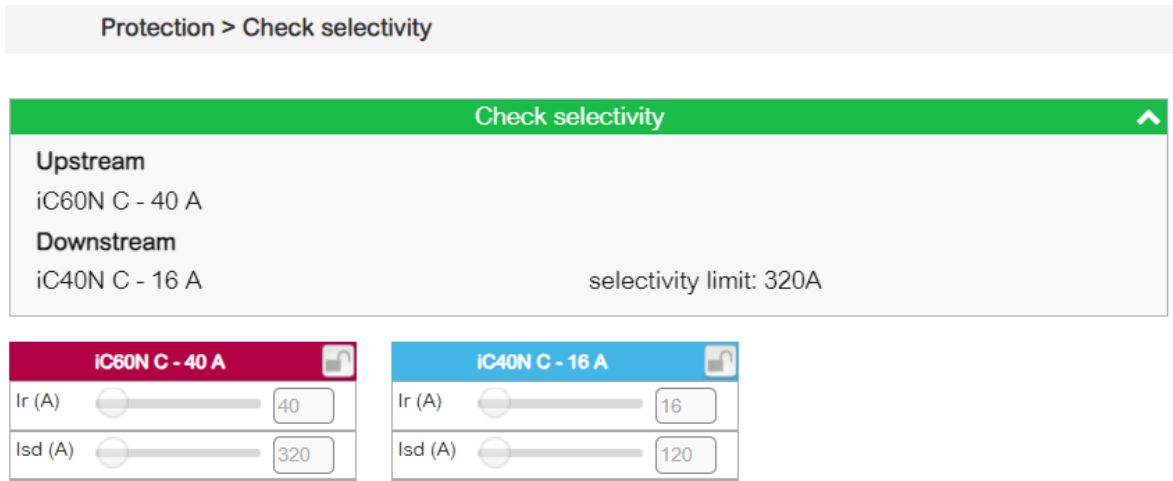


Figura 48 —Janela “*Check Selectivity*” [31]

A janela “*Check Selectivity*” apresenta, ainda, um gráfico com as curvas de ambos os equipamentos selecionados para que se torna possível visualizar graficamente o conceito de seletividade associado, tal como se apresenta na Figura 49. Na Figura 49, a azul apresenta-se a curva do aparelho iC40N e a vermelho a curva relativa ao equipamento iC60N.

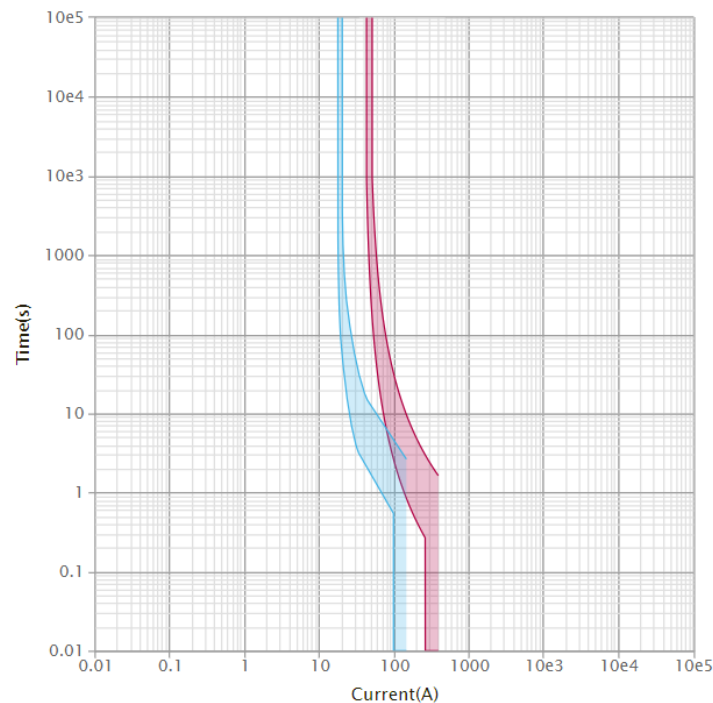


Figura 49 — Gráfico com as curvas de ambos os equipamentos selecionados [31]

Por fim, a Figura 50 revela os equipamentos a utilizar para o tipo de circuitos equivalentes ao mesmo, no decorrer da realização do *layout* do esquema unifilar do Q PAD/TAKE.

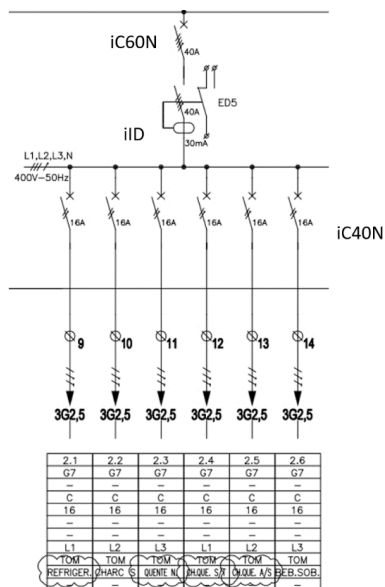


Figura 50 — Equipamentos a utilizar

5.6.3 Orçamento

Finalizado o processo de execução dos *layouts* dos QE, inicia-se o processo de orçamentação. Para isso a empresa recorre um *software* intitulado de *Gecob*. O *Gecob* é um *software* de gestão e controlo de obras utilizado pela empresa que auxilia no processo de orçamentação, pois contém bases de dados de fornecedores, encomendas e clientes, o que facilita no processo de cálculo do custeio do orçamento [3].

A criação de um orçamento neste *software*, segue os seguintes procedimentos:

- 1) Colocar o número de utilizador e a senha de acesso, os quais são específicos de cada colaborador da empresa que necessita de utilizar o *Gecob* (Figura 51).

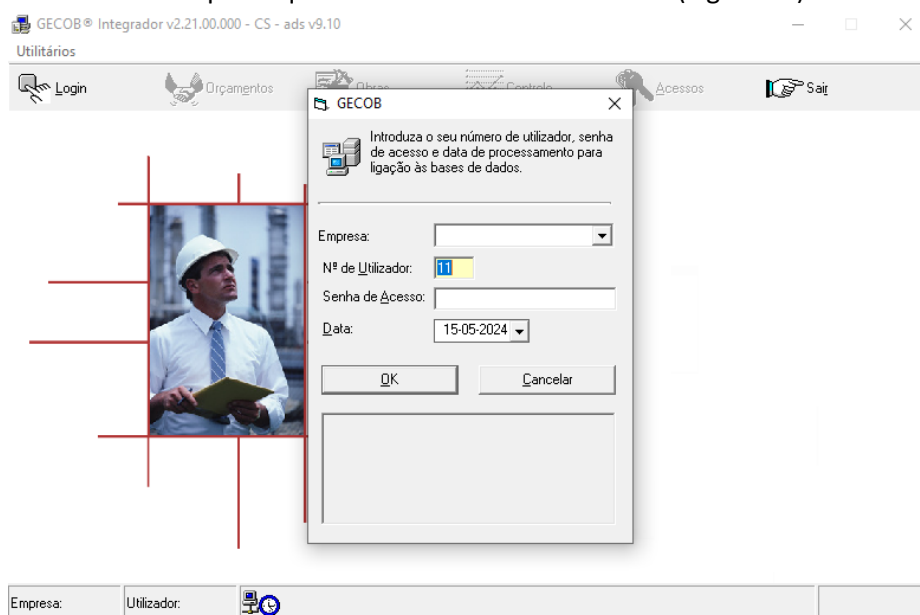


Figura 51 — Dados de acesso ao *Gecob*

- 2) Selecionar o item “Orçamentos” e “Novo” e preencher os dados necessários, tal como se demonstra na Figura 52. A Figura 53 apresenta o modo de visualização do gestor de orçamentos.

Inserção de Novo Orçamento

Código: Prox. Código

Descrição:

Obra:

1º Orçamento desta Obra:

Data: 15-05-2024

Data Limite de Entrega: / /

Data de Fecho: / /

Data de Adjudicação: / /

Observações:

Valor do Orçamento: 0,00

Perc. p/ Enc. Admin.: 0,0

Zona: OFICINA Coeficiente: 1,00

Entidade:

Bloquear atualização preços: Usar Preço de Tabela anterior

Botões: Criar, Bloquear, Password, Sair

Figura 52 — Inserção de Novo Orçamento

Orçamentação v2.18.23.400CG - C15 - CS - ads v9.105

Ficheiros Mapas Utilitários Janelas Ajuda

Orçamentos Artigos Biblioteca Tabelas Clientes Arquivo

Lista de Orçamentos

	E	Código	Designação
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405042	QUADRO ELECTRICICO
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405041	QUADROS ELECTRICOS
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405040	QUADROS ELECTRICOS
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405039	QUADROS ELÉCTRICOS
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405038	QUADROS ELECTRICOS
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405037	QUADROS ELECTRICOS
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405036	QUADROS ELÉCTRICOS
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405035	QUADROS ELECTRICOS
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405034	QUADROS ELECTRICOS
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405033	QUADROS ELECTRICOS
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405032	QUADROS ELECTRICOS
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405031	QUADRO ELECTRICICO
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405030	QUADROS ELECTRICOS
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405028	QUADROS ELECTRICOS
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405027	QUADROS ELÉCTRICOS
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405026	QUADROS ELECTRICOS
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405025H	QUADROS ELECTRICOS - HAGER
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405024	QUADROS ELECTRICOS
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405023	QUADROS ELECTRICOS
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405022	QUADROS ELÉCTRICOS
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405021	QUADROS ELECTRICOS
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405020	QUADROS ELECTRICOS
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405019	QUADROS ELECTRICOS
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405018	QUADROS ELÉCTRICOS
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405017	QUADROS ELECTRICOS
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405016	FORNECIMENTO DE MATERIAL
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405015	QUADROS ELECTRICOS
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405014A	FORNECIMENTO MATERIAL - ABB
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405013	QUADROS ELECTRICOS
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405012	QUADRO ELECTRICICO
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405011	QUADROS ELECTRICOS
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405010	QUADROS ELECTRICOS - ACTUALIZAÇÃO 04/2024
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405009	FORNECIMENTO DE MATERIAL
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405008	FORNECIMENTO DE MATERIAL
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405007	QUADRO ELECTRICICO
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405006	QUADROS ELECTRICOS
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405005	QUADROS ELECTRICOS
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2405004H	QUADROS ELECTRICOS - HAGER

Figura 53 — Visualização do gestor de orçamentos

- 3) Carregar no orçamento criado e preencher os dados relativos a cada QE, tais como: a sua posição no pedido de cotação, a sua designação, a quantidade, o custo de material, o tempo e custo de equipamento (mão de obra e diversos), custo (por exemplo, o cobre a utilizar em quadros como o *PrismaSet P*), a dimensão, o tipo de QE, a fixação do mesmo, tipo de acabamento interno (por exemplo, com espelhos - CE), tipo de acabamento externo (por exemplo, porta opaca - PO), os respetivos IP e IK, o lcc, a norma IEC respeitada e a classe de isolamento (por exemplo, equivalente a classe II – EQ CL II).
- 4) Atualizar os valores dos artigos e aplicar uma percentagem média de lucro de 0,00 % nos totais financeiros e percentuais do orçamento.
- 5) Preencher as notas complementares com a informação dos equipamentos considerados em orçamentos ou eventualmente das exclusões realizadas.
- 6) Carregar em “Decomposição” e imprimir o orçamento.

De notar que o preenchimento do parâmetro “Custo de Material” se realiza com recurso à importação de uma folha *Excel* composta por pela referência, quantidade e descrição de cada equipamento utilizado no respetivo QE, já que o *Gecob* não comunica diretamente com o *AutoCAD*.

Seguindo-se estas instruções, o orçamento representado nas Figura 54 e Figura 55.

Código	Pos.	Descrição	Qty.	U.M.	Custo Mat.	Tempo	Custo Eq.
CAPITULO							
	01	Q.G.B.T	1,00	UN	3.226,726		
	02	Q.E	1,00	UN	19.410,773		
	03	Q PAD/TAKE	1,00	UN	7.271,803		
PARCIAL		TOTAL CAPITULO					

Figura 54 — Orçamento dos QE pretendidos

Custo	Unit. Total	Total Artigo	Dimensões	Tipo	Fixação	Acab. Int.	Acab. Ext.	IP	IK	ICC	IEC	CLISOI
	5.171,726	5.171,73	2010*700*450	PRISMASET P	PAV	CE	PO	30	08	25	947-2	EQ CL I
	25.730,773	25.730,77	2010*2700*440	PRISMASET P	PAV	CE	PO	55	10	16	947-2	EQ CL I
	11.581,803	11.581,80	2030*2100*250	PRISMASET G	PAV	CE	PO	40	10	10	947-2	EQ CL I
		42.484,30										

Figura 55 — Orçamento dos QE pretendidos (Continuação)

Por fim, os anexos 10 a 12 apresentam o passo 6), finalizando o processo de orçamentação com a marca *Schneider Electric*. O anexo 1 apresenta a folha utilizada para arquivo do processo.

5.7 Caso de Estudo – Marca *Hager*

O Caso de Estudo que inclui a implementação de equipamentos da *Hager* foi realizado em *Hagercad*. A utilização deste *software* prende-se com o facto de demonstrar uma diferente abordagem ao método de orçamentação e apresentar as etapas a realizar para a concretização do mesmo. Neste caso, os *layouts* foram realizados em *Hagercad*, bem como o orçamento do material *Hager*. No entanto, para concluir o orçamento, foi necessário utilizar o *Gecob* para preencher os restantes parâmetros a incluir no orçamento, como por exemplo o tempo e custo de equipamento (mão de obra e diversos) e o custo (por exemplo, o cobre a utilizar em quadros como o *Evo*).

5.7.1 Processo de Desenvolvimento

Tal como referido anteriormente, o processo de realização dos *layouts* dos respetivos QE foi realizado em *Hagercad*. A Figura 56 apresenta a disposição do espaço de trabalho no *software*, bem como o modo de apresentação dos menus e de organização das características de cada QE.

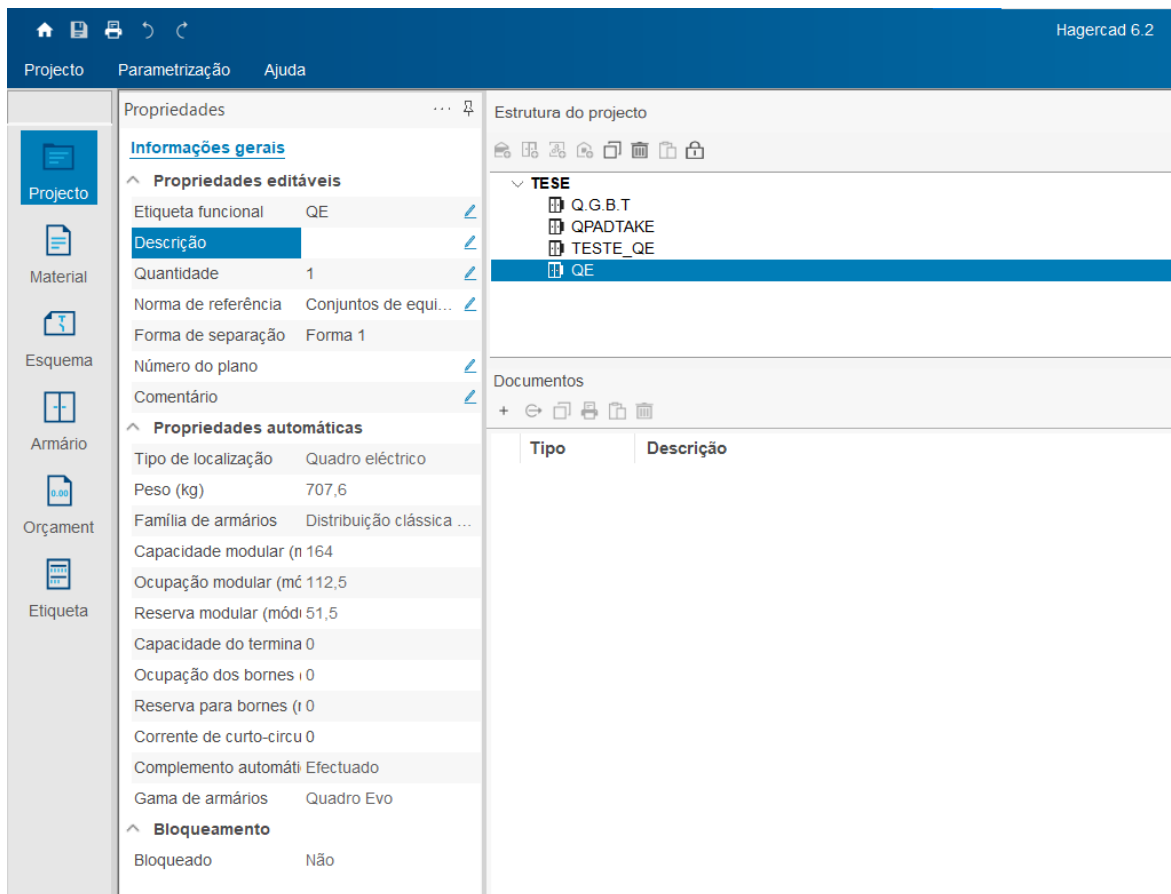


Figura 56 — Espaço de trabalho do *Hagercad*

Para a realização dos *layouts* existem dois métodos possíveis:

- 1) Método “Material”;
- 2) Método “Esquema”.

No caso de se optar pelo método 1), não se pode utilizar o método 2), e vice-versa. Apesar do *software* não apresentar qualquer informação sobre este facto, a utilização conjugada dos métodos leva a problemas na apresentação dos *layouts*.

Relativamente aos métodos, o método 1) permite ao utilizador contabilizar e escolher o material necessário consoante o esquema a executar, como se do preenchimento de uma lista se tratasse. A Figura 57 representa a apresentação do método “Material”. Tal como se pode observar, contém o fabricante, a quantidade, o complemento, a unidade, a referência, a designação e o preço.

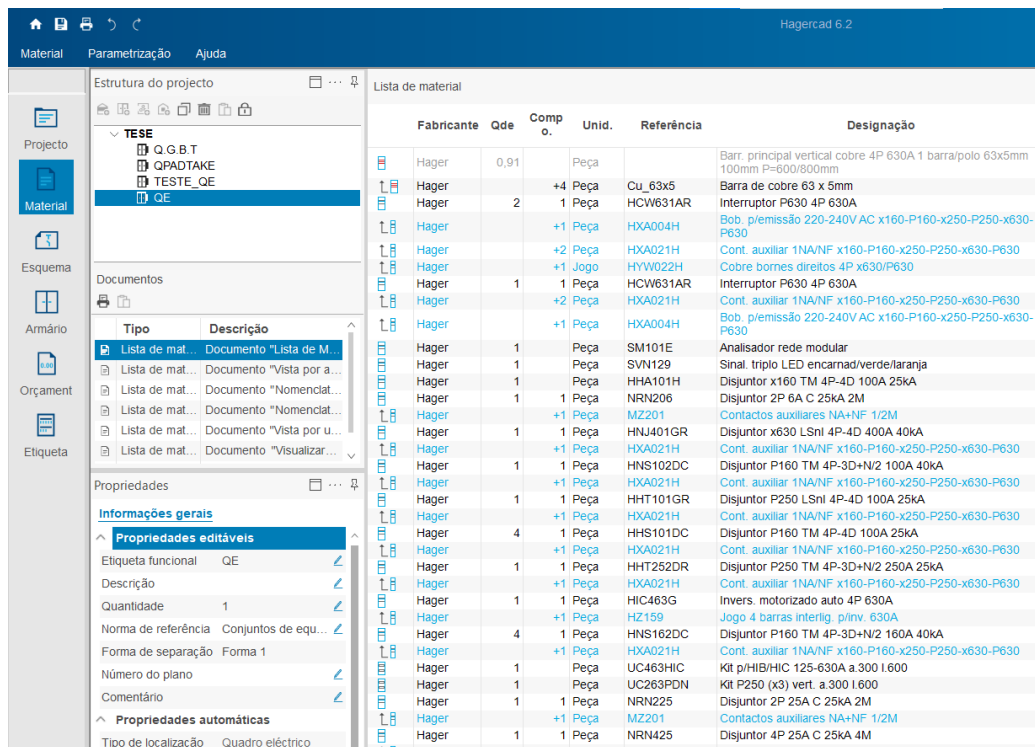


Figura 57 — Apresentação do método “Material”

Para a escolha do material é necessário recorrer à opção “Catálogo”. Esta opção apresenta a possibilidade de escolha do material através da Procura Hager e do Guia Hager. A Procura Hager permite a procura do material por: Referência, Código EAN, Designação e Código de 29 dígitos (Figura 58).

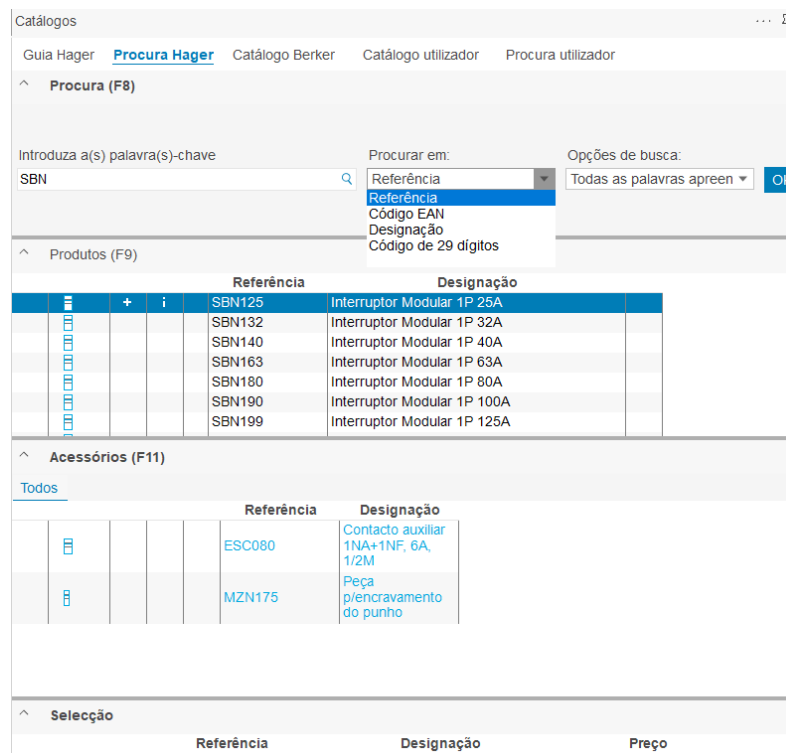


Figura 58 — Menu Procura Hager

O Guia *Hager* permite a escolha do material a partir do catálogo distribuído por categoria de equipamentos, tal como se observa na Figura 59. O Guia *Hager* possibilita ainda visualizar os acessórios associados a equipamento escolhido. No exemplo representado na Figura 59, escolhendo a opção disjuntor no menu da “Proteção/corte modular”, permite-se seleccionar o Poder de corte, o número de pólos, o calibre, a curva de disparo, o borne e o tipo de ligação. Neste caso, pode observar-se que a opção “Disjuntor” apresenta o tipo de acessórios possíveis de serem associados como: Bobina de mínima tensão, bobina de proteção contra sobretensões, bobina por emissão, contacto auxiliar e diferencial. No caso de o equipamento escolhido não possuir capacidade de associação de acessórios, o campo aparece sem sugestões de acessórios.

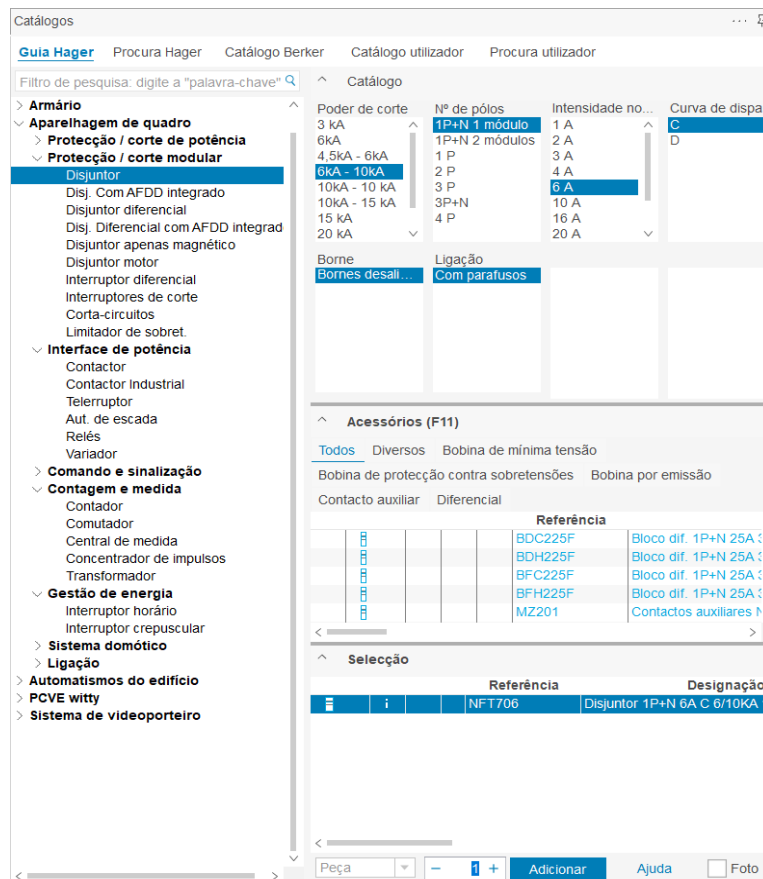


Figura 59 — Menu Guia *Hager*

Relativamente aos métodos, o método 2) permite ao utilizador escolher o material necessário ao mesmo tempo que concretiza o esquema a executar, tal como se observa na Figura 60. Inicialmente, escolhe-se o tipo de esquema a utilizar: unifilar assistido, multifilar assistido ou multifilar manual. Optando-se pelo esquema unifilar assistido, na secção da “Tabela de armazenamento” dispõem-se os equipamentos, que são escolhidos, à semelhança do método anterior, pelo “Catálogo”. Após a colocação de toda a aparelhagem pretendida, o *software* cria o esquema unifilar respetivo, o qual pode ser acedido na secção “Esquema”. A Figura 61 apresenta o esquema unifilar assistido obtido através da disposição de material presente na Figura 60.

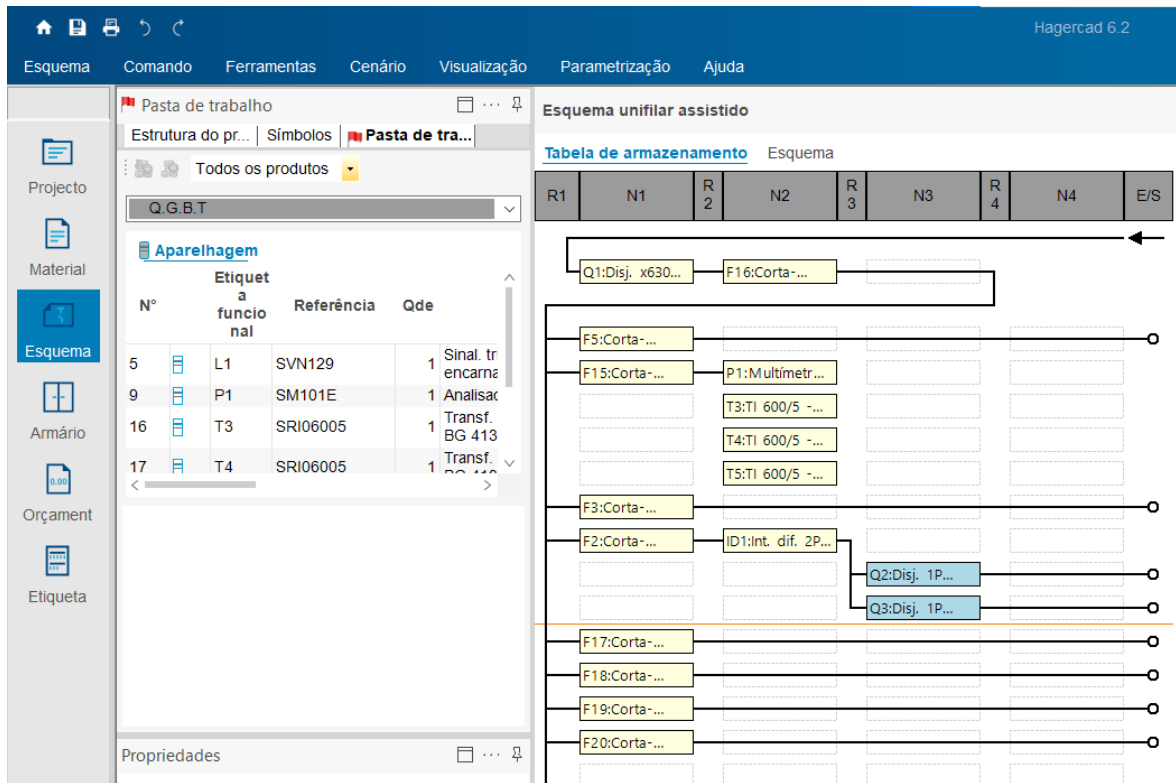


Figura 60 — Apresentação do método “Esquema”

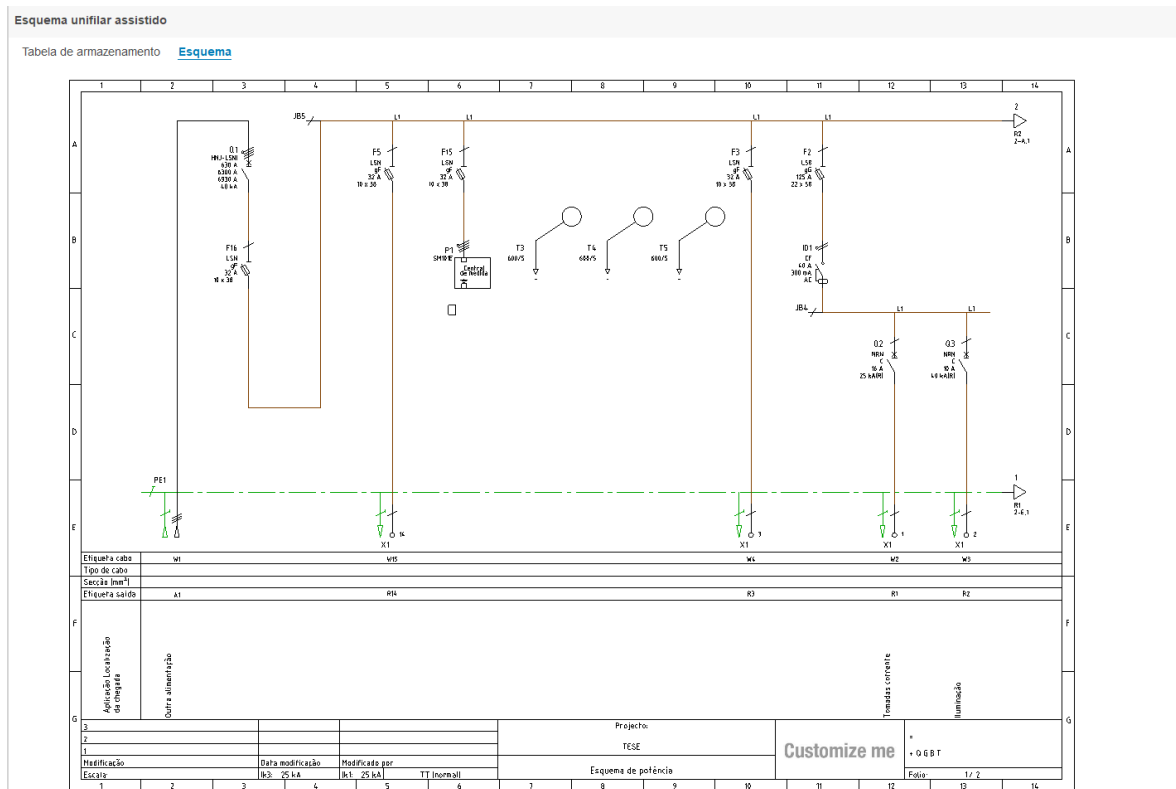


Figura 61 — Esquema unificar assistido

Independentemente da escolha do método a utilizar (método 1) ou 2)), o passo seguinte é seleccionar a secção “Armário”. No entanto, no momento de seleccionar a secção “Armário”, a

informação para realizar a afetação material dos bornes é apresentada apenas no método “Esquema”. No processo de afetação, é realizado o cálculo dos bornes bem como o cálculo afetação, tal como se observa na Figura 62.

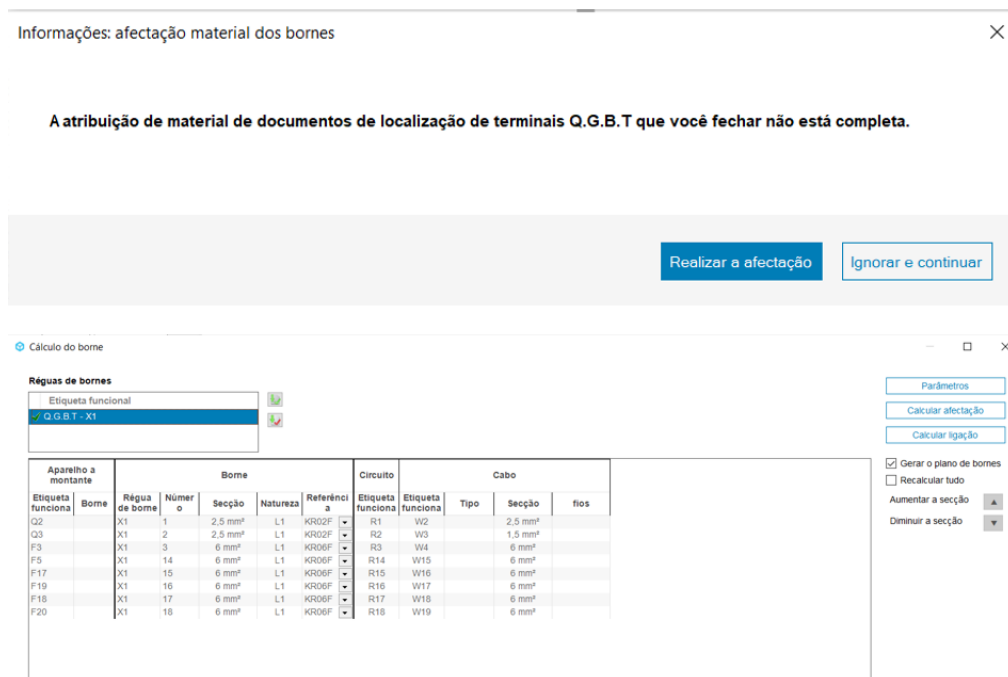


Figura 62 — Menu Afetação material

Logo após seleccionar a secção “Armário”, o *software* direciona o utilizador para o assistente para criação de implementação, o qual permite a escolha do tipo de armário: “Normal” ou “Quadro Evo”.

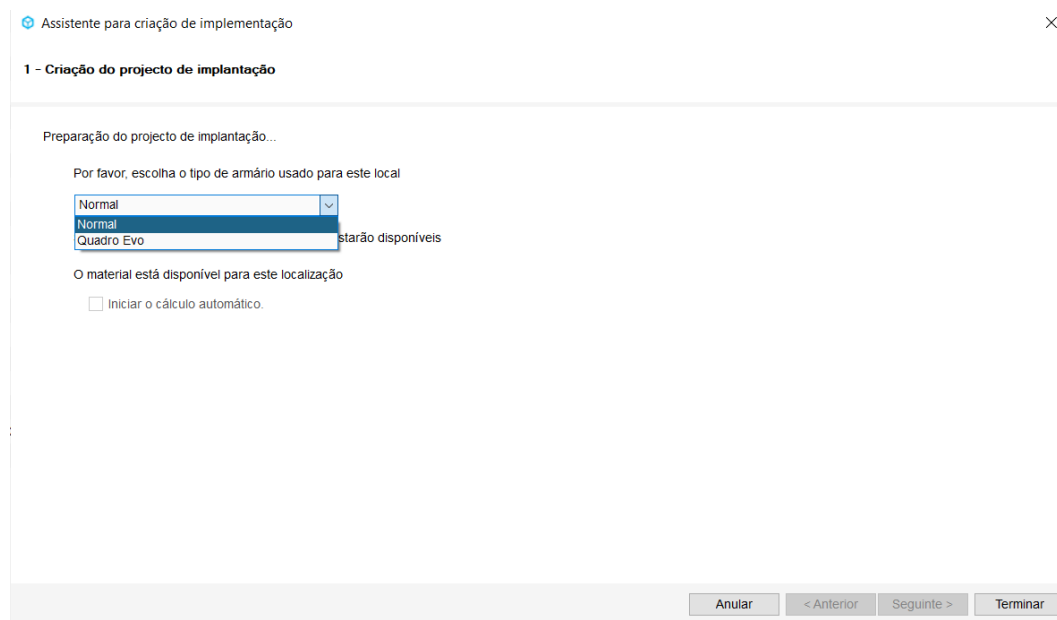


Figura 63 — Assistente para criação de implementação

Primeiramente, seleccionando-se o armário do tipo “Normal”, surge a opção de “Cálculo Automático de Armário”, a qual segue as seguintes etapas:

- 1) Cálculo do armário, o qual envolve a escolha: do grau de proteção mínimo pretendido, da forma de chegada de cabos, das características dos aparelhos modulares e da família de armários (Figura 64);

Cálculo do armário ×

Grau de proteção mínimo pretendido

IP: IK:

Chegada por

em cima em baixo

Montagem modular

Inter. dissipação

Aparelhos modulares

Número de módulos:

Reserva em %:

Reserva em módulos:

Régua de bornes

Número de módulos:

Reserva em %:

Reserva em módulos:

Posição para

Aparelho DCP monofásico Aparelho DCP trifásico Contador monofásico Contador trifásico

Família de armários

- Armário vega D para encastrar
- Armário vega D para superfície
- Armário FW para encastrar
- Armário FW para superfície
- Armário FW para superfície para bornes
- orion plus IP65 metálico, kit modular
- orion plus IP66 poliéster, kit modular
- orion plus IP65 metálico, a equipar
- orion plus IP66 poliéster, a equipar
- Armário universo IP44 P205
- Armário universo IP54 P205
- Armário universo IP55 P275
- Armário universo IP55 P400

Dimensões

Montagem	Número	Unid.	Profun...
Aparelhos modulares	19	módulos	
Repartidores modulares	8	módulos	
Régua de bornes	9	módulos	

Método de cálculo

Automático Semi-automático






Figura 64 — Cálculo do armário

- 2) Opção da posição dos terminais (Figura 65);

Opções ×

Posição dos terminais. clique no icone do terminal para alterar a sua posição


 2 KR06F, 11 KR02F, 2 KR06N, 11 KR02N

Figura 65 — Opção da posição dos terminais

- 3) Escolha dos barramentos e repartidos, a qual envolve: a seleção de barramentos (número de pólos e intensidade nominal) (Figura 66) e a escolha do aparelho a montante (Figura 67);

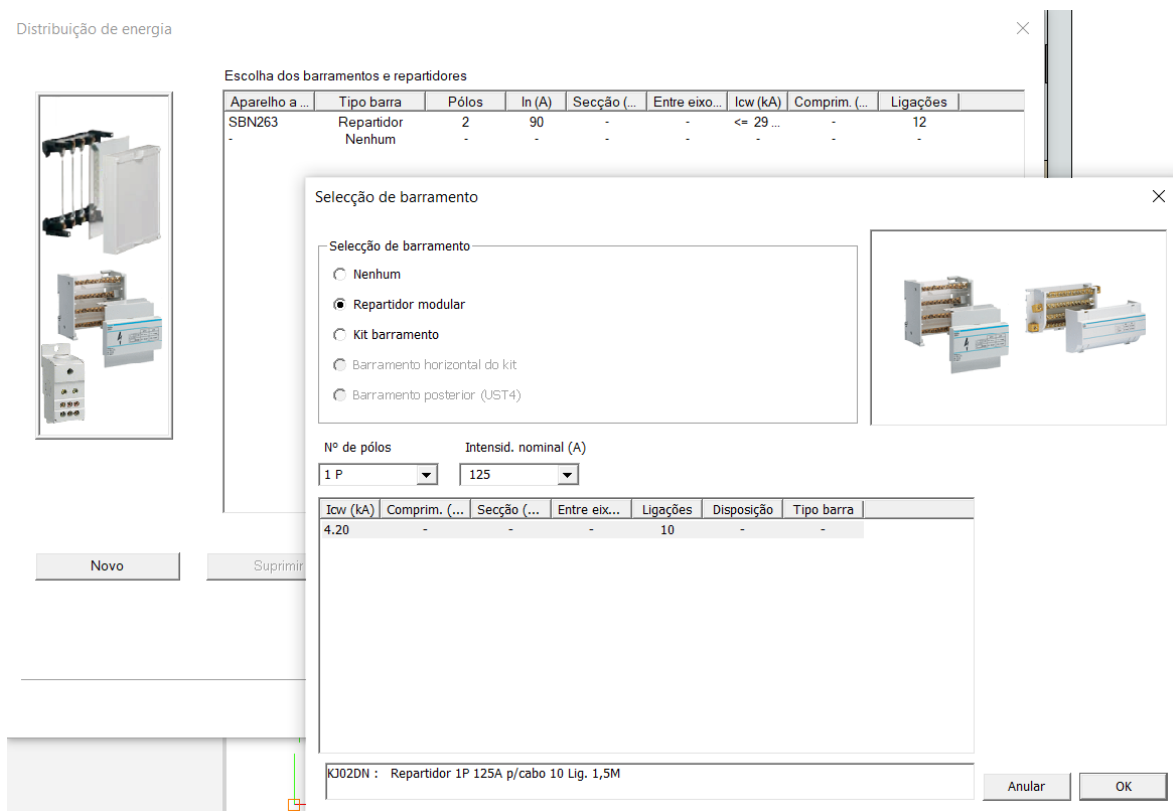


Figura 66 — Seleção de barramentos

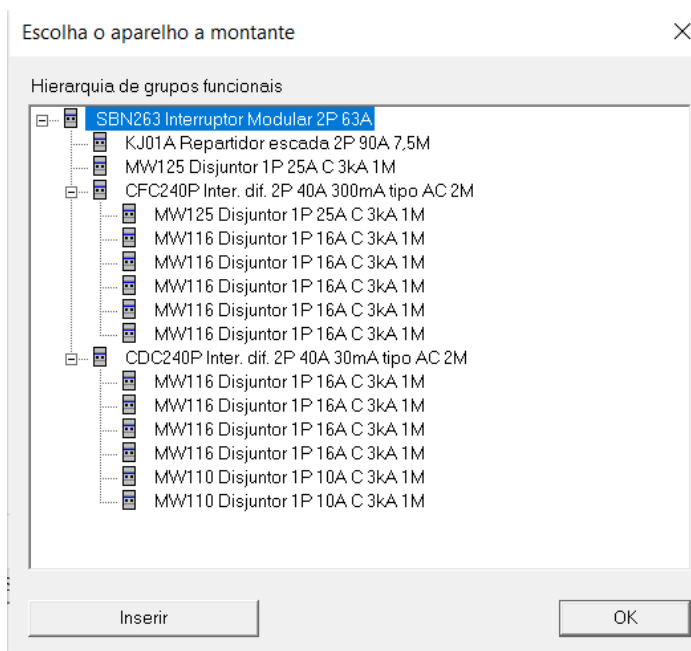


Figura 67 — Escolha do aparelho a montante

- 4) Preferências, a qual inclui a escolha das preferências relativamente: aos entre-eixos das calhas modulares, às unidades para aparelhos modulares, às tampas de extremidade, ao espaço de eletrificação, à posição do aparelho de entrada, ao ligador principal da terra, ao terminal de ligador de terra e às células para cabos/barras (Figura 68);

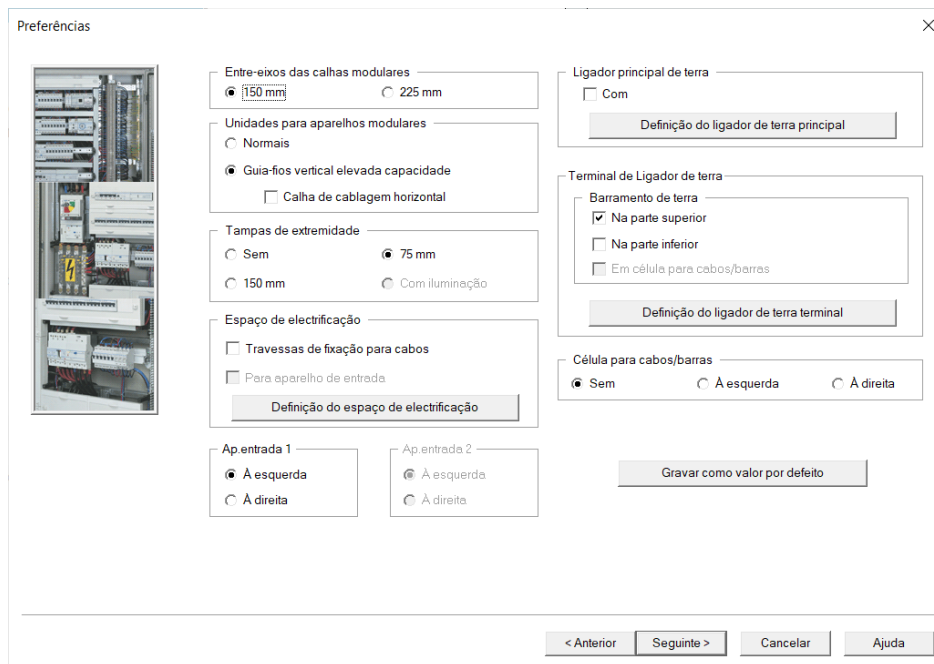


Figura 68 — Preferências

5) Configuração, a qual inclui pré-visualizar o tipo de armário que se pretende (Figura 69).

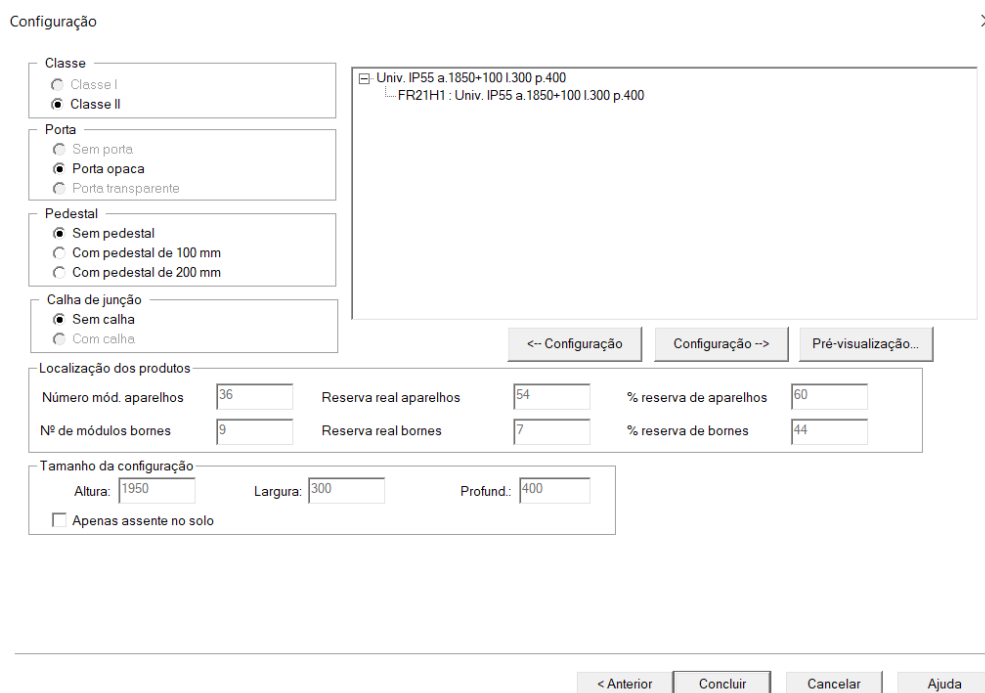


Figura 69 — Configuração

De notar que o modo de pré-visualização não permite a alteração da disposição do material no armário, para tal é necessário seleccionar a opção “Concluir”.

Por outro lado, seleccionando-se o armário do tipo Evo e seleccionando-se a opção de “Cálculo Automático de Armário”, o *software* direcciona o utilizador para o configurador o Quadro Evo (Figura 70). Esta opção permite não só a configuração personalizada das propriedades do QE conforme

pretendido (Figura 71), como também possui uma secção de auxílio ao utilizador com imagens representativas das características possíveis de seleccionar.



Figura 70 — Configurador Quadro Evo

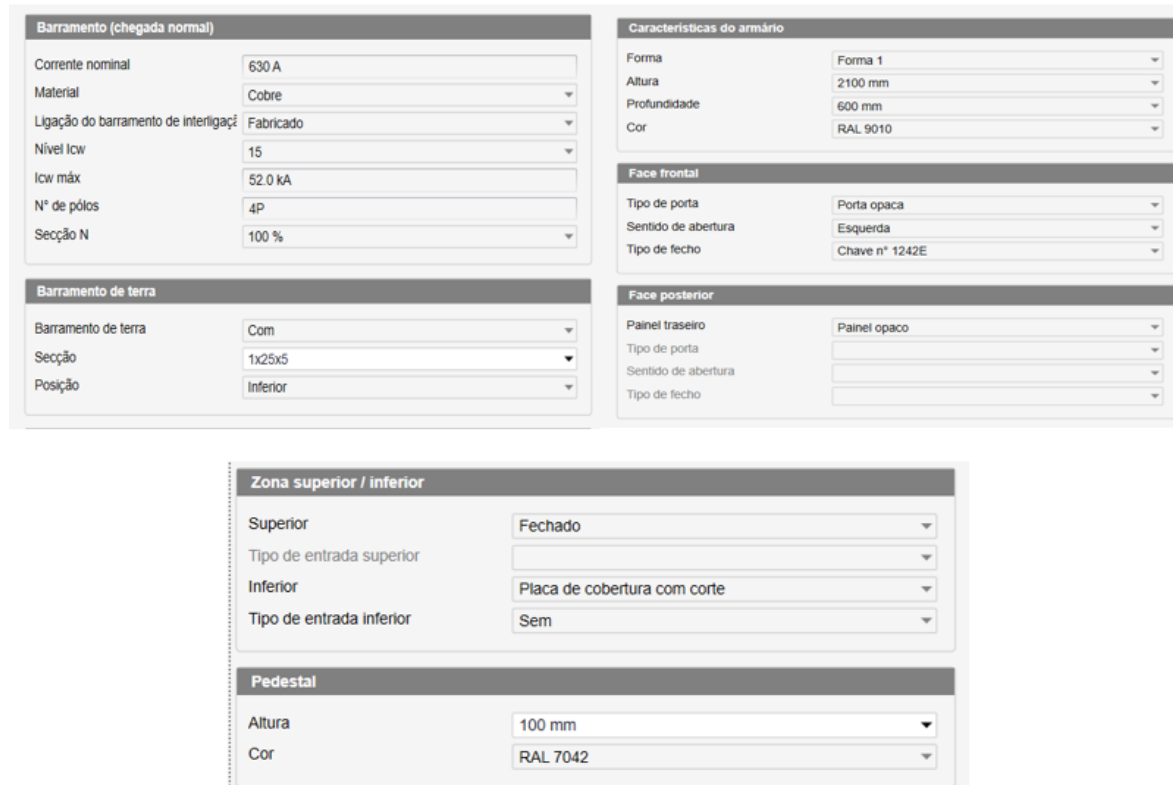


Figura 71 — Propriedades gerais do Quadro Evo

Seguidamente, escolhe-se o tipo de Família do Quadro Evo que se pretende, neste projeto foi escolhido o tipo de Distribuição Clássica, como se observa na Figura 72.



Figura 72 — Configurador Quadro Evo: Distribuição Clássica

Por fim, configuram-se as características pretendidas para o tipo de distribuição clássica até 630 A, conforme escolhido na etapa anterior (Figura 73).

Figura 73 — Configurador Quadro Evo: Distribuição clássica até 630 A

De notar que caso se pretenda utilizar um QE do tipo Evo é necessário recorrer ao menu apresentado na Figura 73 sempre que se pretender adicionar um novo armário, gaine ou armário com gaine.

Terminado o processo da escolha do armário e realização do *layout*, seleciona-se a opção de “Complemento Automático”. Esta opção permite colocação automática de produtos complementares de cada gama de invólucro, tal como se observa na parametrização presente na Figura 74.

Parametrização

Introduza a(s) palavra(s)-chave

Complemento automático

Produtos complementares

- Acrecimento automático de produtos complementares
- Painéis laterais do armário
- Montantes, travessas e suporte dos barramentos universo
- Fiação orion+
- Acrecimento adaptador de altura
- Isolador
- Painéis laterais nos pedestais
- Instalação em travessas
- Fiação vega D
- Parafuso de kits para Universo
- Ligadores PE secundários
- Kits de junção de armário
- Fiação quadro
- Obturadores modulares
- Pentes
- Peças de separação quadro
- Montantes funcionais e suporte de barramentos quadro
- Fiação universo
- Fiação Vega
- Kits de ligação de pedestais

Fiação horizontal

Sistema	Circulação			
Univers	Sem circulação	Guia cabos	Calha	
quadro	Sem circulação	Guia cabos	Calha	
Quadro	Sem circulação			
Vega D	Sem circulação	Guia cabos	Calha	Com tampa
Vega	Sem circulação	Guia cabos	Calha	Com tampa
orion+	Sem circulação	Guia cabos	Calha	Com tampa

Fiação vertical

Sistema	Circulação			
Univers	Sem circulação			Com tampa
quadro	Sem circulação		Calha	
Quadro	Sem circulação		Calha	
Vega D	Sem circulação		Calha	Com tampa
Vega	Sem circulação	Guia cabos	Calha	
orion+	Sem circulação		Calha	

Obturadores

Sistema

Caixas: 1M

Universo: JP002

Definir por defeito

Aplicar OK Anular

Figura 74 — Parametrização do “Complemento Automático”

5.7.1.1 Q.G.B.T

Tal como apresentado, o modo de realização de *layouts* em *Hagercad* pode ser executado pelo software pelo modo “Material” ou pelo modo “Esquema”. Para a realização do Q.G.B.T, recorreu-se ao método “Esquema”, tal como se pode observar nas Figura 60 e Figura 61 que representam o modo de apresentação deste método, bem como o esquema unifilar resultante.

Este método implica, como o próprio nome sugere, o acompanhamento e disposição do material, face as orientações do esquema unifilar fornecido pelo cliente. Assim, seguindo-se o esquema do anexo 4, o primeiro equipamento é um disjuntor de 630 A. Observando-se a Figura 75, a escolha deste equipamento, com base nas suas propriedades, foi executada pelo *software*, que tendo em consideração as possibilidades que cumpriam as orientações do esquema, escolheu-se o Disjuntor x630 LSnl 4P-4D 630 A, 40 kA (Figura 76) [32], [33].

Catálogos

Guia Hager Procura Hager

Filtro de pesquisa: digite a "palavra-chave"

▾ Aparelhagem de quadro
 ▾ Protecção / corte de potência
 Disj. de corte no ar hw+ (Novo)
 Disj. de corte ar hwt
 Disjuntor geral

Intensidade nominal	Caixa	Poder de corte	Disparador
63 A	x630	40 kA	LSnI
80 A	P630	50 kA	LSI
100 A		70 kA	Energy
125 A			
160 A			
200 A			
250 A			
400 A			
630 A			

Nº de pólos protegidos	Ligação
4P - 3d/ 3d N2 / 4d	com prolongador

^ Acessórios (F11)
 Todos Diversos Base Bobina de mínima tensão Bobina por emissão Cobre-bornes
 Comando mot. Comando rotativo Contacto auxiliar Diferencial Encravamento eléctrico
 Encravamento mecânico Encravamento por cabo Indicat. defeito Ligação

Referência	
HBW630H	Bloco x630/P630 4P 630A reg. 0,1-1I
HXA001H	Bob. p/emissão 24V DC x160-P160-
HXA002H	Bob. p/emissão 48V DC x160-P160-
HXA003H	Bob. p/emissão 100-120V AC x160-F
HXA004H	Bob. p/emissão 220-240V AC x160-F
HXA005H	Bob. p/emissão 380-450V AC x160-F

^ Selecção
 Referência
 HNW631GR Disjuntor P630 LSnI 4P-4D 630A 40kA

Figura 75 — Escolha dos Equipamentos [31]



Figura 76 — Disjuntor x630 LSNI 4P-4D 630 A 40 kA [31]

Seguidamente, o AR escolhido, com base nas propriedades do PM3255 - 2 digital I - 2 digital O - RS485 (equivalente da *Schneider Electric* utilizado anteriormente), com protocolo de comunicação *ModBus*, foi o AR modular com *ModBus* ECR300C. Uma vez que o aparelho presente na Figura 77 não consegue realizar a leitura direta das medidas efetuadas, necessita de uma proteção a fusíveis (3 fusíveis 2 A gG e respetivo seccionador fusível) e de TI, neste caso devido ao Disjuntor x630 LSNI 4P-4D 630 A 40 kA, foram considerados de 600/5 A da *Lumel* [32], [33].



Figura 77 — AR modular ECR300C [31]

O barramento secundário que está protegido por um Interruptor diferencial. 2P 40 A 300 mA tipo AC 2 M de 40 A, e é composto por dois disjuntores de 1 P curva C, de 16 A e 10 A (Figura 78), respetivamente, apresenta uma proteção ao ID por via de um fusível de 40 A, devido ao I_{cc} do QE. Para a escolha destes dois disjuntores teve-se em consideração o I_{cc} do QE e a norma IEC 61439-2:2020 *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies*, assim, segundo o *software* foram escolhidos disjuntores da gama modular NRN [32], [33].



Figura 78 — Disjuntor 1P 16 A C 25 kA 1M [31]

Escolhidos os equipamentos, selecionou-se a secção “Armário”, optando-se pela escolha do parâmetro “Normal” na criação do processo de implementação. Seguindo-se os passos descritos anteriormente na secção 5.7.1, obteve-se um armário do tipo Universo IP55 a.1850+100 l.550 p.275. Relembrando-se que apesar das possibilidades direcionadas de escolha de armário tendo em consideração os dados introduzidos pelo utilizador, o mesmo necessita de realizar testes para alcançar o resultado pretendido de disposição de materiais e reserva de espaço. Deve ainda ter-se em atenção que o utilizador deve igualmente ver-se acompanhado do catálogo, uma vez que deve ter consciência dos espelhos e platines adequados a cada situação. Por fim, colocou-se uma bolsa porta-esquemas, a fechadura e a porta. Realizando-se o complemento automático, nota-se a existência de quantidade de pentes, Tampa de acabamento para guia-fios l.2000 UT50C e Calha perfuração horizontal 30 x 80 mm l.500 UZ52A1, que foram excluídos e colocaram-se novamente nas quantidades adequadas, dado que a leitura que o *software* realiza dessas quantidades de material não se adequa à realidade de utilização. O anexo 16 apresenta o *layout* do QE [32], [33].

5.7.1.2 Q.E.

Para a realização do Q.E optou-se por escolher o método “Material”, segundo o esquema unifilar presente no anexo 5 (anexos 5.1, 5.2 e 5.3). Deste modo seguiram-se os passos descritos na secção 5.7.1. Relativamente ao processo de escolha dos equipamentos, privou-se pela utilização, à semelhança do QE anterior, pela escolha da sugestão mais barata apresentada pelo *software*. Deste modo, o esquema inicia-se com dois ID de 630 A com intervalo de regulação de 0,03 A a 30 A, e regulados a 10 A, um destinado à alimentação oriunda do Q.G.B.T e outro para a ligação de reserva para a ligação de um grupo gerador. A solução *Hager* implica a utilização de [32], [33]:

- Interruptor P630 4P 630 A com bobina por emissão 230 V AC x160/P630 e contacto auxiliar 1NA/NF x160/P630 - Figura 79 (A);
- Relé diferencial tipo A/HI (1 canal) 0,03 – 30 A - Figura 79 (B);
- Seccionador fusível 1P e um fusível de 6 A gG;
- Toro circular tipo A diâmetro 210 mm – HR705.



(A)



(B)

Figura 79 — (A) Interruptor P630 4P 630 A; (B) Relé diferencial tipo A/HI (1 canal) 0,03 – 30 A [31]

Segue-se um inversor de rede monitorizado de 630 A. Para a concretizar este equipamento é necessário acoplar 2 equipamentos [32], [33]:

- Um Inversor motorizado auto 4P 630 A - Figura 80 (A);
- Um Jogo 4 barras interligação para inversor de 630 A - Figura 80 (B).



(A)



(B)

Figura 80 — (A) Inversor motorizado auto 4P 630 A; Jogo 4 barras interlig. p/inv. 630 A (B) [31]

Logo após um Interruptor P630 4P 630 A com bobina por emissão 230 V AC x160/P630 e contacto auxiliar 1NA/NF x160/P630, cuja aquisição de medidas é feita por via de um AR, considerado o representado na Figura 77. Dado que esta aquisição de medidas não é de leitura direta entre ambos os equipamentos, torna-se necessário proteger o AR com três fusíveis 2 A e de recorrer ao auxílio de TI para a realização da leitura das medidas pretendidas. Os TI foram considerados de 600/5 A da marca *Lumel* [32], [33].

Ao barramento de 400 A estão ligados :

- Sinalizador de tensão luminoso de fase com um contacto auxiliar, protegido por 3 fusíveis de 2 A, um *Monitoring relays 3-phase voltage* e um Relé de temporização c/ atraso ligado - 0,1 s..100 h - 230 V CA – 4 OC (Figura 35);
- DST do tipo 1+2: foi escolhido o MCF100-3+NPE+FS da OBO (Figura 81) e para a sua proteção foram utilizados fusíveis 250 A;



Figura 81 — MCF100-3+NPE+FS [34]

- Disjuntor de 6 A, curva C, de 2 pólos, segundo o catálogo foram escolhidos disjuntos da gama modular NRN, com contacto auxiliar.

Os circuitos de alimentação dos QE da instalação, numerados de 1 a 12, compostos por conjuntos de: contador de energia (Contador de energia trifásico ECR300C), protegidos por fusíveis de 2 A e a leitura das medidas é realizada por auxílio de 3 TI da marca *Lumel*, de acordo com o calibre dos disjuntores de 4 pólos de 400 A, 250 A, 160 A ou 100 A, conforme especificado no esquema. De notar que, observando o esquema do Q.E, existem disjuntores que estão ligados por cabos com neutro reduzido. Desta forma, os equipamentos utilizados forma [32], [33]:

- Disjuntor x630 LSnl 4P-4D 400 A 40 kA;
- Disjuntor P250 LSnl 4P-4D 250 A 25 kA;
- Disjuntor P160 LSnl 4P-4D 160 A 40 kA;
- Disjuntor P160 TM 4P-3D+N/2 100 A 40 kA;

- Disjuntor P160 LSnl 4P-4D 100 A 40 kA.
- Disjuntor P160 LSnl 3P-3D 160 A 40 kA

Deve ainda ser respeitada a regulação indicada no esquema.

No circuito 13 verifica-se um contador de energia, que para o caso foi utilizado um Contadores monofásicos compactos até 40 A (medida direta) ECR140D (Figura 82). Uma vez que se procede à medida direta, não houve necessidade de colocação de proteção a fusíveis do dispositivo, nem o auxílio da leitura com recurso a TI da *Lumel*.



Figura 82 — Contadores monofásicos compactos até 40 A (medida direta) ECR140D [31]

Uma vez escolhidos os equipamentos necessários, selecionou-se a secção “Armário” optando-se pela escolha do parâmetro EVO na criação do processo de implementação. As Figura 70 a Figura 74 da secção 5.7.1 apresentam os passos a seguir para a implementação de um QE deste tipo. De notar que a escolha deste QE deve-se ao facto do mesmo possuir na sua constituição vários equipamentos compactos, os quais necessita, de uma estrutura de invólucro capaz de assegurar o espaço adequado para a implementação dos mesmo, bem como boas condições para o processo de eletrificação e a garantia da reserva de espaço pretendida pelo cliente. Tal como para o processo de execução do *layout* do Q.G.B.T, apesar das possibilidades direcionadas de escolha de armário, tendo em consideração os dados introduzidos pelo utilizador, o mesmo necessita de realizar testes para alcançar o resultado pretendido de disposição de materiais e reserva de espaço. Deve ainda ter-se em atenção que o utilizador deve igualmente ver-se acompanhado do catálogo, uma vez que deve ter consciência dos espelhos e platines adequados a cada situação [32], [33].

Para este tipo de QE, devido à sua dimensão, foi igualmente necessário o cálculo do custo previsto do cobre a ser utilizado no mesmo. O anexo 17 apresenta o *layout* do QE.

5.7.1.3 QPAD/TAKE

Prestando-se atenção ao Pdc do QE, constata-se que, uma vez que o Pdc pretendido é superior ou igual a 10 kA, de acordo com a norma IEC 61439-2:2020 *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies* foram utilizados equipamentos da gama modular da *Hager* disjuntores até 63 A – NFN e interruptores diferenciais das gamas modulares CFC e CDC até 63 A para os calibres 300 mA e 30 mA, respetivamente, utilizados de acordo com o calibre e sensibilidade indicados no esquema unifilar. O esquema unifilar refere que os ID do QE dispõem de contactos auxiliares. Observando-se o esquema do Q PAD/TAKE no anexo 6 (anexos 6.1 a 6.6), verificam-se no decorrer do esquema barramentos secundários com disjuntores de 2 pólos e 4 pólos, neste caso, estes disjuntores tem a possibilidade de serem substituídos por disjuntores do tipo 1P+N e 3P+N, respetivamente, utilizando-se para isso disjuntores modulares da gama de disjuntores NFT. Estes dispositivos tem a vantagem de ocuparem um menor número de módulos no QE, diminuindo por isso o tamanho o invólucro a ser utilizado, o que por sua vez torna o orçamento mais vantajoso face à solução pedida [32], [33].

Relativamente ao processo de escolha dos equipamentos, privou-se pela utilização dos equipamentos sugeridos no esquema unifilar. Assim, o esquema inicia-se com um Interruptor corte aparente 4P 250 A. Seguidamente, observa-se um sinalizador de tensão luminoso de fase com um contacto auxiliar, protegido por 3 fusíveis de 2 A e um religador de fases. O DST utilizado foi o V20, 3 pólos + NPE + FS 280 V da OBO protegido por fusíveis de 125 A - Figura 83.



Figura 83 — V20, 3 pólos + NPE + FS 280 V da OBO [4]

O esquema do unifilar do Q PAD/TAKE apresenta ainda equipamentos aos quais se deve prestar atenção:

- 1) Equipamento KNX;
- 2) Contactores;
- 3) Equipamento de Deslastre.

Quanto ao item 1) este equipamento envolve a inclusão do TYA608C: Atuador binário/estores com 8 canais 16 KNX-S (Figura 84). Este equipamento é adequado para ligar/desligar diferentes condutores externos, tal como se pretende com a observação do esquema unifilar do QE [32], [33].



Figura 84 — TYA608C: Atuador binário/estores com 8 canais 16 KNX-S [31]

Relativamente ao item 2) faz referência aos contactores 4 pólos e de 20 A, de 25 A e de 40 A, que aparecem ao longo do esquema unifilar nomeadamente nos circuitos numerados de 2.37 a 2.44 e de 2.57 a 2.60. Os contactores da marca da *Schneider Electric*, uma vez que os prazos de entrega destes equipamentos da marca *Hager* são mais demorados, assim, foram considerados os contactores apresentado na Figura 41 [32], [33].

Por fim, o item 3) relativo ao deslastre da instalação está representado no anexo 6.4 pelo equipamento modular Interruptor Modular 4P 125 A - SBN. Uma vez que este equipamento tem a função de deslastre da instalação, implica a utilização de um novo barramento, neste caso de 125 A, e, por uma questão de organização, todos os equipamentos que se encontram depois deste SBN foram colocados numa extensão de invólucro à parte do restante circuito. Associado a este dispositivo, observa-se a utilização de um contador de contador de energia trifásico com *ModBus ECR380D*, protegido por 3 fusíveis de 2 A [32], [33].

Escolhidos os equipamentos, selecionou-se a secção “Armário”, optando-se pela escolha do parâmetro “Normal” na criação do processo de implementação. Relembrando-se que apesar das possibilidades direcionadas de escolha de armário tendo em consideração os dados introduzidos pelo utilizador, o mesmo necessita de realizar testes para alcançar o resultado pretendido de disposição de materiais e reserva de espaço. Deve ainda ter-se em atenção que o utilizador deve igualmente ver-se acompanhado do catálogo, uma vez que deve ter consciência dos espelhos e platines adequados a cada situação. Por fim, colocou-se uma bolsa porta-esquemas, a fechadura e a porta. Realizando-se o complemento automático, nota-se a existência de quantidade de pentes, tampa de acabamento para guia-fios I.2000 UT50C, calha perfuração horizontal 30 x 80mm I.500 UZ52A1 e calha perfuração horizontal 30 x 80 mm I.250 UZ51A1, que foram excluídos e colocaram-se novamente nas quantidades adequadas, dado que a leitura que o *software* realiza dessas quantidades de material não se adequa à realidade de utilização. Dispondo todos os equipamentos de acordo com os espelhos e platines adequados a cada equipamento e de acordo com o invólucro, tornou-se essencial construir o restante QE

respeitando a percentagem de reserva de espaço pretendida, 30 %, e considerando o número de bornes necessários. Assim, optou-se pela utilização de [32], [33]:

- Uma estrutura Universo IP44 a.1850+100 l.1300 p.205;
- uma estrutura Universo IP44 a.1850+100 l.550 p.205.

O anexo 18 apresenta o *layout* do QE.

5.7.2 Coordenação e seletividade

À semelhança da solução *Schneider Electric*, para que o orçamento seja mais competitivo face às restantes proposta de mercado, foi necessário incluir os conceitos de coordenação e seletividade de igual modo com os equipamentos *Hager*. Observe-se a Figura 85 que apresenta um dos circuitos presentes no anexo 6, o esquema unifilar do Q PAD/TAKE.

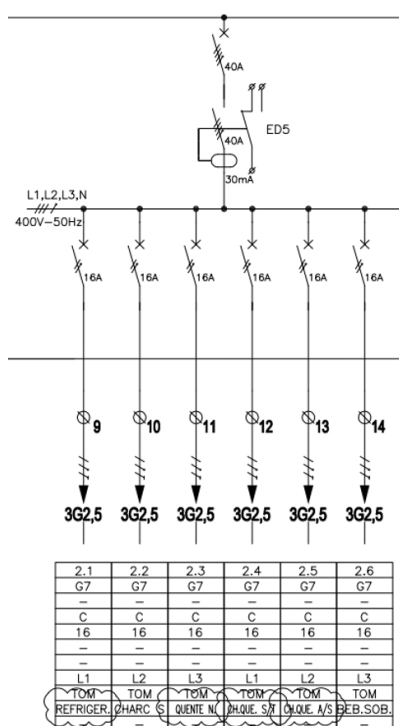


Figura 85 — Exemplo de um circuito presente no esquema unifilar do Q PAD/TAKE

De notar que o exemplo apresentado retrata a maioria dos circuitos no esquema unifilar do Q PAD/TAKE, no entanto os calibres e sensibilidades podem ser diferentes, embora o princípio e gamas a utilizar serem as mesmas.

Com recurso à Figura 85, o primeiro conceito utilizador foi a coordenação entre o disjuntor a montante e o interruptor diferencial jusante [32], [33].

A Figura 88 apresenta os limites de seletividade entre as gamas de disjuntores NFT e NFN.

Limite de selectividade: disjuntores modulares a montante e jusante.

As intensidades máximas são dadas em kA.

apar. a montante	NFN, NKN, HMC, HMF											
curvas	C											
In (A)	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
apar. a jusante												
curva C												
Axxx, NFT, MJT, NFN, NKN, HMC, HMF,												
0,5A	0,05	0,08	0,12	0,15	0,19	0,24	0,3	0,38	0,47	0,6	0,75	0,94
1A	0,05	0,08	0,12	0,15	0,19	0,24	0,3	0,38	0,47	0,6	0,75	0,94
2A	0,05	0,08	0,12	0,15	0,19	0,24	0,3	0,38	0,47	0,6	0,75	0,94
3A	0,05	0,08	0,12	0,15	0,19	0,24	0,3	0,38	0,47	0,6	0,75	0,94
4A	-	0,08	0,12	0,15	0,19	0,24	0,3	0,38	0,47	0,6	0,75	0,94
6A	-	0,08	0,12	0,15	0,19	0,24	0,3	0,38	0,47	0,6	0,75	0,94
10A	-	-	0,12	0,15	0,19	0,24	0,3	0,38	0,47	0,6	0,75	0,94
16A	-	-	-	-	0,19	0,24	0,3	0,38	0,47	0,6	0,75	0,94
20A	-	-	-	-	-	0,24	0,3	0,38	0,47	0,6	0,75	0,94
25A	-	-	-	-	-	-	0,3	0,38	0,47	0,6	0,75	0,94
32A	-	-	-	-	-	-	-	0,38	0,47	0,6	0,75	0,94
40A	-	-	-	-	-	-	-	-	0,47	0,6	0,75	0,94
50A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,75	0,94
63A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,75	0,94
80A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,94
100A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Figura 88 — Limite de seletividade entre NFT e NFN [4]

5.7.3 Orçamento

Finalizado o processo de realização de *layouts*, seleciona-se a secção de “Orçamento”. O *Hagercad* permite a redefinição das condições comerciais do projeto, possibilitando a escolha da tabela de preços pretendida (Figura 89).

Condições comerciais do projeto

Fabricante	Tabela de preços	Desconto fabricante em %	Desconto projecto + em %	Preço compra projecto total
Hager	Hager Tabela de Precos - 04.2024	0,00	0,00	

Recuperar as condições comerciais das tabelas

A janela "Condições comerciais do projeto" permite, para o projeto em curso:

- modificar a tabela de base
- modificar os diferentes níveis de desconto
- definir os preços líquidos

Filtro de pesquisa: digite a "palavra-chave"

Família	Desconto família em %	Desconto família + em %	Preço total do projecto da família	% do preço total projecto da família
Armários	0,00	0,00		
Corte Geral	0,00	0,00		
Distribuição de Energia	0,00	0,00		
Nenhum	0,00	0,00		

Aplicar Fechar

Figura 89 — Condições comerciais do projeto

Seguidamente, procede-se à Impressão dos documentos: Preço de compra – Orçamento do material – Detalhes por localização – Preço compra e Implantação – Localização completa –

Com tampa – Painel frontal. Estes documentos são necessários para dar continuidade ao processo de orçamentação no *Gecob* (Figura 90).

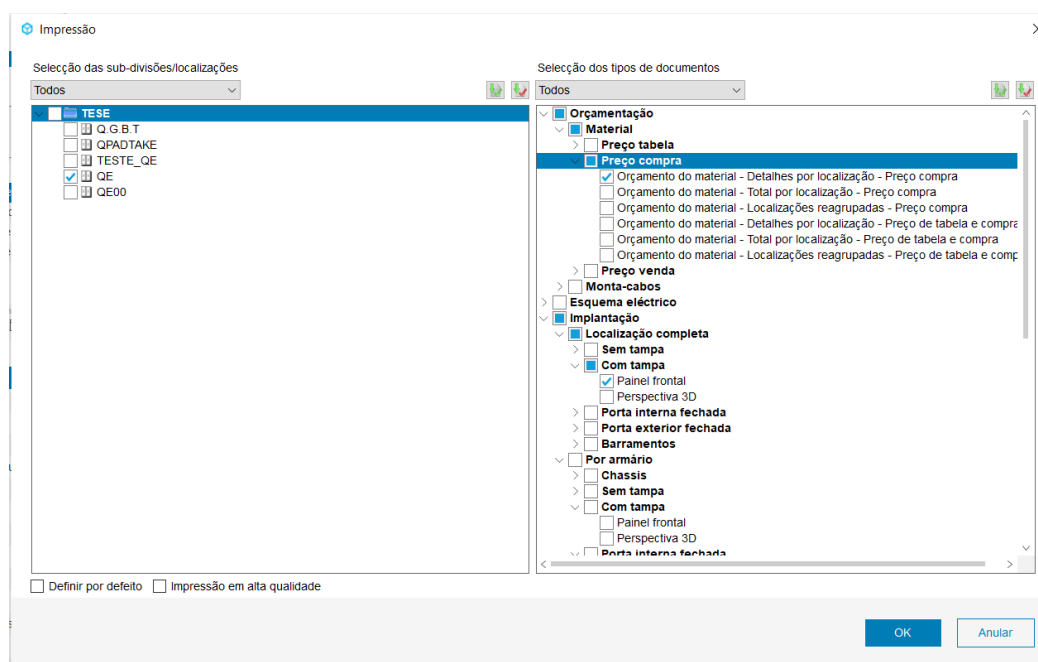


Figura 90 — Condições de Impressão

No entanto, uma vez que ao longo da realização dos *layouts* dos QE houve a inclusão de produtos de outras marcas disponíveis no mercado, recorreu-se ao *Gecob* para finalizar o orçamento. Deste modo, com recurso ao valor de orçamento obtido em *Hagercad* presentes nos anexos 13, 14 e 15 para cada QE, realizou-se o orçamento em *Gecob*. Tal como apresentado nas Figura 91 e Figura 92, e mediante os passos descritos na secção 5.6.3 para a realização do processo de orçamentação, colocou-se, na coluna Custos, o valor obtido no orçamento realizado no *Hagercad*. Seguidamente, consoante as características de cada QE, preencheram-se as colunas relativas ao Tempo e ao Custo do Equipamento. A coluna de Custo de Material foi apenas preenchida para os QE que apresentavam equipamentos de outras marcas disponíveis no mercado, tais como o Q.E e o Q PAD/TAKE. Os anexos 19, 20 e 21 apresentam o orçamento final do Q.G.B.T, do Q.E e do Q PAD/TAKE, respetivamente.

Código	Pos.	Descrição	Qty.	U.M.	Custo Mat.	Tempo	Custo Eqp.	Custo	Unit. Total	Total Artigo
CAPITULO										
	01	Q.G.B.T	1,00	UN	124.518	725,00	500,00	2.606,23	3.955,748	3.955,75
	02	Q.E	1,00	UN	1.406.966	2.560,00	1.750,00	20.717,95	26.434,916	26.434,92
	03	Q.PAD/TAKE	1,00	UN	486.865	2.560,00	1.750,00	8.316,42	13.113,285	13.113,29
PARCIAL										
		TOTAL CAPITULO								43.503,96

Figura 91 — Orçamento dos QE no *Gecob*

Dimensões	Tipo	Fixação	Acab. Int.	Acab. Ext.	IP	IK	ICC	IEC	CL ISOL
1950*550*275	UNIVERSO	PAV	CE	PO	55	10	25	947-2	CL II
2212*3073*600	EVO	PAV	CE	PO	55	10	16	947-2	EQ CL II
1850*1950*205	UNIVERSO	PAV	CE	PO	44	09	10	947-2	CL II

Figura 92 — Orçamento dos QE no *Gecob* (Continuação)

5.8 Comparação entre os métodos utilizados

Como se pode constatar, realizaram-se, para os mesmos esquemas unifilares, orçamentos de QE de formas distintas:

- Com os equipamentos *Schneider Electric* foram utilizadas as bases de blocos da empresa em *AutoCAD*, para a realização dos *layouts*, com recurso ao catálogo e normas complementares, e o *Gecob*;
- Com os equipamentos da *Hager* foi utilizado o *software Hagercad* e catálogo da marca para a realização dos *layouts* e de um pré-orçamento, finalizado em *Gecob*.

Relativamente ao método de orçamentação em *Schneider Electric* este apresenta as seguintes vantagens:

- A base de blocos permite a que, com uma leitura simultânea do catálogo, se acedam às referências dos equipamentos de forma mais eficaz e segura da escolha dos equipamentos;
- A concretização dos esquemas em *AutoCAD* permite ao orçamentista ter mais liberdade de dimensionamento do *layout* tendo em conta fatores como: a dimensão e propriedades dos cabos, número de ligação possíveis de efetuar a cada equipamento, acumulação de cabos e ligações, processo de eletrificação considerando a observação do processo realizado pelos profissionais eletricistas, disposição de calhas, número de bornes e neutro, utilização de barramentos auxiliares, disposição dos equipamentos considerando as normas, dissipação de calor e processo de eletrificação, utilização de pentes. Estes fatores levam à consideração dos espelhos ou platines adequadas na realidade para uma eletrificação mais cuidada do QE e disposição dos equipamentos, por exemplo;
- Familiarização das características de cada equipamento e identificação da sua utilidade para cada caso, bem como a associação e compatibilidade do mesmo com outros aparelhos;

- Facilidade de inclusão de outros materiais de outras marcas disponíveis no mercado;
- Processo de orçamentação mais simples pois é apenas necessário recorrer ao *Excel* para transferir a referência, a quantidade e a descrição dos equipamentos e inserir no *Gecob*, a par de se completarem as restantes colunas descritas anteriormente.

No entanto, como desvantagens obtêm-se:

- Como a realização em *AutoCAD* implica a utilização permanente do catálogo e das normas associadas à concretização do *layout*, por vezes pode ser necessário consultar vários documentos em simultâneo para encontrar uma solução para o equipamento necessário;
- Necessidade de manter as fontes de recurso atualizadas;
- Conhecimento atempado das gamas de equipamento com a possibilidade de serem descontinuadas;
- Consultar os catálogos atuais de forma a identificar os blocos de equipamentos descontinuados, de forma a não incluir os mesmos nos *layouts* recentes.

Quanto ao método de orçamentação em *Hager*, as vantagens associadas são as seguintes:

- Os catálogos dos equipamentos apresentam-se sempre atualizados automaticamente, consoante as atualizações das versões do *software*;
- Facilidade na escolha dos equipamentos, pois o *software* oferece um acompanhamento guiado das características dos equipamentos pretendidos a utilizar;
- Acompanhamento do utilizador na escolha dos invólucros, com base no preenchimento das características dos mesmos tal como apresentado na secção 5.7.1.
- Preenchimento automáticos dos espaços “vazios” do QE, conforme necessidade do utilizador;
- Complemento automático dos invólucros, após finalização do QE.

Apesar de apresentar as seguintes desvantagens:

- Na secção do *software* de “Armário”, a disposição de material, mesmo que fora do QE, é contabilizada no orçamento. No decorrer do processo de execução do *layout*, a experiência de utilização de diferentes invólucros pode levar a que sejam colocados equipamentos adicionais na “Pasta de Trabalho”, os quais são contabilizados no

orçamento, mesmo que não estejam incluídos no QE. É necessária a utilização da opção “Suprimir” para que os equipamentos sejam eliminados e não sejam contabilizados no orçamento;

- Os equipamentos que sejam eliminados através da opção “Suprimir”, caso sejam equipamentos que vêm aos pares, mesmo que utilizada a opção “Suprimir”, o equipamento retorna para a “Pasta de Trabalho” e é contabilizado no orçamento;
- A função de “Complemento Automático”, quando ativada, exerce a sua função de todas as vezes que se sai da secção “Armário”, sendo contabilizados sucessivamente complementos de QE desnecessários;
- Por norma com complementos acrescentados através da função “Complemento Automático” como os pentes e as tampas de acabamentos para guia-fios não possuem a quantidade que na realidade é necessária, sendo, isso, preciso suprimi-los e adicioná-los na quantidade pretendida;
- As portas, as fechaduras e as bolsas porta-esquemas não são adicionadas automaticamente;
- Realizando o *layout* através da secção “Esquema”, o *software* inclui automaticamente no orçamento bornes. Uma vez que este equipamento está incluído nos Diversos, deve ser suprimido pelo utilizador;
- Realizando o *layout* através da secção “Esquema”, na secção “Armário” assiste-se a uma impossibilidade de supressão de equipamentos, podendo os mesmos apenas ser suprimidos ou modificados na secção “Esquema”;
- É indispensável no final do processo verificar QE a QE o material contabilizado.

Relativamente ao preço de cada QE, consoante os dois métodos, a

Tabela 7 apresenta os valores de preço obtido.

Tabela 7 — Preços obtidos para cada QE, consoante método utilizado

	Schneider Electric	Hager
Q.G.B.T	5.171,726 €	3.955,75 €
Q.E	25.730,77 €	26.434,92 €
Q PAD/TAKE	11.581,80 €	13.113,29 €
TOTAL	42.484,32 €	43.503,96 €

De notar que os preços referenciados na mesma, não podem ser comparados de forma direta devido ao facto de:

- Estes valores ainda não apresentam os descontos adicionais que as marcas fornecem no decorrer do processo. Estes valores de desconto podem ou não a uma inversão da marca considerada com o valor de preço mais elevado;
- Com uma leitura atenta dos esquemas unifilares, os mesmos apresentam já sugestões de equipamento, os quais pertencem às gamas de equipamento da *Schneider Electric*. Este pormenor leva, portanto, a que o projeto esteja dimensionado para uma solução de resposta direcionada para *Schneider Electric*, o que leva a uma readaptação dos equipamentos a utilizar em *Hager*. As marcas não possuem soluções de equipamento iguais. Note-se o caso da concretização do Q.E com a implementação do inversor de rede, para o qual a solução *Schneider Electric* necessita da associação de 3 equipamentos e em *Hager* 1 equipamento oferece resposta ao pretendido. E, ainda, para o mesmo QE, para oferecer o intervalo de regulação pretendido interruptor diferencial disposto à entrada do QE, em *Hager* ser necessária a utilização de um relé diferencial e para a solução em *Schneider Electric* o dispositivo já possui esse intervalo de regulação não tendo sido necessária a utilização de um relé diferencial adicional;

Considerando-se estes fatores deve ter-se um pensamento crítico nos aspetos técnicos dos equipamentos a utilizar e que ofereçam uma resposta mais cuidada ao propósito manifestado pelo cliente, não sendo, por isso, o preço apresentado em cada solução, por si só, um fator decisivo e imperativo na atribuição da escolha de maior viabilidade de orçamento em *Schneider Electric* ou *Hager*.

Uma vez que o processo de orçamentação apresentado na marca *Schneider Electric* recorre à utilização do *AutoCAD* e da leitura dos catálogos necessários, não é possível propor melhorias ao processo da realização do mesmo. No entanto, dado que se utilizou o *software Hagercad* na conceção do orçamento na marca *Hager*, podem ser sugeridas as seguintes melhorias no *software*, na perspetiva de utilizador:

- Criar uma função que permitisse escolher a área do espaço de trabalho a incluir no orçamento – possibilitando assim a que os utilizadores não tivessem que utilizar a opção “Suprimir” à medida que realizam testes na secção “Armário”;
- Aquando da escolha da secção “Orçamento”, surgir um aviso caso existam artigos na “Pasta de Trabalho” com a possibilidade de exclusão ou inclusão dos mesmos no respetivo orçamento;
- Aquando da seleção da função de “Complemento Automático”, esta atuar apenas uma vez assim que selecionada – permitindo desta forma a que não sejam gerados complementos em excesso;

- Possibilidade de suprimir ou modificar equipamentos na secção “Armário”, quando se utiliza o método “Esquema”;
- Assim que se seleccione o armário a utilizar surgir a opção de inclusão de portas, fechaduras e pedestal – permitindo que o utilizador inclua os itens necessários a considerar no orçamento;
- Surgir um aviso assim que se escolha um equipamento incompatível com o armário, e não apenas quando seleccionada a secção “Orçamento” – seja por motivos de dimensão do mesmo ou de incompatibilidade com o barramento necessário, por exemplo.

6 Conclusão

6.1 Conclusões gerais

O presente trabalho aborda os métodos de orçamentação e as técnicas que podem ser utilizadas nesse processo tendo em conta os conceitos de seletividade e de filiação na proteção de instalações elétricas. Assim, o processo de orçamentação inicia-se com a análise e avaliação de projetos e a respetiva apresentação e sugestão de outras possíveis soluções aplicáveis no projeto. Estas sugestões podem incluir a implementação de critérios de seletividade e filiação, que satisfaçam tanto em termos técnicos como económicos o cliente e a empresa, o que se demonstra essencial para a viabilização de projetos e para a competitividade no mercado.

A seletividade e a filiação são ferramentas importantes na orçamentação, pois permitem a escolha dos equipamentos mais adequados para cada projeto, contribuindo para a otimização, eficiência e economia do mesmo. De forma a orçamentar projetos eficazmente, é necessário considerar os critérios de adjudicação e o custo alvo, que procuram assegurar o retorno financeiro da obra sem comprometer o futuro da atividade. De notar a importância de incluir uma margem no orçamento para contingências, ou seja, para eventos imprevistos que possam surgir durante a execução da obra. Em conclusão, a orçamentação, a seletividade e a filiação são processos fundamentais para a viabilização de projetos e para a competitividade no mercado. A inclusão destas técnicas de orçamentação contribui para a otimização do projeto, bem como a consideração dos critérios de adjudicação e do custo alvo revelam um papel imprescindível para orçamentar projetos de forma eficiente e apresentar propostas competitivas aos clientes.

Como demonstrado, existem diversas formas de se proceder à realização de um orçamento, recorrendo-se para isso a *softwares* como o *AutoCAD* e o *Hagercad*. Estas ferramentas informáticas, apesar de terem modos de funcionamento distintos, não prescindem do recurso aos catálogos disponíveis por parte do profissional. Tendo-se por base as desvantagens e vantagens de cada *software* deve ter-se um pensamento crítico nos aspetos técnicos dos

equipamentos a utilizar e que ofereçam uma resposta mais cuidada ao propósito manifestado pelo cliente. Ressalvando-se que o fator preço apresentado em cada solução, por si só, não constitui um fator decisivo e imperativo na atribuição da escolha de maior viabilidade de orçamento em *Schneider Electric* ou *Hager*.

6.2 Contributos da Candidata

A presente dissertação foi elaborada com base não apenas na documentação técnica e normativa disponíveis associadas às marcas referenciadas - a *Schneider Electric* e a *Hager* - como também incorpora o conhecimento técnico transmitido pelos profissionais da empresa Prismapor – Produtos Elétricos, Lda.

Os conhecimentos adquiridos no decorrer da realização do Caso de Estudo apresentado - como: a familiarização com os equipamentos (características, dimensão, acessórios e auxiliares, por exemplo), a realização do *layout* com base nas ferramentas disponíveis (consulta de catálogos, normas, *softwares Hagercad* e *AutoCAD*), aplicação de técnicas de coordenação e de seletividade, por fim, concretização do orçamento (com recurso ao *Gecob*) - permitiram um domínio do real processo de concretização de orçamentos.

Assim, este documento aborda tecnicamente os conceitos inerentes às preocupações diárias da realização de orçamentos, consoante as características do projeto fornecido pelos clientes e as necessidades exprimidas pelos mesmos, de forma a que a solução apresentada preencha os respetivos requisitos. Esta dissertação explora, ainda, as ferramentas informáticas utilizadas, apresentando-se uma descrição numerada das etapas a seguir para utilização das mesmas. Desta forma, permite-se um melhor entendimento das mesmas e uma perceção dos passos a executar para a concretização de *layouts* e orçamentos.

6.3 Componente Académica

No que diz respeito ao parâmetro da componente académica, é importante referir que todas as unidades curriculares abordadas ao longo da licenciatura de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores (LEEC) e do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia (MEE-SEE) foram relevantes para o desenvolvimento de estratégias de aprendizagem e, ainda, potencializaram a escolha deste projeto. Em continuidade, a unidade curricular que se destaca por possuir o conteúdo mais direcionado ao tema da presente dissertação é Instalações Elétricas Especiais (INELE).

6.4 Perspetivas de trabalho futuro

Ao longo da realização deste projeto foi desenvolvida uma motivação de aprendizagem autónoma movida pela vontade de adquirir conhecimentos na área de eletricidade, nomeadamente em QE e no processo de orçamentação.

Desta forma, possibilitou-se a interligação com os conceitos aprendidos ao longo da Licenciatura de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores e do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Eléctricos de Energia. Assim como perspetivas futuras, propõem-se outros conceitos e matérias relacionadas e não abordadas neste projeto como:

- Realização de orçamentos com esquema de ligação à terra IT;
- Aplicação de técnicas de seletividade e coordenação em esquema de ligação à terra IT;
- Avaliação técnica e comparativa dos equipamentos de cada marca de forma a providenciar uma solução o mais semelhante possível;
- Acompanhamento em fase de obra do orçamento realizado, com o intuito de se obter uma visão real do processo em fase de obra e tomar as providencias necessárias em fase de orçamentação, otimizando-se assim o processo.

Referências Bibliográficas

- [1] “Prismapor - Home.” <https://www.prismapor.pt/pt> (accessed Jun. 09, 2022).
- [2] “AutoCAD Web App - Sign In | Online CAD Editor & Viewer | Autodesk.” <https://web.autocad.com/login> (accessed Dec. 28, 2023).
- [3] “Gecob - Gestão e Controlo de Obras - Software para Orçamentação e Gestão de Obras.” <https://gecob.negocio.site/> (accessed Dec. 28, 2023).
- [4] Hager, “Catálogo Hager,” p. 1044, 2017, [Online]. Available: www.hager.pt.
- [5] Manuel Alberto Ramos Mações, *Gestão Financeira, Orçamentação e Controlo*. Actual Editora, 2017.
- [6] José Alberto Magalhães, *Contabilidade Analítica e Gestão Orçamental*. 2023.
- [7] V. S. Franco, A. I. Morais, Á. V. de Oliveira, M. J. M. Rogério, M. A. de Jesus, and B. de J. Oliveira, *Temas de Contabilidade de Gestão – Gestão Orçamental*, 3a. Livros Horizonte, 2012.
- [8] “IEC 61439-1:2020 RVL: Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 1: General rules.” .
- [9] “IEC 61439-2:2020: Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies.” .
- [10] “PORTARIA N.o 949-A/2006 DE 11 DE SETEMBRO Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão .”
- [11] IPQ, “Instituto Português da Qualidade,” Apr. . <http://www1.ipq.pt/PT/Pages/Homepage.aspx> (accessed Jun. 10, 2022).
- [12] L. M. Vilela Pinto, *MGCALC 1&2*, 2a Edição. 1996.
- [13] J. B. de Carvalho, “Proteção e Coordenação da Proteção (Unidade Curricular de Instalações Eléctricas Especiais),” 2023.
- [14] A. A. A. Gomes, *Instalações Eléctricas de Baixa Tensão - Canalizações Eléctricas*. PUBLINDUSTRIA, 2015.
- [15] S. R. e A. S. António Gomes, *Instalações Eléctricas de Baixa Tensão Aparelhagem de proteção, comando e seccionamento*. Engebook, 2018.
- [16] J. Eduardo Neves dos Santos e António Gomes, *Guia Profissional de Engenharia Eletrotécnica*, 1a. Engebook, 2022.
- [17] João Mamede Filho, “Proteção e coordenação Capítulo 10,” in *Instalações Eléctricas Industriais*, 7a., LTC Editora, 2007, p. 914.
- [18] A. Gomes, H. R. Da, S. José, and B. Carvalho, *INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO DIMENSIONAMENTO E PROTEÇÃO DE CANALIZAÇÕES ELÉTRICAS*, 2a. Engebook, 2019.
- [19] Schneider Electric, “Catálogo do instalador,” 2018. www.schneider-electric.pt.
- [20] S. Electric, “Programa de Formação Técnica Continuada - Seletividade e Continuidade de Serviço.” <https://www.yumpu.com/pt/document/view/13296934/programa-de-formacao-tecnica-continuada-schneider-electric>.
- [21] Sidnei Castro and S. Electric, “Proteção e Seletividade,” 2009.
- [22] S. E. Claudio S. Mardegan, *Proteção e Seletividade em sistemas eléctricos industriais*, 1a. Atitude Editorial, 2012.
- [23] Hilário Dias Nogueira, *ABC das Regras Técnicas Das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão*. Engebook, 2019.
- [24] “Manual e Catálogo do Eletricista - Schneider Electric.” <https://www.yumpu.com/pt/document/read/12563706/manual-e-catalogo-do-eletricista-schneider-electric> (accessed Nov. 23, 2023).
- [25] Fernando Miguel Lopes Oliveira, “Filiação de disjuntores – aspecto técnico, económico e compatibilização entre as marcas,” FEUP, 2010.
- [26] S. Electric, *Catálogo Schneider Electric, Edição 2023/2024*. 2024.
- [27] Schneider Electric, “Guia técnico sobretensões,” Schneider Electr., p. 16, 2017, [Online]. Available: schneider-electric.com.
- [28] “Schneider Electric Portugal | Energia e Automação.” <https://www.se.com/pt/pt/> (accessed May 18, 2024).

- [29] S. Electric, "Informação técnica Coordenacao iIDs," Schneider Electr., p. 17, 2019.
- [30] Schneider Electric, "Informação técnica-Selectivity-Cascading," Schneider Electr., p. 320, 2019, [Online]. Available: www.schneider-electric.com.
- [31] "Electrical calculation tools | Schneider Electric." <https://www.se.com/il/en/product-range/61553-electrical-calculation-tools/#overview> (accessed May 18, 2024).
- [32] "Hager|Distribuição de Energia,Calhas Técnicas e Automatismos." <https://hager.com/pt> (accessed May 26, 2024).
- [33] Hager, "Tabela de preços Janeiro 2024," p. 221, 2024, [Online]. Available: www.hager.pt.
- [34] "Descarregador de sobretensões V20, 3 pólos + NPE 280 V 3+N/PE | 280 | IP20 | OBO." <https://www.obo.pt/produtos/descarregador-de-sobretensoes-v20-3-polos-npe-280-v-3-n-pe-280-ip20-5095253.html> (accessed May 26, 2024).

Anexo 1

PROPOSTA Nº _____	DATA: _____
CLIENTE: _____	
CONTACTO: _____	
DESIGNAÇÃO DA OBRA: _____	

TIPO DE OBRA			
QE <input type="checkbox"/>	MT <input type="checkbox"/>	UPS <input type="checkbox"/>	F.MAT <input type="checkbox"/>

DESC. SUPLEMENTAR: _____
NOME: _____

MÃO DE OBRA			
PREÇO TABELA: <input type="checkbox"/> X 0.8 <input type="checkbox"/>	PREÇO EMPREITADA: <input type="checkbox"/>		
DESVALORIZAÇÃO 15% <input type="checkbox"/> 32% <input type="checkbox"/>	DESVALORIZAÇÃO 15% <input type="checkbox"/> 32% <input type="checkbox"/> 45,6% <input type="checkbox"/> 52,4% <input type="checkbox"/>		
PREÇO DO COBRE €/Kg _____			

ADJUDICADO <input type="checkbox"/>	OBRA N.º: _____	DATA: _____
-------------------------------------	-----------------	-------------

OBSERVAÇÕES: _____

ARQUIVADO EM : _____

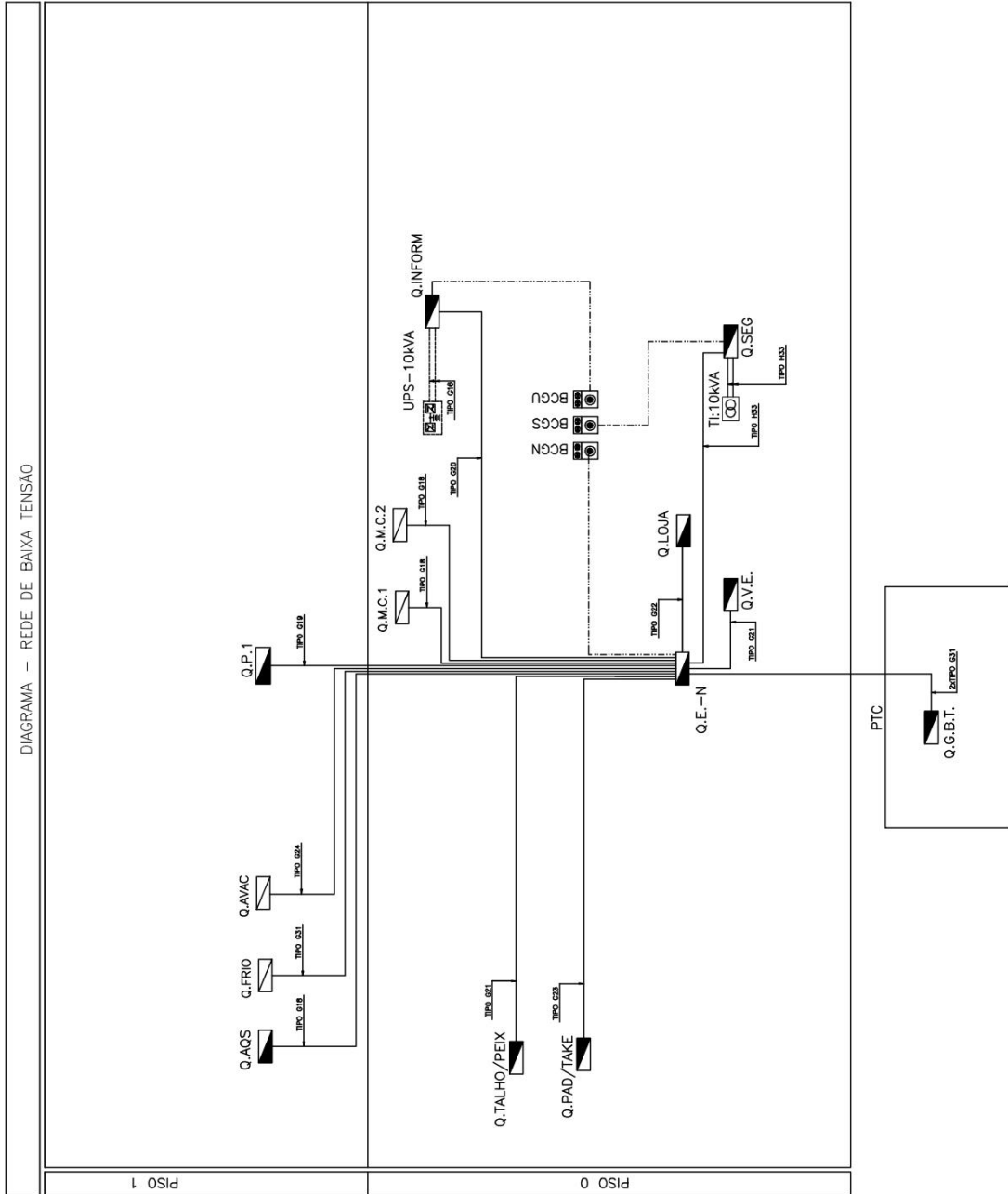
Anexo 2

BALANÇO DE POTÊNCIA/POWER BALANCE

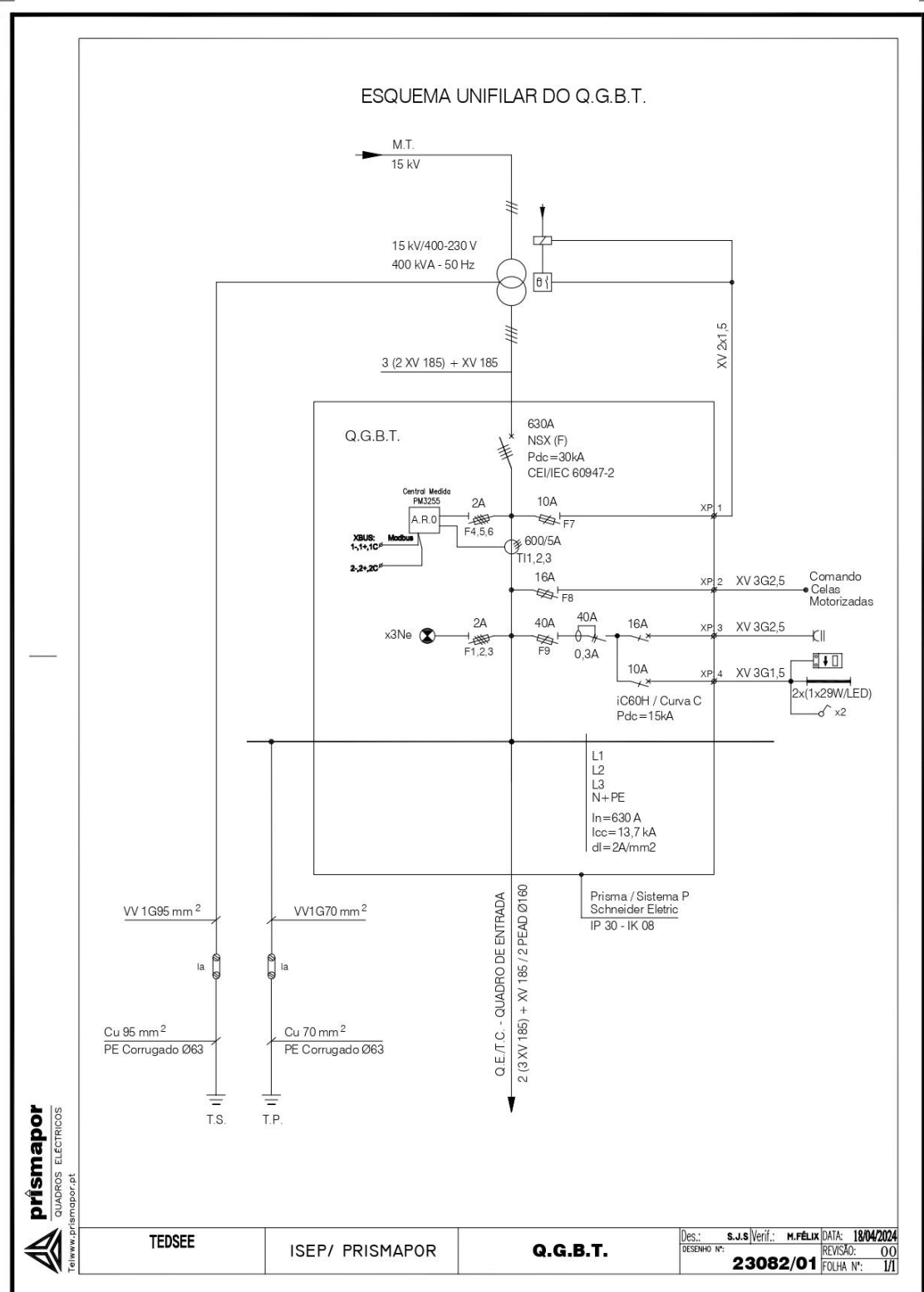
ORIGEM/ORIGIN	DESIGNAÇÃO/DESIGNATION	ÁREA AREA m ²	POT. POT. VAmp	POT. POT. (kVA)	POT. POT. (kVA)	Nº INST.	COEF. SHUNT. (%)	I _b (A)	PROT. TIPO	L ₁ (A)	L ₂ (A)	L ₃ (A)	CANALIZAÇÕES ELECTRICAL CONDUITS	MÉTODO DE REF. DE ACORDO COM REF. NBRM	Factor Correc. Inst.	I _{1,45 Hz} (A)	L (m)	I _{cc} R _{EA} E (kA)	I _{cc} min (kA)	Queda Tensão Voltage Drop Instal (%)	PDC (kA)	
																						DESTINO/DESTINATION
Q.E.	Q.M.C.1	0	0	6,5	6,5	1	1,00	9	D	32	41,6		XGR-5010	E (QUADRO 55-C11)	1,00	66	64,0	1,7	0,6	1,7	10	
Q.E.	Q.M.C.2	0	0	6,5	6,5	1	1,00	9	D	32	41,6		XGR-5010	E (QUADRO 55-C11)	1,00	66	66,0	1,7	0,6	1,7	10	
Q.E.	Q.V.E.	0	0	66,0	66,0	1	1,00	84	C	100	130,0		XGR-3x35+20316	E (QUADRO 55-C11)	1,00	139	202	5,0	11,4	5,3	1,3	16
Q.E.	Q.SEG	0	0	7,5	7,5	1	1,00	32	D	40	52,0		SZ1 (RS 120-K 3G16)	E (QUADRO 55-C11)	1,00	101	147	8,0	9,5	4,6	1,5	16
Q.E.	UPS/O INFORMATICA	0	0	10,0	10,0	1	1,00	14	C	63	81,9		XGR-3x25+20316	E (QUADRO 55-C11)	1,00	112	162	15,0	8,9	3,9	1,3	16
Q.E.	Q.P.1	0	0	18,0	18,0	1	1,00	26	C	50	65,0		XGR-5016	E (QUADRO 55-C11)	1,00	88	128	9,0	1,9	0,7	2,6	6
Q.E.	Q.LOJA	0	0	75,0	75,0	1	1,00	108	D	125	182,5		XGR-3x50+20325	E (QUADRO 55-C11)	1,00	169	245	5,0	11,6	5,5	1,3	16
Q.E.	Q.PADT/PAE	0	0	60,0	60,0	1	1,00	115	D	160	208,0		XGR-3x70+20335	E (QUADRO 55-C11)	1,00	216	314	75,0	6,4	2,3	2,4	10
Q.E.	Q.TALHO/PEIX	0	0	50,0	50,0	1	1,00	72	D	100	130,0		XGR-3x35+20316	E (QUADRO 55-C11)	1,00	139	202	76,0	4,2	1,1	2,7	6
Q.E.	Q.E.A.G.S	0	0	10,4	10,4	1	1,00	15	C	25	32,5		XGR-5010	E (QUADRO 55-C11)	1,00	66	96	100,0	1,1	0,4	2,6	6
Q.E.	Q.FRIO	0	0	188,5	188,5	1	1,00	272	D	320	416,0		XGR-3x185+20385	E (QUADRO 55-C11)	1,00	401	562	100,0	7,6	3,4	2,9	10
Q.E.	Q.AVAC	0	0	128,5	128,5	1	1,00	185	D	200	260,0		XGR-3x65+20350	E (QUADRO 55-C11)	1,00	282	380	100,0	6,3	2,4	3,2	10
QGBT	Q.E.	0	0	0,0	387,5	1	0,60	559	E	630	819,0		2x(XV/R 3x1185+20395)	E (QUADRO 55-C11)	1,00	626	1197	60,0	12,1	5,9	1,2	16
TP	QGBT	0	0	0,0	387,5	1	1,00	559	E	630	819,0		2x(XV/R 3x1185+20395)	E (QUADRO 55-C11)	1,00	626	1197	3,0	10,0	7,5	0,1	16

QUADROS GERAIS E PARCIAS - REDE NORMAL

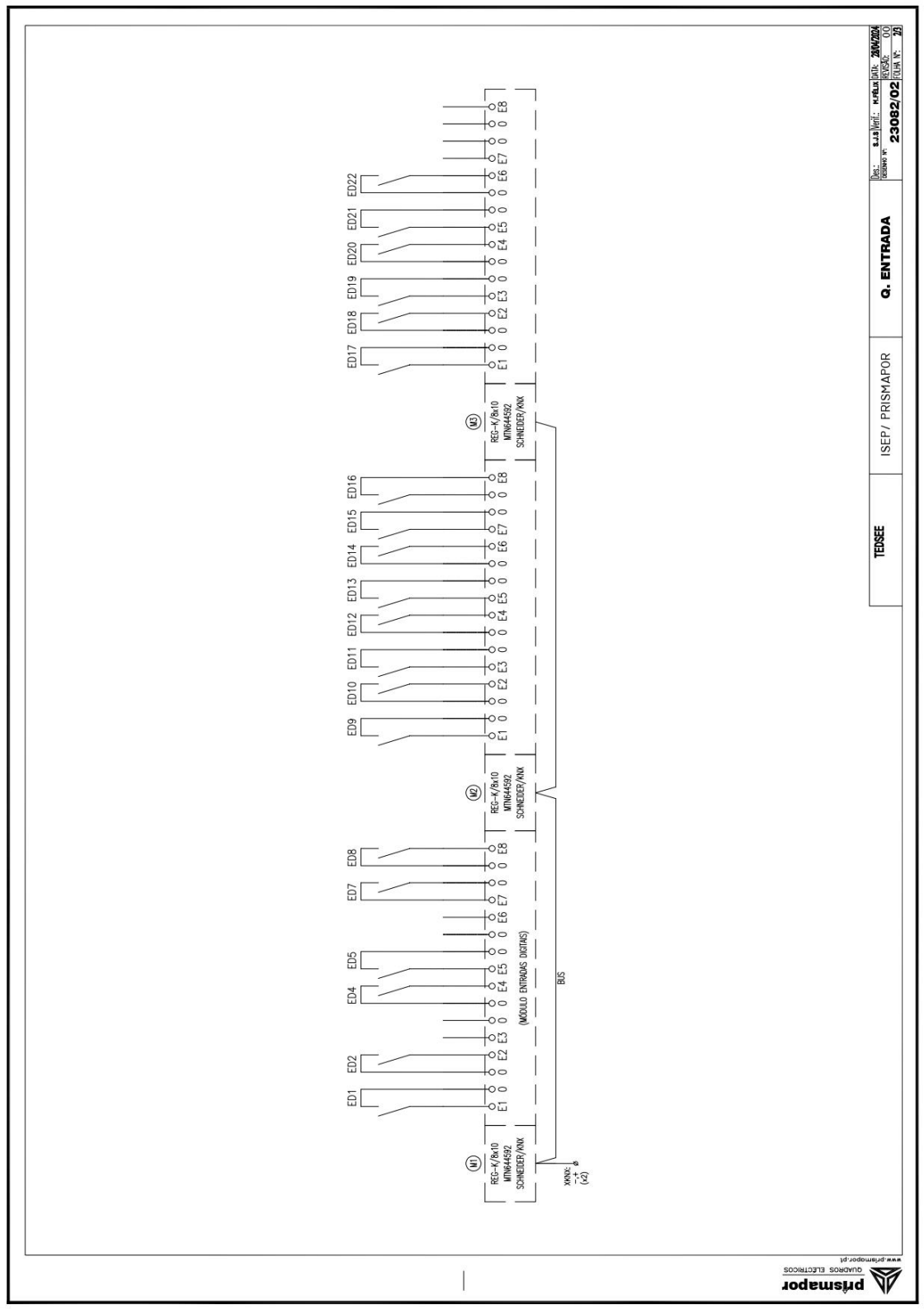
Anexo 3



Anexo 4



Anexo 5.2



Des. E.J.A. / Ref.: H.FELIX / Dato: ZAMORA / No. de Hoja: 01 / Total Hojas: 02 / Fecha: 23/08/02

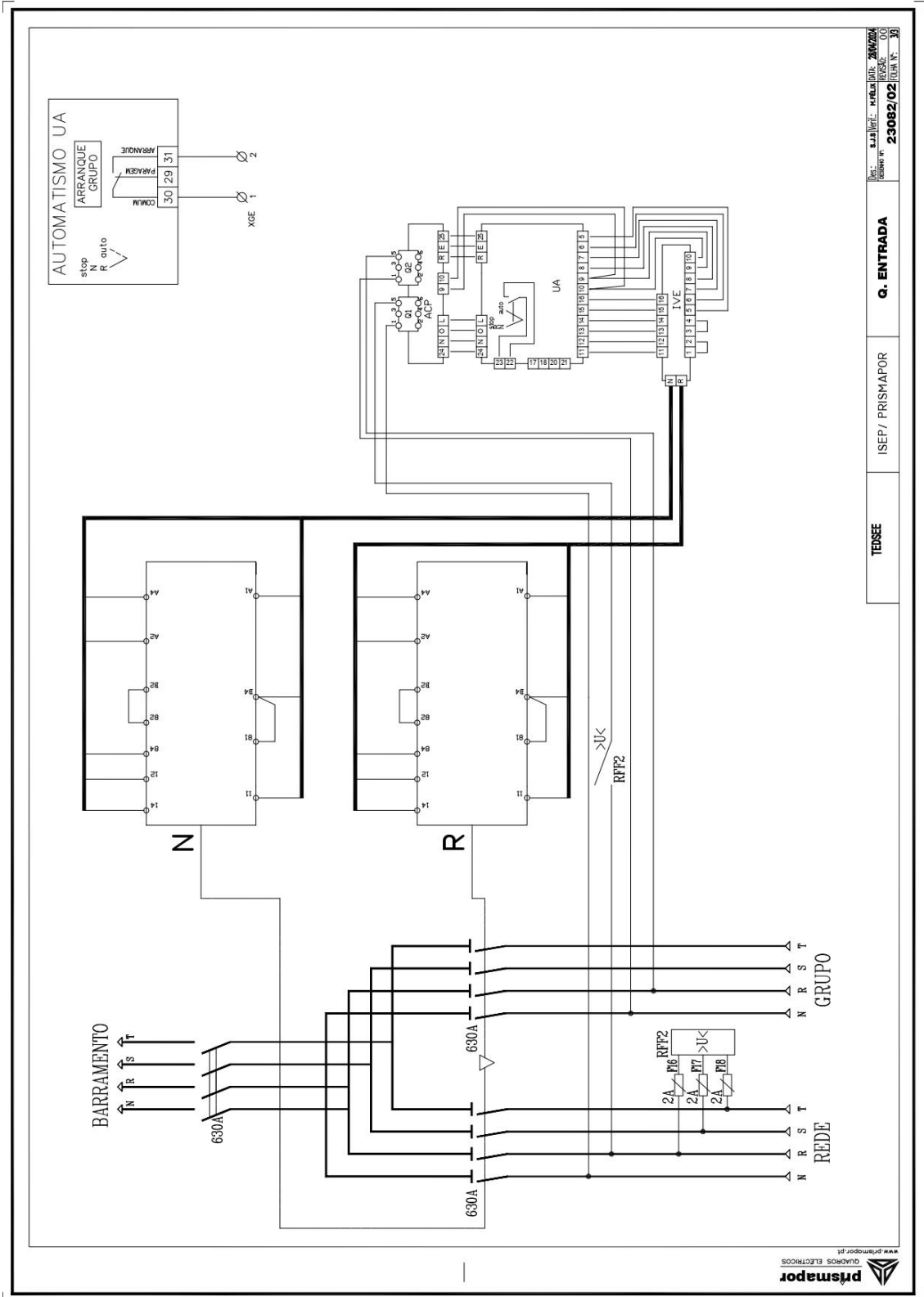
G. ENTRADA

ISEP/ PRISMAPOR

TENSEE



Anexo 5.3



Des.: S.J.A. / Rev.: M.F.A.L. / Data: 20/04/2004
 Projeto N°: 23082/02 / Folha N°: 39

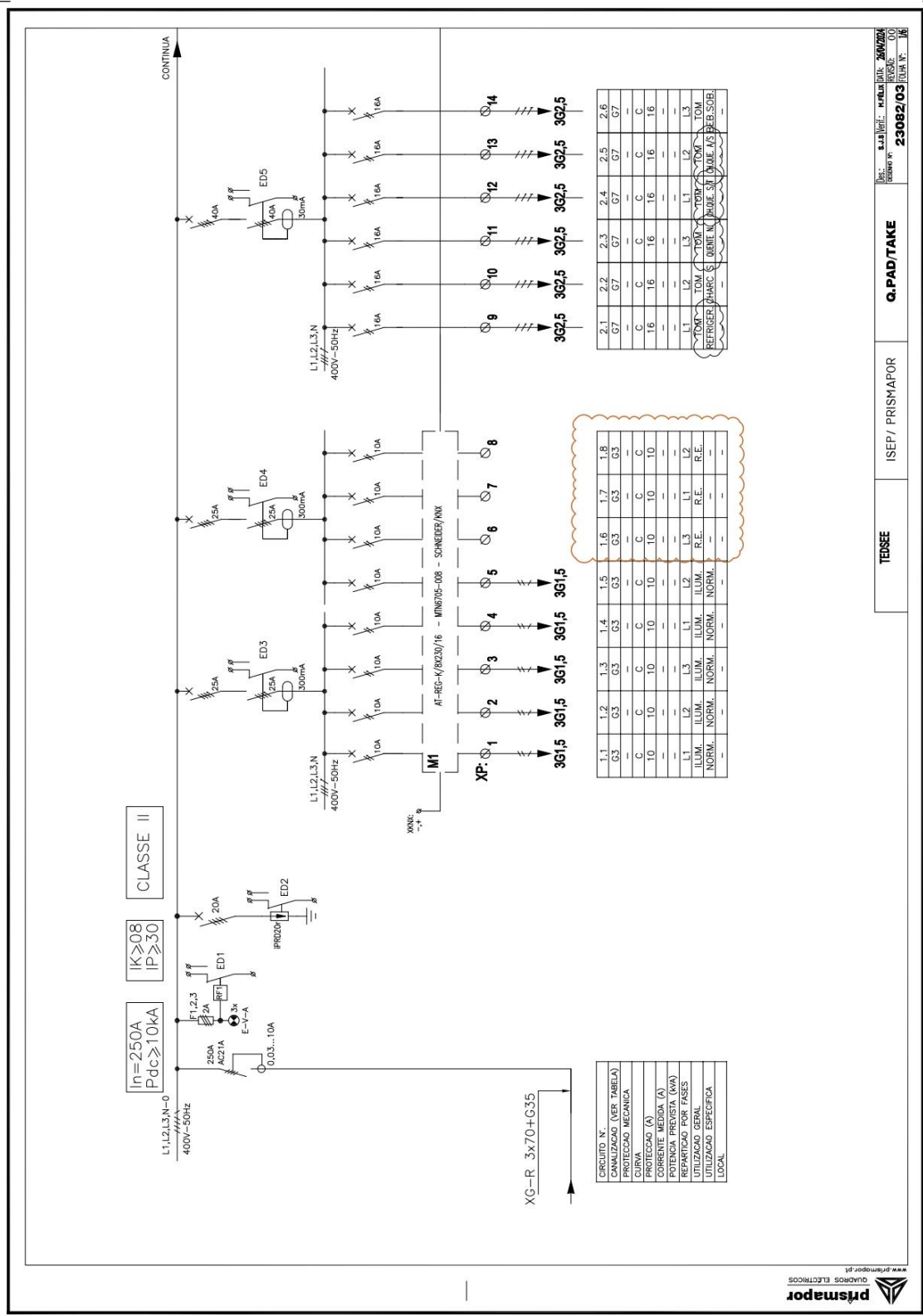
G. ENTRADA

ISEP / PRISMADOR

TEDESE



Anexo 6.1



CIRCUITO N.º

PROTEÇÃO (VER TABELA)
PROTEÇÃO MECÂNICA
CURVA
PROTEÇÃO (A)
CORRENTE MEDIDA (A)
POTÊNCIA PREVISTA (kVA)
REPARAÇÃO POR FASES
UTILIZAÇÃO GERAL
UTILIZAÇÃO ESPECÍFICA
LOCAL

1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
G3	G3	G3	G3	G3	G3	G3	G3
C	C	C	C	C	C	C	C
10	10	10	10	10	10	10	10
-	-	-	-	-	-	-	-
L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2
ILUM.	ILUM.	ILUM.	ILUM.	ILUM.	ILUM.	R.E.	R.E.
NORM.	NORM.	NORM.	NORM.	NORM.	NORM.	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-

2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6
G7	G7	G7	G7	G7	G7
C	C	C	C	C	C
16	16	16	16	16	16
-	-	-	-	-	-
L1	L2	L3	L1	L2	L3
TOM	TOM	TOM	TOM	TOM	TOM
REFRIGER	REFRIGER	REFRIGER	REFRIGER	REFRIGER	REFRIGER
DEBIE N.º	DEBIE N.º	DEBIE N.º	DEBIE N.º	DEBIE N.º	DEBIE N.º
DEBIE N.º	DEBIE N.º	DEBIE N.º	DEBIE N.º	DEBIE N.º	DEBIE N.º
-	-	-	-	-	-



ISEP / PRISMAPOR

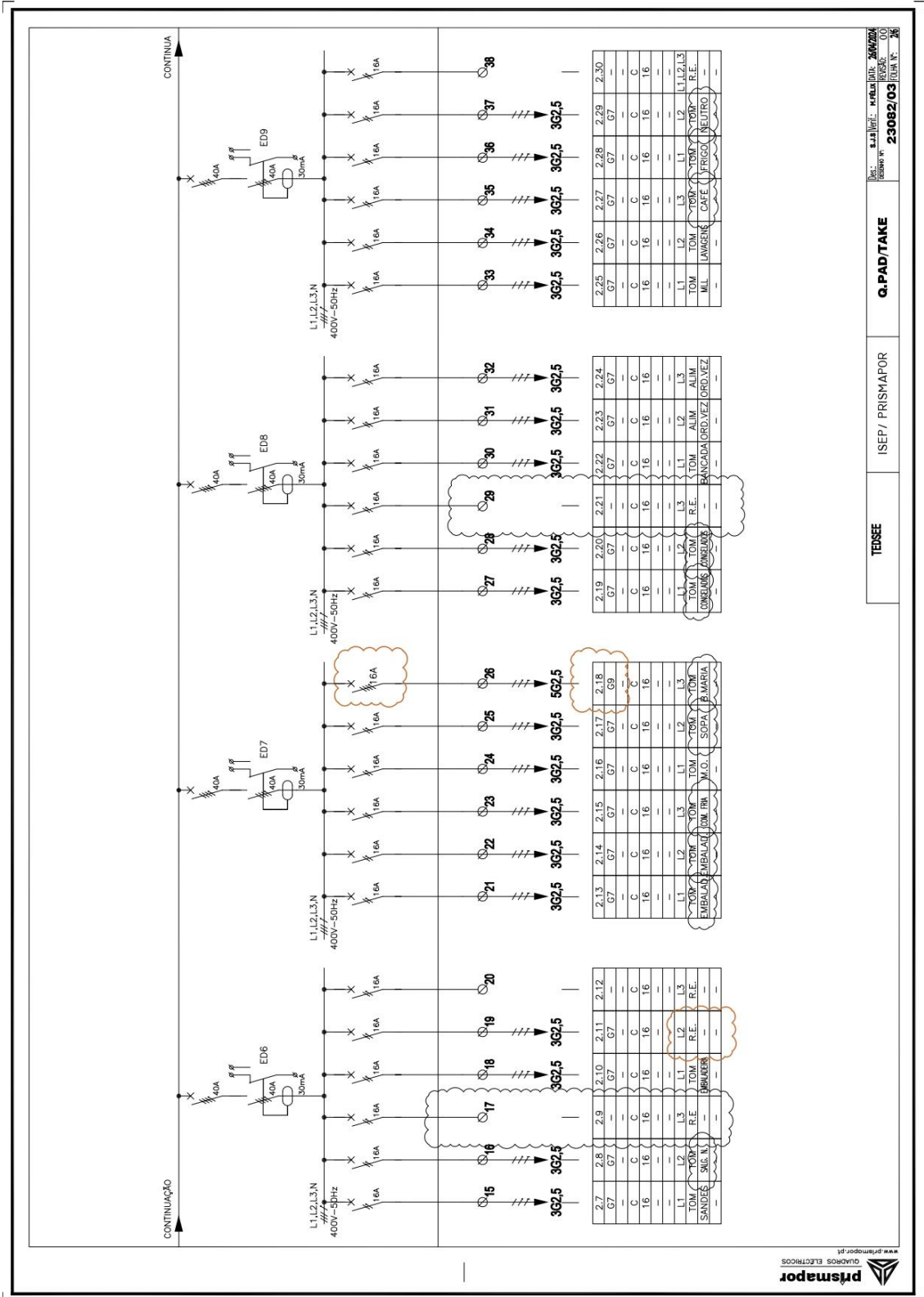
TENSEE

ISEP / PRISMAPOR

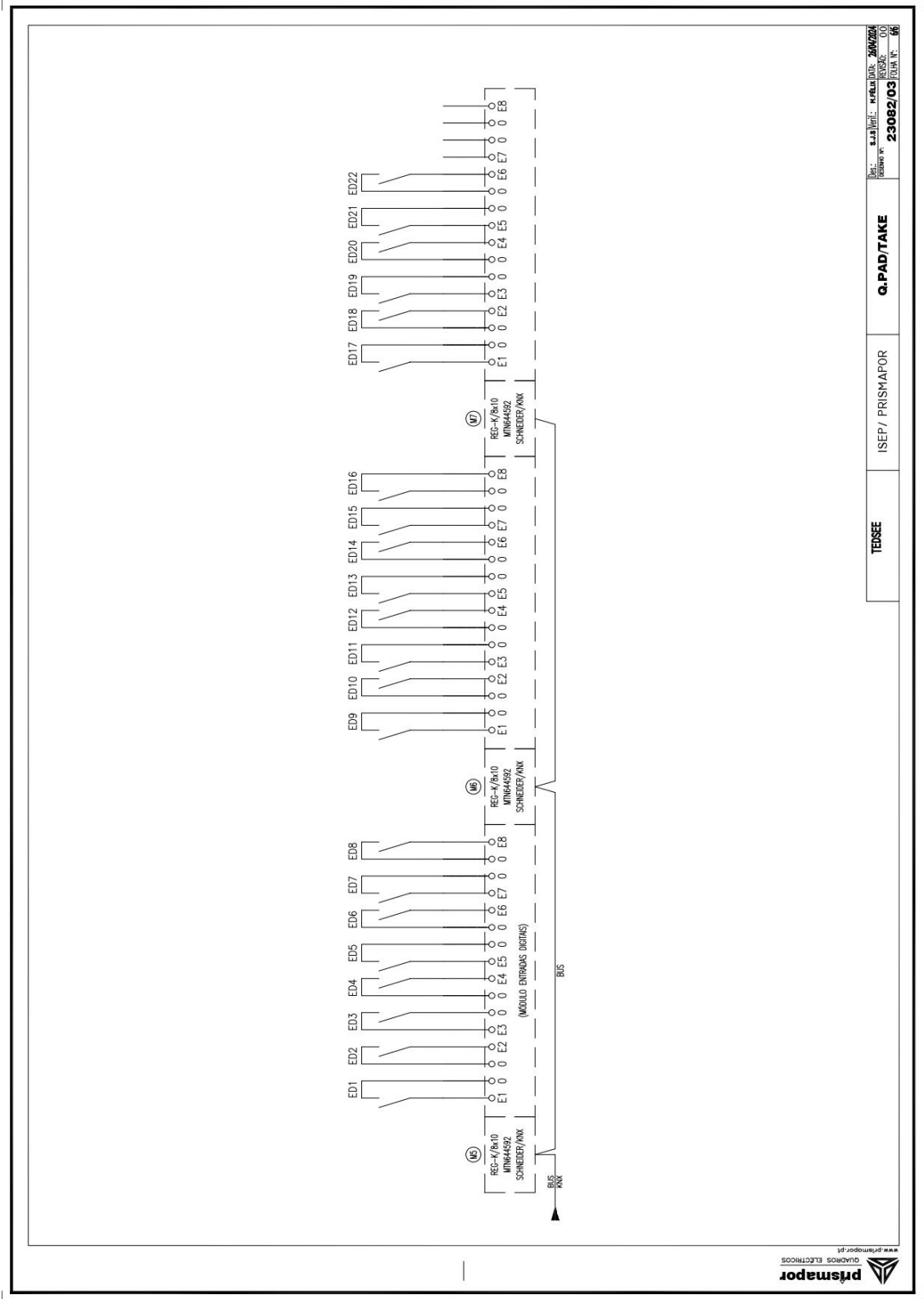
G.PAD/TAKE

23082/03

Anexo 6.2



Anexo 6.6



Des.: S.J.A. / Ver.: M.F.A.L.A. / Dtl.: Z.M.H.Z.M.
 Edición N°: 23082/03 / REVISE: C.O.
 FOLIA N°: 06

G.PAD/TAKE

ISEP / PRISMATOR

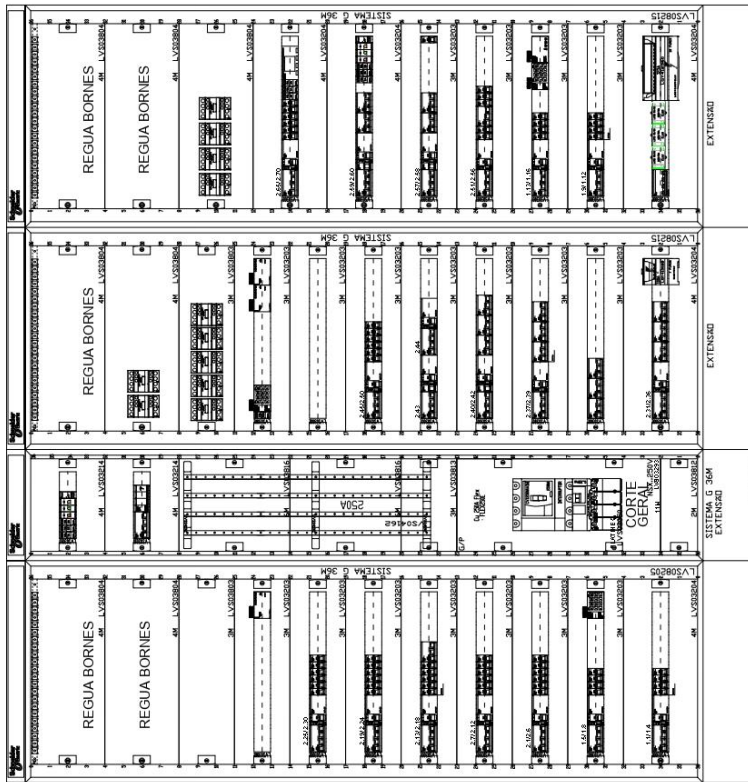
TENSEE



Anexo 7

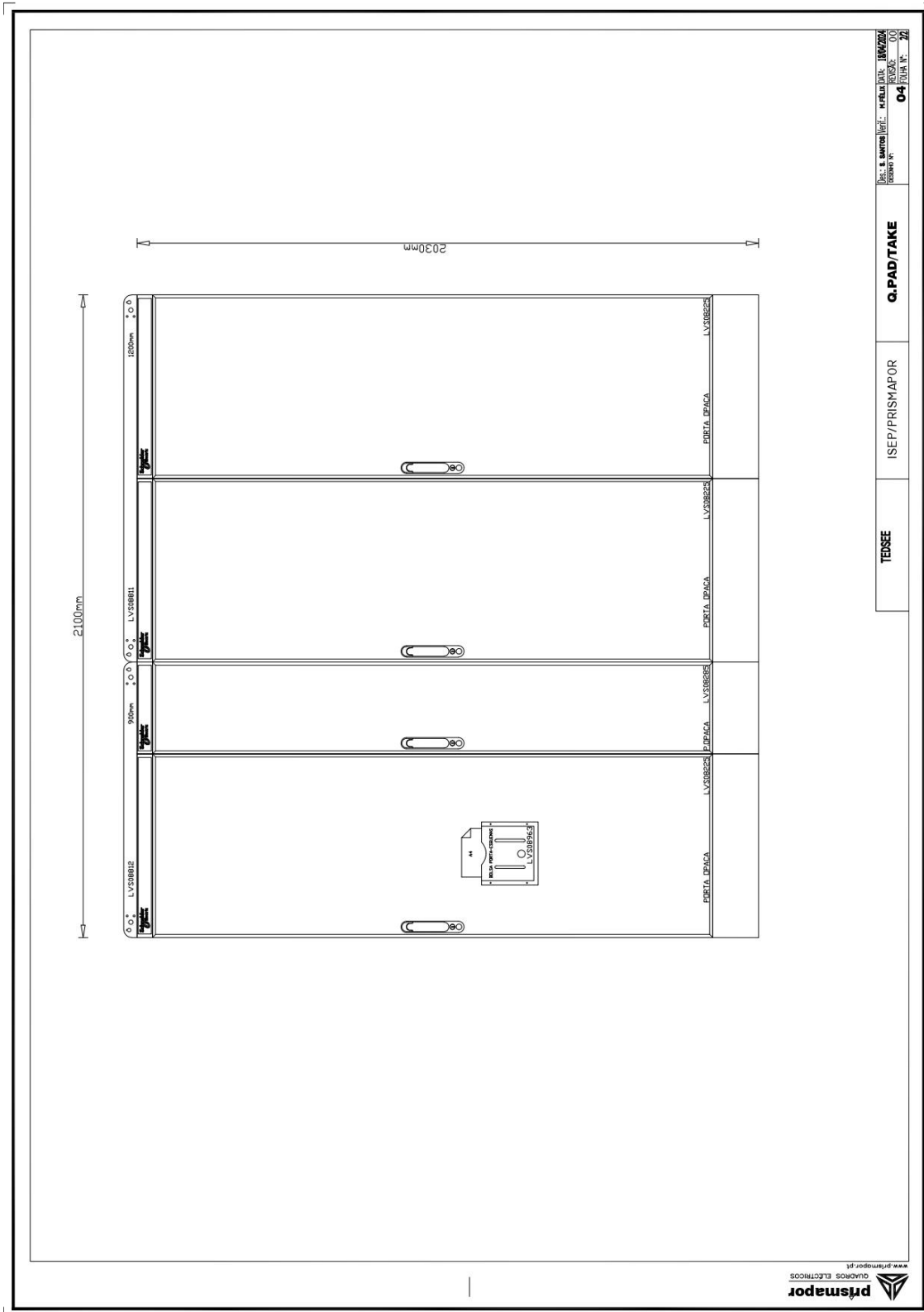
SCHNEIDER	Acabamento	Dimensões(mm)	Fixação	IP	IK	Icc(kA)	Norma CEI	Tensão(V)	In(A)	Cor(Ral)
PrismaSet P	PORTA OPACA	Altura* Largura* Prof 2010*700*450	PAVIMENTO	30	08	25	947-2	231/400	630	9003
TEDSEE		ISEP/PRISMAPOR		Q.G.B.T.			Des.: S. SANTOS Verif.: M. FÉLIX DATA: 18/04/2024 DESENHO N°: 01 REVISÃO: 00 FOLHA N°: 1/1			

Anexo 9.1



SCHNEIDER	Acabamento	Dimensão estm (mm)	Faixa de	IP	IK	IC (pA)	Norma CEI	Tensão (V)	Inf (A)	Conf (L)
Prisma e G	PORTA OPACA	303x310x125	FAVUL	40	10	10	947-2	231-400	250	9003
	TENSEE							Des. e dimensões	Verif.:	04
	ISEP/PRISMAPOR							Q-PAD/TAKE		

Anexo 9.2



Anexo 10.1



Planeamento de Qualidade

As inspeções e ensaios finais a realizar aos quadros eléctricos encontram-se definidos no MOD.14 - Plano de Inspeção e Ensaio
As inspeções e ensaios são realizados de acordo com o definido no referido documento e com o prescrito nas seguintes instruções de controlo de trabalho:

IC01 - Rigidez Dielétrica	IC07- Relação Entre Secções Nominais dos Condutores
IC02 - Ensaio de Isolamento	IC08- Forças de Aperto de Aparelhagem
IC03 - Forças de Aperto	IT02- Execução de Inspeção e Ensaio Finais
IC04 - Normas Internas de Cores dos Condutores	AV 01- Dimensionamento Barramento - Intensidades Máximas
IC05 - Dimensionamento da Secção de Condutores	AV 02 - Dimensionamento Derivações em barra vs Calibre
IC06 - Dimensionamento Barramento vs Intensidade de Corrente	AV 03- Determinação dos IP e IK dos quadros

Requisitos Especiais:

Quadro: 2405034/01 - Q.G.B.T

Dimensões: 2010*700*450 Tipo: PRISMASET P IP: 30 IK: 08 ICC: 25 IEC: 947-2 CL.ISOL: EQ CL II

Qtd.	Código	Descrição
MATERIAL		
1,00	04200E6	COLECTOR PE-600mm, 20 LIGADORES M5 ERICO
1,00	C6342D630	DISPARADOR NSX630 CA 4P4D 630A 2,3
1,00	C63F4	BLOCO CORTE NSX630F 36kA CA 4P 630A
1,00	E18320	SIN. LUMI. VERMELHO 110-230 VAC
1,00	E18321	SIN. LUMI. VERDE 110-230 VAC
1,00	E18324	SIN. LUMI. AMARELO 110-230 VAC
6,00	F02GG38	FUS 2A gG 10.3*38 LF302G HAGER
1,00	F10GG38	FUS 10A gG 10.3*38 LF310G HAGER
1,00	F16GG38	FUS 16A gG 10.3*38 LF316G HAGER
1,00	F40GG51	FUSIVEL 40A gG 14*51 LF440G HAGER
1,00	F94110	iC60L 1P 10A C
1,00	F94116	iC60L 1P 16A C
1,00	FLEX630E	BARRA FLEX. 8*32*1 ERICO 534028
1,00	GSB150	PORTA FUSIVEL SBI 1P 14x51 690 VAC
2,00	LV429258	4 terminais CU 185mm ² + separ. de fases
2,00	LVS03204	Espelho G/P ap. Modular 4M
1,00	LVS03275	Espelho G/P CVS630 V. Rotativo/Tele
2,00	LVS03401	Platina P aparelhagem Modular L650
2,00	LVS03402	Platina P ap. Modular regulavel L650
1,00	LVS03461	Platina P 2NSX-CVS630/INS630 Vert.
1,00	LVS03803	Espelho G/P opaco 3M
1,00	LVS03804	Espelho G/P opaco 4M
2,00	LVS03806	Espelho G/P opaco 6M
2,00	LVS04664	Linergy BS Suporte JdB Fixo 5-10mm HZ.
1,00	LVS08406	Estrutura PrismaSeT P L650 P400
1,00	LVS08436	Tecto PrismaSeT P IP30 L650 P400
1,00	LVS08516	Porta opaca PrismaSeT P IP30 L650
1,00	LVS08566	Moldura sup. espelhos basculante L650
1,00	LVS08642	Cobertura marca SE, PrismaSeT P 650mm
1,00	LVS08736	Painel fundo P IP30 L650
1,00	LVS08750	2 Painéis laterais P IP30 P400
1,00	LVS08963	Bolsa porta-esquemas DIN A4 RAL 9003

Anexo 10.2



Planeamento de Qualidade

Qtd.	Código	Descrição
8,00	N15636	SEC. FUS. STI 1P (10,3x38) S/SIN 500V
1,00	PM3255	CENTRAL DE MEDIDA PM3255 - modbus+DI/DO
1,00	R44240	iID 2P 40A 300MA AC
3,00	TI600-L	LCTB 62/40(40) 600/5A 5VA CL.0,5 LUMEL
1,00		*** Artigos não diferenciados ***
		MÃO DE OBRA
1.200,00		Mão de Obra Não Diferenciada
		DIVERSOS
645,00		Total Diversos
		COBRE
100,00		Total Cobre

Anexo 11.1



Planeamento de Qualidade

As inspeções e ensaios finais a realizar aos quadros eléctricos encontram-se definidos no MOD.14 - Plano de Inspeção e Ensaio
As inspeções e ensaios são realizados de acordo com o definido no referido documento e com o prescrito nas seguintes instruções de controlo de trabalho:

IC01 - Rigidez Dielétrica	IC07- Relação Entre Secções Nominais dos Condutores
IC02 - Ensaio de Isolamento	IC08- Forças de Aperto de Aparelhagem
IC03 - Forças de Aperto	IT02- Execução de Inspeção e Ensaio Finais
IC04 - Normas Internas de Cores dos Condutores	AV 01- Dimensionamento Barramento - Intensidades Máximas
IC05 - Dimensionamento da Secção de Condutores	AV 02 - Dimensionamento Derivações em barra vs Calibre
IC06 - Dimensionamento Barramento vs Intensidade de Corrente	AV 03- Determinação dos IP e IK dos quadros

Requisitos Especiais:

Quadro: 2405034/02 - Q.E

Dimensões: 2010*2700*440 Tipo: PRISMASET P IP: 55 IK: 10 ICC: 16 IEC: 947-2 CL.ISOL: EQ CL II

Qtd.	Código	Descrição
		MATERIAL
1,00	16332	DESC. SOBRET. 3P+N PRD1 25r TIPO 1+2
1,00	29368	CABO DE LIGAÇÕES (IVA/AUTOMATISMO)
21,00	29450	1 CONT. AUX OF/SD/SDE/SDV PARA NS / INS
1,00	29472	ACP+AUT. UA 220/240VCA 50/60HZ
1,00	32610	PLAT. ENCRA.MEC.+ELECT.2 DIJ. (NS400/630
3,00	A26904	CONTACTO AUXILIAR IOF
1,00	C103TM040	DISPARADOR NSX100 CA 3P3D 40A TMD
2,00	C1042D100	DISPARADOR NSX100 CA 4P4D 100A 2,2
2,00	C104TM032	DISPARADOR NSX100 CA 4P4D 32A TMD
1,00	C104TM050	DISPARADOR NSX100 CA 4P4D 50A TMD
1,00	C104TM100	DISPARADOR NSX100 CA 4P4D 100A TMD
1,00	C10B3	BLOCO CORTE NSX100B 25kA CA 3P 100A
6,00	C10B4	BLOCO CORTE NSX100B 25kA CA 4P 100A
1,00	C1632D160	DISPARADOR NSX160 CA 3P3D 160A 2,2
3,00	C1642D160	DISPARADOR NSX160 CA 4P4D 160A 2,2
1,00	C16B3	BLOCO CORTE NSX160B 25kA CA 3P 160A
3,00	C16B4	BLOCO CORTE NSX160B 25kA CA 4P 160A
1,00	C2542D250	DISPARADOR NSX250 CA 4P4D 250A 2,2
1,00	C25B4	BLOCO CORTE NSX250B 25kA CA 4P 250A
1,00	C4042D400	DISPARADOR NSX400 CA 4P4D 400A 2,3
1,00	C40F4	BLOCO CORTE NSX400F 36kA CA 4P 400A
3,00	C634630S	INTERRUPTOR NSX630NA CA 4P4D 630A
2,00	CVS630NAVIGI	EASYPACTCSV630 NA + VIGI MH
1,00	DPA51CM44	R.S.F. U 208-480VAC C.GAV. AUX. 230V
1,00	E18320	SIN. LUMI. VERMELHO 110-230 VAC
1,00	E18321	SIN. LUMI. VERDE 110-230 VAC
1,00	E18324	SIN. LUMI. AMARELO 110-230 VAC
19,00	F02GG38	FUS 2A gG 10.3*38 LF302G HAGER
1,00	F94206	iC60L 2P 6A C
1,00	F94225	iC60L 2P 25A C
1,00	F94425	iC60L 4P 25A C
1,00	FLEX400E	BARRA FLEX. 5*32*1 ERICO 534026

Anexo 11.2



Planeamento de Qualidade

Qtd.	Código	Descrição
2,00	FLEX630E	BARRA FLEX. 8*32*1 ERICO 534028
1,00	LV429387	Bobina MX 220-240V 50/60Hz 208-277V 60Hz
2,00	LV432520	Percutor pré-disparo (NSX400/630)
2,00	LV432594	1 tapa bornes longo 4P (NSX400/630 INV/I
1,00	LV432620	ACESSORIO LIGACAO P/ INS320/630A 4P
2,00	LV432641	Telecomando MT400/630 220-240V 50/60HZ 2
1,00	LVS03050	Platina G PL NSX-INS-CVS250 Vert.Fixo
3,00	LVS03203	Espelho G/P ap. Modular 3M
2,00	LVS03204	Espelho G/P ap. Modular 4M
2,00	LVS03213	Espelho G/P ap. Modular 3M L250
2,00	LVS03214	Espelho G/P ap. Modular 4M L250
4,00	LVS03243	Espelho G/P 3 NSX-CVS250 Vert.
1,00	LVS03249	Obturador NSX250
1,00	LVS03275	Espelho G/P CVS630 V. Rotativo/Tele
5,00	LVS03401	Platina P aparelhagem Modular L650
4,00	LVS03402	Platina P ap. Modular regulavel L650
6,00	LVS03404	Platina P ap. Modular regulavel L400
4,00	LVS03420	Platina P 3NSX-INS-CVS250 Vert. Fixo
2,00	LVS03461	Platina P 2NSX-CVS630/INS630 Vert.
2,00	LVS03596	Adaptador P sistema Prisma G L250
1,00	LVS03663	Espelho P 2 NSX630 Vert. Man/Rota/Tele
1,00	LVS03666	Espelho P 2 NSX630 Vigi V.Man/Rot/Tele
4,00	LVS03802	Espelho G/P opaco 2M
5,00	LVS03803	Espelho G/P opaco 3M
1,00	LVS03805	Espelho G/P opaco 5M
1,00	LVS03806	Espelho G/P opaco 6M
1,00	LVS03808	Espelho G/P opaco 12M
1,00	LVS03811	Espelho G/P opaco 1M L250
1,00	LVS03813	Espelho G/P opaco 3M L250
2,00	LVS03814	Espelho G/P opaco 4M L250
2,00	LVS03815	Espelho G/P opaco 5M L250
8,00	LVS04502	Linergy LGY Barra 630A C=1,67m
4,00	LVS04651	Linergy LGY Suporte Fixo Vert. lateral
3,00	LVS04664	Linergy BS Suporte JdB Fixo 5-10mm HZ.
7,00	LVS04766	Linergy LGY 20 parafusos M8 C=23
1,00	LVS08404	Estrutura PrismaSeT P L400 P400
1,00	LVS08406	Estrutura PrismaSeT P L650 P400
2,00	LVS08407	Estrutura PrismaSeT P L650+150 P400
1,00	LVS08434	Tecto PrismaSeT P IP30 L400 P400
1,00	LVS08436	Tecto PrismaSeT P IP30 L650 P400
2,00	LVS08438	Tecto PrismaSeT P IP30 L800 P400
1,00	LVS08524	Porta opaca PrismaSeT P IP55 L400
1,00	LVS08526	Porta opaca PrismaSeT P IP55 L650
2,00	LVS08528	Porta opaca PrismaSeT P IP55 L800
1,00	LVS08564	Moldura sup. espelhos basculante L400
3,00	LVS08566	Moldura sup. espelhos basculante L650
1,00	LVS08641	Cobertura marca SE,PrismaSeT P 400mm
1,00	LVS08642	Cobertura marca SE,PrismaSeT P 650mm
2,00	LVS08643	Cobertura marca SE,PrismaSeT P 800mm
1,00	LVS08734	Painel fundo P IP30 L400
1,00	LVS08736	Painel fundo P IP30 L650
2,00	LVS08738	Painel fundo P IP30 L800
1,00	LVS08750	2 Paineis laterais P IP30 P400
1,00	LVS08963	Bolsa porta-esquemas DIN A4 RAL 9003

Anexo 11.3



Planeamento de Qualidade

Qtd.	Código	Descrição
1,00	MEM2155	CONT. ENER/MONO/DIR.63A/MODBUS + MID
11,00	MEM3255	CONT.ENER/MULTITARIF/CL0.5S/MID/MODBUS
19,00	N15636	SEC. FUS. STI 1P (10,3x38) S/SIN 500V
1,00	PM3255	CENTRAL DE MEDIDA PM3255 - modbus+DI/DO
1,00	RM17TE00	RELE SEQ.FASES+FALTA+DESEQ+DIF.MIN/MAX
3,00	TI100-L	LCTB 50/30(30) 100/5A 5VA CL.0,5 LUMEL
3,00	TI150-L	LCTB 50/30(30) 150/5A 5VA CL.0,5 LUMEL
6,00	TI200-L	LCTB 50/30(30) 200/5A 5VA CL.0,5 LUMEL
3,00	TI250-L	LCTB 50/30(30) 250/5A 5VA CL.0,5 LUMEL
3,00	TI400-L	LCTB 62/40(40) 400/5A 5VA CL.0,5 LUMEL
10,00	TI50-L	LCTB 45/21(40) 50/5A 1VA CL. 1 LUMEL
4,00	TI600-L	LCTB 62/40(40) 600/5A 5VA CL.0,5 LUMEL
3,00	TI75-L	LCTB 50/30(30) 75/5A 5VA CL.1 LUMEL
4,00		*** Artigos não diferenciados ***
		MÃO DE OBRA
3.985,00		Mão de Obra Não Diferenciada
		DIVERSOS
2.185,00		Total Diversos
		COBRE
150,00		Total Cobre

Anexo 12.1



Planeamento de Qualidade

As inspeções e ensaios finais a realizar aos quadros eléctricos encontram-se definidos no MOD.14 - Plano de Inspeção e Ensaio
As inspeções e ensaios são realizados de acordo com o definido no referido documento e com o prescrito nas seguintes instruções de controlo de trabalho:

IC01 - Rigidez Dielétrica	IC07- Relação Entre Secções Nominais dos Condutores
IC02 - Ensaio de Isolamento	IC08- Forças de Aperto de Aparelhagem
IC03 - Forças de Aperto	IT02- Execução de Inspeção e Ensaio Finais
IC04 - Normas Internas de Cores dos Condutores	AV 01- Dimensionamento Barramento - Intensidades Máximas
IC05 - Dimensionamento da Secção de Condutores	AV 02 - Dimensionamento Derivações em barra vs Calibre
IC06 - Dimensionamento Barramento vs Intensidade de Corrente	AV 03- Determinação dos IP e IK dos quadros

Requisitos Especiais:

Quadro: 2405034/03 - Q PAD/TAKE

Dimensões: 2030*2100*250 Tipo: PRISMASET G IP: 40 IK: 10 ICC: 10 IEC: 947-2 CL.ISOL: EQ CL II

Qtd.	Código	Descrição
MATERIAL		
3,00	04200E6	COLECTOR PE-600mm, 20 LIGADORES M5 ERICO
19,00	A26904	CONTACTO AUXILIAR IOF
4,00	A26946	iMX+OF 100-415VAC
1,00	CVS250NAVIGI	EASYPACTCSV250 NA + VIGI MH
2,00	DPA51CM44	R.S.F. U 208-480VAC C.GAV. AUX. 230V
2,00	E18320	SIN. LUMI. VERMELHO 110-230 VAC
2,00	E18321	SIN. LUMI. VERDE 110-230 VAC
2,00	E18324	SIN. LUMI. AMARELO 110-230 VAC
10,00	F02GG38	FUS 2A gG 10.3*38 LF302G HAGER
1,00	F10GG38	FUS 10A gG 10.3*38 LF310G HAGER
1,00	F79420	iC60N 4P 20A C
4,00	F79425	iC60N 4P 25A C
2,00	F79432	iC60N 4P 32A C
11,00	F79440	iC60N 4P 40A C
2,00	F79463	iC60N 4P 63A C
1,00	FLEX250E	BARRA FLEX. 3*20*1 ERICO 534011
1,00	L20601	DESC SOBRETENSOES i PRD20r 3P+N
5,00	LC1-DT20P7	CONTACTOR 4P 20A NA+NF 230 VAC
2,00	LC1-DT25P7	CONTACTOR 4P 25A NA+NF 230 VAC
4,00	LC1-DT40P7	CONTACTOR 4P 40A NA+NF 230 VAC
1,00	LGY410028	REPARTIDOR DS 4X7 100A
1,00	LGY412560	REPARTIDOR DS 4X15 125A
1,00	LV429518	1 tapa bornes longo 4P (NSX100/250 INV/I
23,00	LVS03001	Platina aparelhagem Modular G L600
2,00	LVS03010	Platina aparelhagem Modular G L300
1,00	LVS03050	Platina G PL NSX-INS-CVS250 Vert.Fixo
18,00	LVS03203	Espelho G/P ap. Modular 3M
5,00	LVS03204	Espelho G/P ap. Modular 4M
2,00	LVS03214	Espelho G/P ap. Modular 4M L250
1,00	LVS03293	Espelho G NSX250Vigi V. Fixo. Man L250
2,00	LVS03803	Espelho G/P opaco 3M
7,00	LVS03804	Espelho G/P opaco 4M

Anexo 12.2



Planeamento de Qualidade

Qtd.	Código	Descrição
1,00	LVS03812	Espelho G/P opaco 2M L250
1,00	LVS03813	Espelho G/P opaco 3M L250
2,00	LVS03816	Espelho G/P opaco 6M L250
1,00	LVS04162	Linergy BS 4 Barras CU perf.250A,C=1m
3,00	LVS04192	Suporte G JdB 630A barramento escada
1,00	LVS08205	Armario G IP30, 36M, A=2030mm
2,00	LVS08215	Extensao armario G IP30, 36M, A=2030mm
3,00	LVS08225	Porta opaca G IP40, 36M, A=2030mm
1,00	LVS08275	Extensao armario G IP30, 36M L300
1,00	LVS08285	Porta opaca extensao G IP40, 36M L300
1,00	LVS08811	2 travessas Asoc/Elev. L600+600 G IP30
1,00	LVS08812	2 travessas Asoc/Elev. L600+300 G IP30
1,00	LVS08963	Bolsa porta-esquemas DIN A4 RAL 9003
1,00	MEM3255	CONT.ENER/MULTITARIF/CL0.5S/MID/MODBUS
11,00	N15636	SEC. FUS. STI 1P (10,3x38) S/SIN 500V
16,00	P54610	C40N 6-10KA 1PN 10A CUR C
47,00	P54616	C40N 6-10KA 1PN 16A CUR C
16,00	P54716	C40N 6-10KA 3PN 16A CUR C
2,00	P54732	C40N 6-10KA 3PN 32A CUR C
9,00	R41440	iID 4P 40A 30MA AC
4,00	R44425	iID 4P 25A 300MA AC
4,00	R44440	iID 4P 40A 300MA AC
2,00	R44463	iID 4P 63A 300MA AC
1,00	S65492	iSW 4P 125A
3,00	TI125-L	LCTB 50/30(30) 125/5A 5VA CL.0,5 LUMEL
4,00	XPC724	P. iC40 3P+N+48 PASSOS
8,00		*** Artigos não diferenciados ***
		MÃO DE OBRA
2.560,00		Mão de Obra Não Diferenciada
		DIVERSOS
1.750,00		Total Diversos

Anexo 13

Orçamento do material - Total por localização - Preço compra

Customize me

Projecto	Instalação	29-05-2024
TESE		
Índice: a		

Qde	Unid.	Referência	Designação	Preço total compra
-----	-------	------------	------------	--------------------

Q.G.B.T.

Quantidade: 1

Material	Hager			
1 Peça	CFC240P	Inter. dif. 2P 40A 300mA tipo AC 2M		
1 Peça	ECR300C	Central medida 3F TI 1-5A 4M MODBUS MID		
1 Peça	FR22S1	Univ. IP55 a.1850+100 l.550 p.275		
1 Peça	FZ506	Canhão p/fecho chave n.º 1242E		
2 Peça	FZ794	Porta esquemas A4 flexível p/colar		
2 Peça	FZ800B	Suporte p/trav. de reforço CLII p.275		
1 Peça	HNJ631GR	Disjuntor x630 LSnl 4P-4D 630A 40kA		
4 Peça	JP002	Másc. branca RAL 9010 em banda 24M		
6 Peça	LF302G	Fusível 10x38 gG 2A 500V		
1 Peça	LF310G	Fusível 10x38 gG 10A 500V		
1 Peça	LF316G	Fusível 10x38 gG 16A 500V		
1 Peça	LF440G	Fusível 14x51 gG 40A 500V		
1 Peça	LS601	Corta-circuito secc. acess. 50A 1P 1,5M		
8 Peça	LSN501	Corta-circuitos 1P 32A 400V L38 1M		
1 Peça	NRN110	Disjuntor 1P 10A C 25kA 1M		
1 Peça	NRN116	Disjuntor 1P 16A C 25kA 1M		
1 Peça	SVN129	Sinal. triplo LED encarnad/verde/laranja		
1 Jogo	UD02F1	Tampas extrem. a.2x75 l.500		
1 Peça	UD12B4A	Unid. p/mod. 1x26M a.225 l.500		
1 Peça	UD12F4	Unid. c/tampa opaca a.225 l.500		
1 Peça	UD22G1	Unid. p/mod. e bornes 2x24M a.300 l.500		
1 Peça	UE32D6	Unid. barram. vert. 630A a.450 l.500		
1 Peça	UK32C2	Unid. h630 a.450 l.500		
1 Jogo	UN12A	Jogo 2 montantes univ. a.1800		
1 Peça	UT21B	Trav. de reforço l.550 IP55		
1 Peça	UT50C	Tampa de acabamento p/guia-fios l.2000		
1 Peça	UT52S	Conj. adaptação OP/Univ. a.850 l.600		
1 Peça	UT92S	Travessa equip. lig. ráp. terra l.500		
3 Peça	UZ52A1	Calha perfur. horiz. 30x80mm l.500		
Total material	Hager			2.606,23
Total material	Q.G.B.T.			
Unitário				2.606,23
Total	(x1)			2.606,23
Peso total	92 Kg			

Anexo 14.1

Orçamento do material - Total por localização - Preço compra

Customize me

Qde	Unid.	Referência	Designação	Preço total compra
QE		Quantidade: 1		
Material	Hager			
1	Peça	ECR140D	Central medida 1F 40A 1M MODBUS MID	
12	Peça	ECR300C	Central medida 3F TI 1-5A 4M MODBUS MID	
1	Peça	FN020EW	Grupo base/topo l.450 p.600	
1	Peça	FN029EW	Grupo base/topo l.700 p.600	
1	Peça	FN031EW	Grupo base/topo l.900 p.600	
1	Peça	FN032EW	Grupo base/topo l.1000 p.600	
4	Peça	FN047EW	Grupo 4 montantes p/estrutura a.2100	
1	Peça	FN080E	Painel cego p/base/topo l.450 p.600	
1	Peça	FN089E	Painel cego p/base/topo l.700 p.600	
1	Peça	FN091E	Painel cego p/base/topo l.900 p.600	
1	Peça	FN092E	Painel cego p/base/topo l.1000 p.600	
1	Peça	FN100E	Painel aberto p/base/topo l.450 p.600	
1	Peça	FN109E	Painel aberto p/base/topo l.700 p.600	
1	Peça	FN111E	Painel aberto p/base/topo l.900 p.600	
1	Peça	FN112E	Painel aberto p/base/topo l.1000 p.600	
1	Peça	FN207E	Painel frente/fundo fixo a.2100 l.300	
1	Peça	FN217E	Painel frente/fundo fixo a.2100 l.450	
1	Peça	FN247E	Painel frente/fundo fixo a.2100 l.1000	
1	Peça	FN267E	Painel frente/fundo fixo a.2100 l.200	
1	Peça	FN277E	Painel frente/fundo fixo a.2100 l.700	
4	Peça	FN287EW	Montante divisório vertical a.2100	
1	Peça	FN297E	Painel frente/fundo fixo a.2100 l.900	
2	Peça	FN367E	Painel lateral fixo a.2100 p.600	
1	Peça	FN440E	Pedestal a.100 l.450 p.600	
1	Peça	FN451E	Pedestal a.100 l.700 p.600	
1	Peça	FN453E	Pedestal a.100 l.900 p.600	
1	Peça	FN454E	Pedestal a.100 l.1000 p.600	
3	Peça	FN507E	Porta opaca a.2100 l.700	
1	Peça	FN547E	Porta opaca a.2100 l.450	
3	Peça	FN943E	Placa de cobertura p.600	
5	Peça	FN950	Kit de associação horizontal	
3	Peça	FN951	Junta estanque 10m	
2	Peça	FX291	Montante divisório horizontal p.600	
4	Peça	FZ506	Canhão p/fecho chave n.º 1242E	
1	Peça	FZ794	Porta esquemas A4 flexível p/colar	
3	Peça	HCW631AR	Interruptor P630 4P 630A	
1	Peça	HHT251GR	Disjuntor P250 LSnl 4P-4D 250A 25kA	
1	Peça	HIC463G	Invers. motorizado auto 4P 630A	
1	Peça	HNJ401GR	Disjuntor x630 LSnl 4P-4D 400A 40kA	
7	Peça	HNS101GC	Disjuntor P160 LSnl 4P-4D 100A 40kA	
1	Peça	HNS102DC	Disjuntor P160 TM 4P-3D+N/2 100A 40kA	
1	Peça	HNS160GC	Disjuntor P160 LSnl 3P-3D 160A 40kA	
2	Peça	HNS161GC	Disjuntor P160 LSnl 4P-4D 160A 40kA	
2	Peça	HR526	Relé dif. tipo A/Hi (1 canal) 0,03-30A	
2	Peça	HR705	Toro circular diâmetro 210mm	
3	Peça	HXA004H	Bob. p/emissão 220-240V AC x160-P160-x250-P250-x630-P630	
19	Peça	HXA021H	Cont. auxiliar 1NA/NF x160-P160-x250-P250-x630-P630	
2	Jogo	HYW022H	Cobre bornes direitos 4P x630/P630	
1	Peça	HZ159	Jogo 4 barras interlig. p/inv. 630A	
3	Peça	JP024	Másc. branca RAL 9010 em banda 24M	
18	Peça	LF302G	Fusível 10x38 gG 2A 500V	
2	Peça	LF306M	Fusível 10x38 aM 6A 500V	

Anexo 14.2

Orçamento do material - Total por localização - Preço compra

Customize me

Qde	Unid.	Referência	Designação	Preço total compra
2	Peça	LF310G	Fusível 10x38 gG 10A 500V	
3	Peça	LNH1TM	Faca de neutro isolada NH1 250A	
20	Peça	LSN501	Corta-circuitos 1P 32A 400V L38 1M	
2	Peça	LSN504	Corta-circuitos 3P+N 32A 400V L38 4M	
1	Peça	LT150	Seccionador 3x250A (NH1)	
3	Peça	MZ201	Contactos auxiliares NA+NF 1/2M	
1	Peça	NKN432	Disjuntor 4P 32A C 10/15kA 4M	
1	Peça	NRN206	Disjuntor 2P 6A C 25kA 2M	
1	Peça	NRN225	Disjuntor 2P 25A C 25kA 2M	
1	Peça	NRN425	Disjuntor 4P 25A C 25kA 4M	
1	Peça	SM101C	Analizador rede modular c/ MODBUS	
1	Peça	SVN129	Sinal. triplo LED encarnad/verde/laranja	
1	Peça	UC000BB	Jogo 4 apoios isolantes p/barras	
7	Peça	UC000FU	Esquadro p/travessa perf.	
2	Peça	UC1530MD	Kit modular 1x10M a.150 l.350	
2	Peça	UC1560MD	Kit modular 1x24M a.150 l.600	
1	Peça	UC162XD	Kit x160 vert. a.200 l.600	
4	Peça	UC163PN	Kit P160 (x2) vert. a.300 l.600	
2	Jogo	UC2000F	Perfil funcional frontal a.2000	
2	Jogo	UC2000FB	Montantes funcionais completos a.2000	
4	Peça	UC200FU	Travessa perfurada 200mm	
4	Peça	UC2060MD	Kit modular 1x24M a.200 l.600	
1	Peça	UC223	Tampa cega a.200 l.350	
1	Peça	UC224	Tampa cega a.300 l.350	
2	Peça	UC225	Tampa cega a.400 l.350	
4	Peça	UC232	Tampa cega a.150 l.600	
3	Peça	UC233	Tampa cega a.200 l.600	
1	Peça	UC234	Tampa cega a.300 l.600	
1	Peça	UC235	Tampa cega a.400 l.600	
2	Peça	UC239	Tampa cega a.100 l.600	
1	Peça	UC263PDN	Kit P250 (x3) vert. a.300 l.600	
2	Peça	UC300BB	Travessas p/ barramento 300mm	
1	Peça	UC434XN	Kit x630 vert. a.400 l.350	
1	Peça	UC463HIC	Kit p/HIB/HIC 125-630A a.300 l.600	
1	Peça	UC464PN	Kit P630 (x2) vert. a.400 l.600	
1	Peça	UC464PN	Kit P630 vert. + calha DIN a.400 l.600	
5	Peça	UC500BB	Travessas p/ barramento 500mm	
16	Peça	UC500FU	Travessa perfurada 500mm	
3	Peça	UC600FU	Travessa perfurada 600mm	
6	Peça	UC825BB	Suporte p/barramento 2x5mm (3P+N)	
4	Peça	UC912	Calha perfur. horiz. 30x80mm l.500	
17	Jogo	UC915HS	Conj. 2 suportes p/calha de cablagem	
4	Peça	UC916	Calha perfur. vert. 60x80mm l.2000	
2,91	Peça	UT87E	Barra ligação equipotencial 25x5 l.1750	
Total material Hager				20.717,95
Total material		QE		
Unitário				20.717,95
Total (x1)				20.717,95
Peso total 709 Kg				

Anexo 15.1

Orçamento do material - Total por localização - Preço compra

Customize me

Qde	Unid.	Referência	Designação	Preço total compra
QPADTAKE			Quantidade: 1	
Material		Hager		
9	Peça	CDC640A	Inter. dif. 3P+N 40A 30 mA tipo AC 4M	
4	Peça	CFC625A	Inter. dif. 3P+N 25A 300 mA tipo AC 4M	
4	Peça	CFC640A	Inter. dif. 3P+N 40A 300 mA tipo AC 4M	
2	Peça	CFC663A	Inter. dif. 3P+N 63A 300 mA tipo AC 4M	
1	Peça	ECR310D	Central medida 3F 125A 6M MODBUS MID	
1	Peça	FP22SN2	Univ. IP44 a.1850+100 I.550 p.205	
1	Peça	FP25SN2	Univ. IP44 a.1850+100 I.1300 p.205	
2	Peça	FZ597N	Fechadura p/IP44 chave 1242E	
1	Peça	FZ794	Porta esquemas A4 flexível p/colar	
1	Peça	HA454	Inter. corte aparente 4P 250A	
11	Peça	JP002	Másc. branca RAL 9010 em banda 24M	
3	Peça	KBN863C	Pentes de lig. 3P+N 63A p/sist. P+N 24M	
1	Peça	KJ100A	Repartidor escada 4P 100A 4x7 Lig. 4M	
1	Peça	KJ125C	Repartidor escada 4P 125A 4x12 Lig. 7M	
6	Peça	LF302G	Fusível 10x38 gG 2A 500V	
1	Peça	LF310G	Fusível 10x38 gG 10A 500V	
1	Peça	LF599G	Fusível 22x58 gG 125A 400V	
1	Peça	LR703	Corta-circuitos secc. 125A 3P 6M	
7	Peça	LSN501	Corta-circuitos 1P 32A 400V L38 1M	
19	Peça	MZ201	Contactos auxiliares NA+NF 1/2M	
4	Peça	MZ203	Bobina p/emissão corrente 230-415V AC 1M	
4	Peça	NFN425	Disjuntor 4P 25A C 6/10kA 4M	
2	Peça	NFN432	Disjuntor 4P 32A C 6/10kA 4M	
11	Peça	NFN440	Disjuntor 4P 40A C 6/10kA 4M	
16	Peça	NFT710	Disjuntor 1P+N 10A C 6/10KA 1M	
47	Peça	NFT716	Disjuntor 1P+N 16A C 6/10KA 1M	
16	Peça	NFT816	Disjuntor 3P+N 16A C 6/10KA 3M	
2	Peça	NFT832	Disjuntor 3P+N 32A C 6/10KA 3M	
2	Peça	NKN463	Disjuntor 4P 63A C 10/15kA 4M	
1	Peça	SBN499	Interruptor Modular 4P 125A	
2	Peça	SVN129	Sinal. triplo LED encarnad/verde/laranja	
5	Peça	TYA608C	Actuador bin./est. 8 canais 16 KNX-S	
1	Jogo	UD01F1	Tampas extrem. a.2x75 I.250	
3	Jogo	UD02F1	Tampas extrem. a.2x75 I.500	
1	Peça	UD11B3	Unid. p/mod. 1x10M a.150 I.250	
1	Peça	UD11B4A	Unid. p/mod. 1x12M a.225 I.250	
1	Peça	UD11F4	Unid. c/tampa opaca a.225 I.250	
1	Peça	UD12B3	Unid. p/mod. 1x24M a.150 I.500	
1	Peça	UD12B4A	Unid. p/mod. 1x26M a.225 I.500	
1	Peça	UD12F1	Unid. c/tampa opaca a.150 I.500	
1	Peça	UD12F4	Unid. c/tampa opaca a.225 I.500	
1	Peça	UD21A5	Unid. p/bornes horiz. 2x9M a.300 I.250	
3	Peça	UD22A1	Unid. p/bornes horiz. 2x26M a.300 I.500	
5	Peça	UD22B6	Unid. p/mod. 2x24M c/calha a.300 I.500	
4	Peça	UD32B6	Unid. p/mod. 3x24M c/calha a.450 I.500	
1	Peça	UE31D2	Unid. barram. vert. 250A a.450 I.250	
1	Peça	UK21S1	Unid. p/int. HA 250A a.300 I.250	
4	Jogo	UN12A	Jogo 2 montantes univ. a.1800	
8	Peça	UT50C	Tampa de acabamento p/guia-fios I.2000	
1	Peça	UT91S	Travessa equip. lig. ráp. terra I.250	
3	Peça	UT92S	Travessa equip. lig. ráp. terra I.500	
4	Peça	UZ51A1	Calha perfur. horiz. 30x80mm I.250	

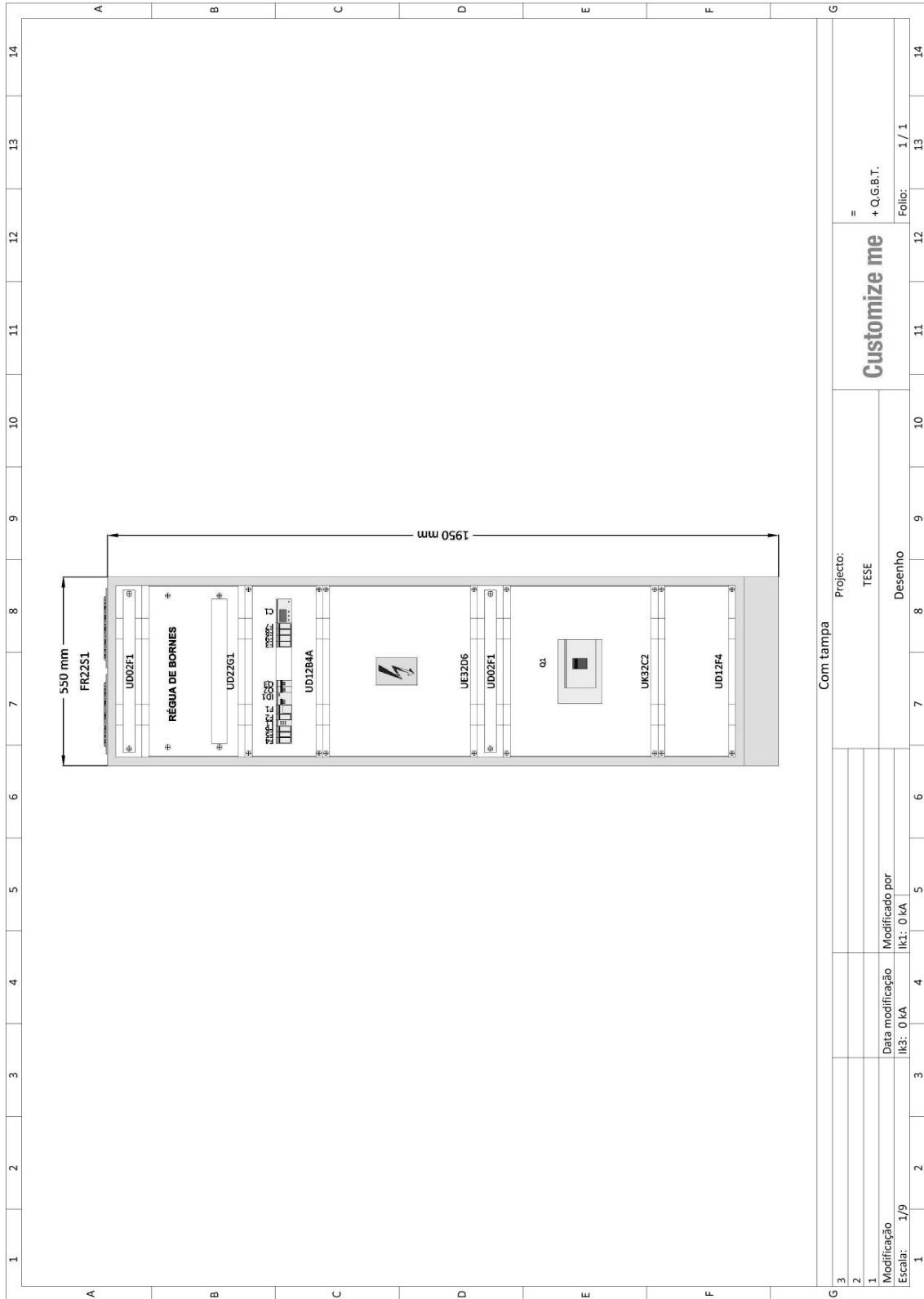
Anexo 15.2

Orçamento do material - Total por localização - Preço compra

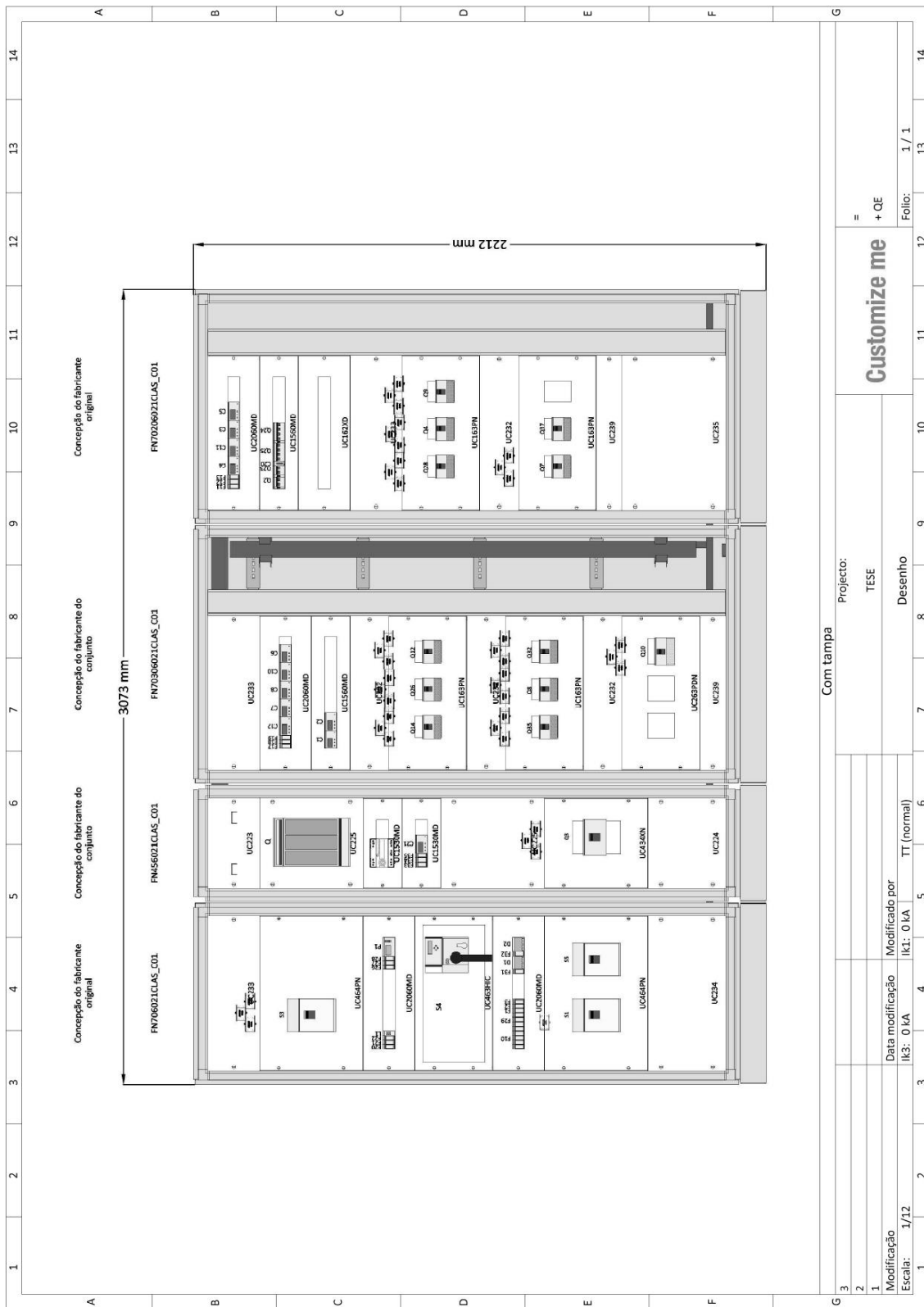
[Customize me](#)

Qde	Unid.	Referência	Designação	Preço total compra
16	Peça	UZ52A1	Calha perfur. horiz. 30x80mm l.500	
Total material	Hager			8.316,42
Total material		QPADTAKE		
Unitário				8.316,42
Total	(x1)			8.316,42
Peso total	200	Kg		

Anexo 16

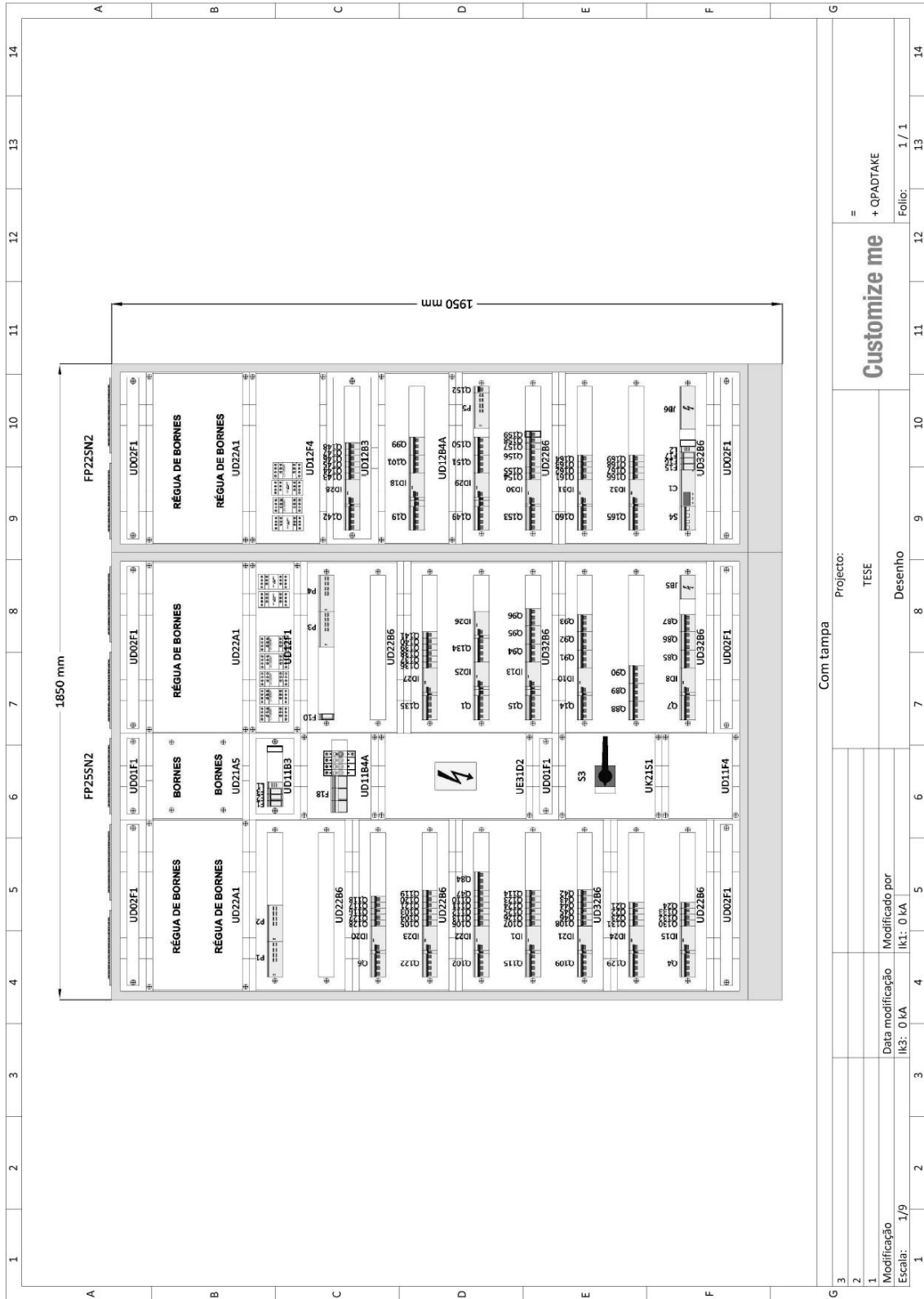


Anexo 17



Com tampa													
Projecto: TESE													
Desenho													
Customize me													
F + OE													
												13	14
												Folho: 1 / 1	

Anexo 18



Com tampa		Projecto: TESE	
Data modificação		Modificado por	
Escala: 1/9	Ik1: 0 kA	Ik3: 0 kA	
Folho: 1 / 1		= +QPADTAKE	

Anexo 19



Planeamento de Qualidade

As inspeções e ensaios finais a realizar aos quadros eléctricos encontram-se definidos no MOD.14 - Plano de Inspeção e Ensaio
As inspeções e ensaios são realizados de acordo com o definido no referido documento e com o prescrito nas seguintes instruções de controlo de trabalho:

IC01 - Rigidez Dielétrica	IC07- Relação Entre Secções Nominais dos Condutores
IC02 - Ensaio de Isolamento	IC08- Forças de Aperto de Aparelhagem
IC03 - Forças de Aperto	IT02- Execução de Inspeção e Ensaio Finais
IC04 - Normas Internas de Cores dos Condutores	AV 01- Dimensionamento Barramento - Intensidades Máximas
IC05 - Dimensionamento da Secção de Condutores	AV 02 - Dimensionamento Derivações em barra vs Calibre
IC06 - Dimensionamento Barramento vs Intensidade de Corrente	AV 03- Determinação dos IP e IK dos quadros

Requisitos Especiais:

Quadro: 2405093/01 - Q.G.B.T

Dimensões: 1950*550*275 Tipo: UNIVERSO IP: 55 IK: 10 ICC: 25 IEC: 947-2 CL.ISOL: CL II

Qtd.	Código	Descrição
		MATERIAL
1,00	FLEX630E	BARRA FLEX. 8*32*1 ERICO 534028
3,00	T1600-L	LCTB 62/40(40) 600/5A 5VA CL.0,5 LUMEL
1,00		*** Artigos não diferenciados ***
		MÃO DE OBRA
725,00		Mão de Obra Não Diferenciada
		DIVERSOS
500,00		Total Diversos
		COBRE
2.606,23		Total Cobre

Anexo 20



Planeamento de Qualidade

As inspeções e ensaios finais a realizar aos quadros eléctricos encontram-se definidos no MOD.14 - Plano de Inspeção e Ensaio
As inspeções e ensaios são realizados de acordo com o definido no referido documento e com o prescrito nas seguintes instruções de controlo de trabalho:

IC01 - Rigidez Dielétrica	IC07- Relação Entre Secções Nominais dos Condutores
IC02 - Ensaio de Isolamento	IC08- Forças de Aperto de Aparelhagem
IC03 - Forças de Aperto	IT02- Execução de Inspeção e Ensaio Finais
IC04 - Normas Internas de Cores dos Condutores	AV 01- Dimensionamento Barramento - Intensidades Máximas
IC05 - Dimensionamento da Secção de Condutores	AV 02 - Dimensionamento Derivações em barra vs Calibre
IC06 - Dimensionamento Barramento vs Intensidade de Corrente	AV 03- Determinação dos IP e IK dos quadros

Requisitos Especiais:

Quadro: 2405093/02 - Q.E

Dimensões: 2212*3073*600 Tipo: EVO IP: 55 IK: 10 ICC: 16 IEC: 947-2 CL.ISOL: EQ CL II

Qtd.	Código	Descrição
MATERIAL		
1,00	DPA51CM44	R.S.F. U 208-480VAC C.GAV. AUX. 230V
1,00	MCF1003NPEFS	D.S.T MCF100-3+NPE+FS V/ REF. 5096987
1,00	RM17TE00	RELE SEQ.FASES+FALTA+DESEQ+DIF.MIN/MAX
3,00	TI100-L	LCTB 50/30(30) 100/5A 5VA CL.0,5 LUMEL
3,00	TI150-L	LCTB 50/30(30) 150/5A 5VA CL.0,5 LUMEL
6,00	TI200-L	LCTB 50/30(30) 200/5A 5VA CL.0,5 LUMEL
3,00	TI250-L	LCTB 50/30(30) 250/5A 5VA CL.0,5 LUMEL
3,00	TI400-L	LCTB 62/40(40) 400/5A 5VA CL.0,5 LUMEL
12,00	TI50-L	LCTB 45/21(40) 50/5A 1VA CL. 1 LUMEL
4,00	TI600-L	LCTB 62/40(40) 600/5A 5VA CL.0,5 LUMEL
3,00	TI75-L	LCTB 50/30(30) 75/5A 5VA CL.1 LUMEL
2,00		*** Artigos não diferenciados ***
MÃO DE OBRA		
2.560,00		Mão de Obra Não Diferenciada
DIVERSOS		
1.750,00		Total Diversos
COBRE		
20.717,95		Total Cobre

Anexo 21



Planeamento de Qualidade

As inspeções e ensaios finais a realizar aos quadros eléctricos encontram-se definidos no MOD.14 - Plano de Inspeção e Ensaio
 As inspeções e ensaios são realizados de acordo com o definido no referido documento e com o prescrito nas seguintes instruções de controlo de trabalho:

IC01 - Rigidez Dielétrica	IC07- Relação Entre Secções Nominais dos Condutores
IC02 - Ensaio de Isolamento	IC08- Forças de Aperto de Aparelhagem
IC03 - Forças de Aperto	IT02- Execução de Inspeção e Ensaio Finais
IC04 - Normas Internas de Cores dos Condutores	AV 01- Dimensionamento Barramento - Intensidades Máximas
IC05 - Dimensionamento da Secção de Condutores	AV 02 - Dimensionamento Derivações em barra vs Calibre
IC06 - Dimensionamento Barramento vs Intensidade de Corrente	AV 03- Determinação dos IP e IK dos quadros

Requisitos Especiais:

Quadro: 2405093/03 - Q PAD/TAKE

Dimensões: 1850*1950*205 Tipo: UNIVERSO IP: 44 IK: 09 ICC: 10 IEC: 947-2 CL.ISOL: CL II

Qtd.	Código	Descrição
		MATERIAL
2,00	DPA51CM44	R.S.F. U 208-480VAC C.GAV. AUX. 230V
1,00	FLEX250E	BARRA FLEX. 3*20*1 ERICO 534011
5,00	LC1-DT20P7	CONTACTOR 4P 20A NA+NF 230 VAC
2,00	LC1-DT25P7	CONTACTOR 4P 25A NA+NF 230 VAC
4,00	LC1-DT40P7	CONTACTOR 4P 40A NA+NF 230 VAC
1,00	V20C3NPEFS	D.S.T. V20-C/3+NPE+FS V/ REF. 5094765
1,00		*** Artigos não diferenciados ***
		MÃO DE OBRA
2.560,00		Mão de Obra Não Diferenciada
		DIVERSOS
1.750,00		Total Diversos
		COBRE
8.316,42		Total Cobre

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Sofia Inês de Castro Santos

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter conduzido este trabalho académico com integridade. Não plagiei ou apliquei qualquer forma de uso indevido de informações ou falsificação de resultados ao longo do processo que levou à sua elaboração.

Declaro que o trabalho apresentado neste documento é original e de minha autoria, não tendo sido utilizado anteriormente para nenhum outro fim.

Declaro ainda que tenho pleno conhecimento do Código de Conduta Ética do P.PORTO.

ISEP, Porto, 18 de Junho de 2024