

**MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA**
(Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho – 1792)

LUIZ PEREIRA DA SILVA NETO

**METODOLOGIA PARA CONCEPÇÃO DE PROJETO ELÉTRICO EM
EDIFICAÇÕES**

**RIO DE JANEIRO
2014**

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

LUIZ PEREIRA DA SILVA NETO

**METODOLOGIA PARA CONCEPÇÃO DE PROJETO ELÉTRICO EM
EDIFICAÇÕES**

Monografia do Projeto de Fim de Curso
apresentada ao Curso de Graduação em
Engenharia Elétrica do Instituto Militar de
Engenharia.

Orientador:

José Roberto Pires de Camargo - TC

RIO DE JANEIRO

2014

2

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

Praça General Tibúrcio, 80 –Praia Vermelha

Rio de Janeiro –RJ CEP: 22290-270

Este exemplar é de propriedade do Instituto Militar de Engenharia, que poderá incluí-lo em base de dados, armazenar em computador, microfilmар ou adotar qualquer forma de arquivamento.

É permitida a menção, reprodução parcial ou integral e a transmissão entre bibliotecas deste trabalho, sem modificação de seu texto, em qualquer meio que esteja ou venha a ser fixado, para pesquisa acadêmica, comentários e citações, desde que sem finalidade comercial e que seja feita a referência bibliográfica completa.

Os conceitos expressos neste trabalho são de responsabilidade do(s) autor(es) e do(s) orientador(es).

| | |
|---------|--|
| xxx.xxx | Neto, Luiz Pereira da Silva |
| xxx.xxx | Metodologia para concepção de projeto elétrico em edificações. / Luiz Pereira da Silva Neto; orientado por José Roberto Pires de Camargo –Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia, 2014. 61p. : il Projeto de Final de Curso (PROFIC) – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2014. 1. Engenharia elétrica – Projeto de Final de Curso. 2. Energia elétrica. 3. Metodologia para concepção de projeto elétrico em edificações I. Camargo, José Roberto Pires de. II. Título. III. Instituto Militar de Engenharia. |

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

LUIZ PEREIRA DA SILVA NETO

**METODOLOGIA PARA CONCEPÇÃO DE PROJETO ELÉTRICO EM
EDIFICAÇÕES**

Monografia do Projeto de Fim de Curso apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Instituto Militar de Engenharia.

Orientador: José Roberto Pires de Camargo

Aprovada em 17 de junho de 2014 pela seguinte banca examinadora:

José Roberto Pires DE CAMARGO, TC – M. Sc.

Cláudio CANTO dos Santos, Maj – M. C.

Thiago Henrique Sanches BOSSA, 1º Ten - M. C.

**RIO DE JANEIRO
2014**

AGRADECIMENTOS

Do começo da vida, passando pela correria exigida por um dos vestibulares mais difíceis do país, por minha reprovação no teste físico e pela milagrosa entrada no IME até cada minuto gasto com dedicação e estudo para cumprir todas as obrigações dessa tão renomada Escola, que tem como um dos objetivos finais esse trabalho de fim de curso, não posso crer que algo veio de mim – tudo veio do meu Deus. Sua soberania tem sido bem presente em minha vida. É a Ele que agradeço, reconhecendo Sua maravilhosa ação em minha vida, me dando força e ânimo a cada dia desses cinco anos. É a ele também que dedico esse trabalho, esperando que sirva para glorificar o Criador e Sustentador do Universo, através de Jesus Cristo.

Agradeço à minha família pelo apoio e sustento em amor e orações durante esse tempo distante de casa. Ao meu pai Fábio e minha mãe Iran, muito obrigado por tudo. Deus recompensou o investimento. Ele é bondoso ao permitir que o filho de vocês termine esse curso. Louvem a Ele comigo minhas irmãs Carol e Ana Luiza, meu irmão Rildo e parentes. Agradeço muito pelo apoio e força que vocês me deram, em todos os momentos tensos que só nós sabemos como passei aqui.

À minha futura esposa, noiva amada, Priscila. Você é um presente de Deus para mim e faz minha vida muito mais feliz. Obrigado pelo incentivo e paciência quando o IME tirou nosso tempo juntos. Alegre-se comigo, pois se Deus quiser daqui a alguns dias estaremos festejando a sua conclusão também.

Ao GrEBIME. Sem palavras para descrever como vocês foram essenciais para mim. Todas as reuniões, todos os encontros nos corredores, todas as orações, confraternizações, choros e risadas que nós vivemos juntos – uma grande demonstração da graça do Pai para mim, um pecador. Continuem firmes no Senhor, conhecendo mais de Cristo nas Escrituras. Será uma dor grande a separação física de vocês, mas continuaremos unidos em Espírito.

À equipe de professores do IME, especialmente da Seção de Engenharia Elétrica. Obrigado pelo brilhantismo e cooperação. Ao TC De Camargo, pelo apoio e confiança no meu trabalho, que também é um trabalho dele. Um grande exemplo e incentivador.

Aos amigos de turma, especialmente ao De Matos, ao Elethério e à Carolina Queiroz, amigos de horas boas e ruins, verdadeiros parceiros nessa jornada no IME.

A Deus seja a glória, hoje e eternamente!

“Nossas fraquezas pertencem a nós mesmos,
e a nossa capacidade nos é dada através da graça de Deus.”

(Martinho Lutero)

“As palavras dos meus lábios e o meditar do
meu coração sejam agradáveis na tua presença,
Senhor, Rocha minha e Redentor meu.”

(Salmo 19:14)

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| LISTA DE TABELAS..... | 9 |
| LISTA DE FIGURAS | 10 |
| LISTA DE SIGLAS | 12 |
| RESUMO | 13 |
| ABSTRACT | 14 |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 15 |
| 1.1 Motivação..... | 15 |
| 1.2 Objetivo..... | 16 |
| 1.3 Estrutura do trabalho..... | 16 |
| 2. ESTUDO DE CASO | 17 |
| 2.1 Apresentação do projeto..... | 17 |
| <i>2.1.1 Características gerais da edificação.....</i> | <i>17</i> |
| <i>2.1.2 Características do projeto elétrico.....</i> | <i>17</i> |
| 2.2 Análise e questões..... | 18 |
| 3. NORMAS E REGULAMENTOS..... | 20 |
| 3.1 Normas brasileiras | 20 |
| <i>3.1.1 Seccionamento e compartimentação</i> | <i>20</i> |
| <i>3.1.2 Facilidade de acesso para manutenção:</i> | <i>21</i> |
| <i>3.1.3 Alimentação.....</i> | <i>21</i> |
| <i>3.1.4 Aumento da carga.....</i> | <i>21</i> |
| <i>3.1.5 Divisão dos circuitos.....</i> | <i>22</i> |
| 3.2 Normas militares..... | 22 |
| <i>3.2.1 IG-50-03 Portaria 73</i> | <i>22</i> |
| <i>3.2.2 NORMANQ</i> | <i>23</i> |
| 4. METODOLOGIA | 24 |
| 4.1 Introdução à metodologia..... | 24 |
| <i>4.1.1 O conceito de compartimentação</i> | <i>24</i> |
| <i>4.1.2 Caráter universal da metodologia.....</i> | <i>24</i> |
| <i>4.1.3 Quadros elétricos</i> | <i>25</i> |
| <i>4.1.4 Pré-projeto</i> | <i>26</i> |
| 4.2 Descrição da Metodologia..... | 26 |

| | | |
|-------|---|-----------|
| 4.2.1 | <i>Alimentação em ilhas</i> | 26 |
| 4.2.2 | <i>Ilhas primárias</i> | 26 |
| 4.2.3 | <i>Ilhas secundárias</i> | 28 |
| 4.3 | Fatores de demanda e diversidade | 31 |
| 4.4 | Considerações sobre condutos..... | 31 |
| 4.4.1 | <i>Instrução geral</i> | 31 |
| 4.4.2 | <i>O benefício da compartimentação nos condutos</i> | 31 |
| 4.5 | Identificação das ilhas | 32 |
| 5. | APLICAÇÃO DA METODOLOGIA | 34 |
| 5.1 | Condutores | 34 |
| 5.2 | Alocação da Ilha Principal | 34 |
| 5.3 | Alocação das ISN | 36 |
| 5.4 | Alocação das ISE..... | 36 |
| 5.5 | Resultados do projeto..... | 37 |
| 5.5.1 | <i>QSA</i> | 37 |
| 5.5.2 | <i>IPA-1</i> | 38 |
| 5.5.3 | <i>IPA-2</i> | 45 |
| 6. | ANÁLISE COMPARATIVA | 50 |
| 7. | CONCLUSÃO | 52 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 53 |
| | ANEXO A | 54 |
| | ANEXO B | 56 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Cargas a serem adotadas nos quadros das ISE..... | 29 |
| Tabela 2 – Distribuição de área e circuitos das ISN | 36 |
| Tabela 3 – Cargas nas ISE..... | 37 |
| Tabela 4 - Quadro de cargas QSA | 38 |
| Tabela 5 - Demanda da instalação | 38 |
| Tabela 6 - Quadro de cargas IPA-1 QSC..... | 39 |
| Tabela 7 - Quadro de cargas IPA-1 QCT..... | 40 |
| Tabela 8 - Exemplo de quadro de cargas de QT das ISN | 40 |
| Tabela 9 - Quadro de cargas IPA-1 QCI..... | 41 |
| Tabela 10 - Exemplo de quadro de cargas de QI das ISN | 42 |
| Tabela 11 - Quadro de cargas do QCAC | 43 |
| Tabela 12 - Exemplo de quadro de cargas de QAC das ISE..... | 43 |
| Tabela 13 - Quadro de cargas do QCCE da IPA-1 | 44 |
| Tabela 14 - Exemplo de quadro de cargas de QCE das ISE | 44 |
| Tabela 15 - Quadro de cargas do andar superior | 45 |
| Tabela 16 - Quadro de cargas do QCT da IPA-2..... | 46 |
| Tabela 17 - Quadro de cargas do QCI da IPA-2..... | 47 |
| Tabela 18 - Quadro de cargas do QCAC da IPA-2..... | 48 |
| Tabela 19 - Quadro de cargas do QCCE da IPA-2..... | 49 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Instalação elétrica compartimentada..... | 25 |
| Figura 2 - Hierarquia de quadros na instalação..... | 30 |
| Figura 3 – Padrão para identificação de quadro | 32 |
| Figura 4 - Padrão para identificação de circuitos | 32 |
| Figura 5 – Exemplo de identificador de pontos dos circuitos | 33 |
| Figura 6 – Alimentação da edificação..... | 35 |
| Figura 7 - IPA-1 | 35 |
| Figura 8 - Diagrama unifilar total da instalação | 37 |
| Figura 9 - Unifilar geral do andar 1 | 38 |
| Figura 10 - Unifilar IPA-1 QCT | 39 |
| Figura 11 - Exemplo de unifilar de QT das ISN..... | 40 |
| Figura 12 - Unifilar do QCI da IPA-1..... | 41 |
| Figura 13 - Exemplo de unifilar de QI das ISN..... | 42 |
| Figura 14 - Unifilar do QCAC..... | 42 |
| Figura 15 - Exemplo de unifilar de QAC das ISE..... | 43 |
| Figura 16 - Unifilar do QCCE da IPA-1 | 43 |
| Figura 17 - Exemplo de unifilar de QCE das ISE | 44 |
| Figura 18 - Unifilar geral do andar superior..... | 45 |
| Figura 19 - Diagrama unifilar do QCT | 46 |
| Figura 20 - Diagrama unifilar do QCI da IPA-2 | 47 |
| Figura 21 - Diagrama unifilar do QCAC da IPA-2 | 48 |
| Figura 22 - Unifilar do QCCE da IPA-2..... | 49 |
| Figura 23 - ISN-1-1..... | 56 |
| Figura 24 - ISN-1-2..... | 56 |
| Figura 25 - ISN-1-3..... | 56 |
| Figura 26 - ISN-1-4..... | 57 |
| Figura 27 - ISN-1-5..... | 57 |
| Figura 28 - ISN-1-6..... | 58 |
| Figura 29 - ISN-1-7..... | 58 |
| Figura 30 - ISN-1-8..... | 58 |

| | |
|---|----|
| Figura 31 - ISN-1-9..... | 59 |
| Figura 32 - ISN-2-1..... | 59 |
| Figura 33 - ISN-2-2 e ISN-2-3 | 60 |
| Figura 34 - ISN-2-4..... | 60 |
| Figura 35 - ISN-2-5, ISN-2-6 e ISN-2-7..... | 61 |

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
CCSV – Companhia de Comando e Serviços
CRO – Comissão Regional de Obras
DOM – Diretoria de Obras Militares
EASA – Escola de Aperfeiçoamento de Sargento de Armas
IEC - International Electrotechnical Commission
IG-50-03 - Instruções Gerais para execução de Obras Militares no Exército
IP – Ilha Principal
IPA-n – Ilha Principal do Andar n
ISE-n-m – Ilha Secundária Especial (ilha m do andar n)
ISN-n-m – Ilha Secundária Normal (ilha m do andar n)
NBR – Norma Brasileira
NORMANQ - Normas de Manutenção de Quartéis e Residências
OM – Organização Militar
QAC – Quadro de Ar-Condicionado
QCAC – Quadro de Controle de Ar-Condicionado
QCC – Quadro de Cargas Críticas
QCCE – Quadro de Controle de Cargas Específicas
QCE – Quadro de Cargas Específicas
QCI – Quadro de Controle de Iluminação
QCT – Quadro de Controle de Tomadas
QD – Quadro de Distribuição
QDL – Quadro de Distribuição de Luz
QI – Quadro de Iluminação
QR – Quadro Reserva
QSA – Quadro Seccionador dos Andares
QSC – Quadro Seccionador Central do Andar
QT – Quadro de Tomadas

RESUMO

A elaboração de um projeto elétrico é algo que deve ser feito cuidadosamente pelo engenheiro projetista. Um projeto inteligente pode evitar muitos problemas e trazer muitos benefícios à futura instalação. Apesar de haver normas federais e institucionais que regulem a execução de obras e instalações, numa instituição como o Exército Brasileiro, que possui tamanha variedade de edificações e uma demanda muito grande de obras supervisionadas pelas Comissões Regionais de Obras, é importante que haja uma metodologia que guie os projetos. A liberdade do projetista fica disciplinada, objetivando a padronização e visando o melhor funcionamento das instalações, principalmente nos seguintes aspectos: facilidade de manutenção, possibilidade de controle e adequação no caso de aumento de cargas.

Palavras-chave: instalações – uniformização – metodologia – ilhas – alimentação.

ABSTRACT

The elaboration of an electrical project must be carefully made by the design engineer. A clever project can avoid many problems and bring many benefits to future installation. Although there are federal and institutional guidelines governing the execution of works and facilities in an institution such as Brazilian Army, which has such a variety of buildings and a very large demand for works under the supervision of Comissões Regionais de Obras, it is important to have a methodology to guide the projects. The freedom of the designer is disciplined, objective and consistent and in the best operating facilities, mainly in the following aspects: ease of maintenance, ability to control and adaptation in case of increase loads.

Key words: plant – standardization – methodology – islands – supply.

1. INTRODUÇÃO

A existência de instalações elétricas de baixa tensão bem planejadas é essencial para um bom projeto, tanto para a construção quanto para o correto funcionamento quando o empreendimento já estiver em operação.

Muitos dos projetistas elétricos, apesar de seguirem as normas previstas para que os projetos recebam aval dos órgãos de direito, não tem uma preocupação grande com a eficiência e engenhosidade deste. A esse fato podemos tentar justificar de duas maneiras: pressa para a execução do projeto básico, desinteresse do projetista durante a execução da missão que lhe foi passada e, por último, como agravante, a falta de padrões bem definidos para que os projetos sejam classificados como eficientes e de alta qualidade.

O reflexo de projetos idealizados com simplicidade pode ser notado, por exemplo, com a grande quantidade de avarias e a necessidade de reformas e melhorias, mesmo pouco tempo após a obra ficar pronta. Cargas elétricas novas sem terem a possibilidade de serem instaladas porque a obra inicial não previu um aumento de demanda e a instalação em si não possui espaço para tal aumento; manutenção difícil, arriscada e dispendiosa de tempo e recursos; difícil controle das cargas, por uma fraca identificação dos circuitos que partem do quadro elétrico; falhas difíceis de serem solucionadas, já que os circuitos terminais são muito longos; dificuldade de controle de energia, pois a alimentação não é compartimentada, entre outros.

Numa instituição com uma quantidade tão grande e diversa de instalações, como o Exército Brasileiro, tais problemas devem ser amenizados, quiçá abolidos. Os engenheiros responsáveis pelos projetos, alocados especialmente nas Comissões ou nos Serviços Regionais de Obras (CRO e SRO) espalhados pelo Brasil, devem ter a preocupação de buscar uma instalação inteligente, já que conhecem a realidade da mudança de efetivo dos engenheiros espalhados pelo país, da dificuldade de executar uma obra em um tempo curto e de fazer uma manutenção de uma maneira facilitava, em caso de faltas.

1.1 Motivação

A área de instalações elétricas de baixa tensão tem uma vasta gama de utilidades e, motivados por aprimoramento de alimentação desse tipo de instalação dentro do Exército,

apresentamos uma nova metodologia a ser adotada, que servirá como mais um balizador dos projetos elétricos. A liberdade do projetista será disciplinada a fim de padronizar as instalações elétricas dentro do Sistema Exército, trazendo benefícios presentes e futuros.

1.2 Objetivo

É nesse contexto de padronização que esse projeto de fim de curso se insere. Através de análises de soluções para problemas hoje em dia vividos em instalações dentro e fora do Exército, o objetivo desse projeto é a elaboração de uma filosofia/metodologia nova para projetos elétricos em instalações do Exército, visando uniformizar a instalação para que:

- Em caso de expansão de carga, a instalação atenda ao crescimento da demanda;
- A manutenção seja facilitada;
- Sistemas de controle e gerenciamento de energia sejam facilmente implementados.

1.3 Estrutura do trabalho

Esse projeto compõe-se de 7 capítulos, que analisarão desde os problemas de uma instalação feita sem a metodologia sugerida até uma comparação entre os projetos realizados baseados na metodologia nova e sem a metodologia.

No capítulo 1, apresenta-se uma introdução ao assunto, com as motivações para a confecção de uma nova metodologia, principalmente dentro de obras do Exército.

No capítulo 2, apresentamos um estudo de caso de um projeto já confeccionado, analisando-o à luz de alguns questionamentos para a otimização da instalação.

As normas utilizadas para confecção de projetos elétricos militares são apresentadas no capítulo 3. No capítulo 4, apresentamos a nova metodologia propriamente dita, com a descrição completa da nova instalação.

No capítulo 5, apresentamos o projeto da mesma instalação que foi apresentada no capítulo 2 usando a metodologia nova.

No capítulo 6 alguns pontos de comparação são avaliados e finalmente no capítulo 7, uma conclusão, abordando como essa nova metodologia pode ser aplicada a obras militares do Exército.

2. ESTUDO DE CASO

2.1 Apresentação do projeto

O projeto analisado nesse estudo de caso foi o da Revitalização do CCSV, da EASA, localizado na cidade de Cruz Alta – RS. É uma obra da Comissão de Obras da 3ª Região Militar (CRO-3), em Porto Alegre - RS. O projeto tem data de dezembro de 2013 e seu autor foi o 1º Ten Thomas Farias.

O projeto foi feito utilizando o *software* Lumine e foi recebido numa prancha na escala 1:2000, contendo os quadros de cargas dos três quadros de distribuição que a edificação possui.

2.1.1 Características gerais da edificação

A edificação possui dois pavimentos com 785,47m² cada, ligadas entre si por uma escada. No pavimento inferior, encontram-se seções como sargenteação, postos de comando, reserva de armamento, etc. e no segundo pavimento, numa mesma área, encontramos alojamentos e banheiros. É uma instalação típica, muito comum no Exército.

2.1.2 Características do projeto elétrico

O projeto elétrico que foi recebido está em conformidade com os aspectos gerais das normas, é correto e viável. A instalação toda é alimentada por três quadros de distribuição. Os circuitos são assim distribuídos nos quadros: QD1 com 37 circuitos, QD2 com 21 circuitos e QD3 com 30.

Pela grande área que o prédio possui e tendo em vista que é atendida por três quadros apenas, percebe-se que os circuitos terminais são muito grandes.

2.2 Análise e questões

Diante das características do projeto expostas, apresentam-se as seguintes questões, baseados no que foi explicado no Capítulo 1:

- Se houver aumento de carga, há a previsão para isso nos circuitos?

Com o avanço da tecnologia, diversas novas demandas podem vir a ser solicitadas da instalação. Como exemplo disso temos o contemporâneo ar-condicionado, que há poucos anos não tinha o alcance que possui hoje e instalações antigas não estão preparadas para atender essa nova solicitação de carga. A norma ABNT 5410 já prevê que haja disjuntores reservas para o caso de aumento de carga, mas para um atendimento tão longo, isso é suficiente? Se novos equipamentos forem instalados, o atendimento será possível?

- Se houver modificação estrutural da edificação, a instalação elétrica continua atendendo a solicitação de carga?

Questão similar à anterior. É muito comum haver mudança de dedicação de espaços dos quartéis, de acordo com novos objetivos que possam vir a surgir. Em caso de isso acontecer, a instalação é flexível? Atende a cargas diferentes de maneira eficaz? Pode mudar estruturalmente a edificação (alocação de espaços e ambientes de engenharia civil) e a instalação elétrica continua atendendo, pelo menos o básico?

- Se acontecer uma falha, como identificar onde o problema aconteceu?

Com circuitos terminais longos, a dificuldade para identificar onde ocorre uma falha na instalação é grande. Para que haja facilidade, a solução é adotar circuitos terminais mais curtos, com as cargas próximas aos quadros. A questão é como identificar a falha, se o comprimento é grande e há muitas ramificações?

- Se for necessária manutenção para solução de problema de interrupção de circuito, seria feito de maneira eficaz e rápida, mesmo com todos os meios necessários?

Questão similar à anterior, mas que aumenta a abrangência quanto ao acesso a onde a falha ocorreu e à seletividade de cargas. Mesmo tendo todo o necessário para que ocorra a

manutenção, em uma instalação não compartimentada isso será feito de maneira eficaz e rápida?

- Se for necessário controle energético, o tipo de instalação permite isso?

No caso de se querer um controle das cargas da instalação, objetivando, por exemplo, modificar a curva de demanda e o horário de uso dos equipamentos para diminuir gastos com energia elétrica, as cargas estão seletivamente ligadas aos quadros de modo que a ligação ou o desligamento sejam possíveis?

3. NORMAS E REGULAMENTOS

A necessidade de uma metodologia pode ser questionada visto que há diversas normas que já servem como guia para os projetos elétricos. Entretanto, apesar das normas exigirem diversos procedimentos e cuidados durante a execução de um projeto, é sabido que há a diversidade de modos de atender às normas, o que representa, então, falta de uniformidade.

Como o objetivo do trabalho é a padronização da filosofia de alimentação das instalações, é necessário tornar claro as normas e regulamentos que norteiam e limitam o projetista quando da confecção do projeto. É nesse contexto que o presente capítulo se delineará.

As normas e regulamentos são base da metodologia apresentada logo a seguir. A nova filosofia só pode ser confiável se atender os requisitos exigidos pelos órgãos competentes. Para isso, torna-se importante o conhecimento disso para a correta elaboração da metodologia.

Basicamente, analisaremos dois tipos de legislação: as brasileiras e as militares. A NBR 5410 é a norma brasileira básica e padrão para instalações elétricas. A Diretoria de Obras Militares (DOM), nas competências que são devidas, também criou legislação que rege os projetos dentro do Exército.

3.1 Normas brasileiras

De acordo com os temas de nosso interesse para a metodologia, citamos abaixo a NBR 5410:

3.1.1 Seccionamento e compartimentação

Seção 4.1.8

A alimentação da instalação elétrica, de seus circuitos e de seus equipamentos deve poder ser seccionada para fins de manutenção, verificação, localização de defeitos e reparos.

Seção 4.2.5.1

A instalação deve ser dividida em tantos circuitos quantos necessários, devendo cada circuito ser concebido de forma a poder ser seccionado sem risco de realimentação inadvertida através de outro circuito.

3.1.2 Facilidade de acesso para manutenção:

Seção 4.1.10

Os componentes da instalação elétrica devem ser dispostos de modo a permitir espaço suficiente tanto para a instalação inicial quanto para a substituição posterior de partes, bem como acessibilidade para fins de operação, verificação, manutenção e reparos

Seção 4.1.13

Toda instalação elétrica requer uma cuidadosa execução por pessoas qualificadas, de forma a assegurar, entre outros objetivos, que:

- as características dos componentes da instalação não sejam comprometidas durante sua montagem;
- os componentes da instalação, e os condutores em particular, fiquem adequadamente identificados;
- nas conexões, o contato seja seguro e confiável;
- os componentes sejam instalados preservando-se as condições de resfriamento previstas;
- os componentes da instalação suscetíveis de produzir temperaturas elevadas ou arcos elétricos fiquem dispostos ou abrigados de modo a eliminar o risco de ignição de materiais inflamáveis; e
- as partes externas de componentes sujeitas a atingir temperaturas capazes de lesionar pessoas fiquem dispostas ou abrigadas de modo a garantir que as pessoas não corram risco de contatos acidentais com essas partes.

3.1.3 Alimentação

Seção 4.2.3.1

Devem ser determinadas as seguintes características das fontes de suprimento de energia com as quais a instalação for provida:

- a) natureza da corrente e frequência;
- b) valor da tensão nominal;
- c) valor da corrente de curto-circuito presumida no ponto de suprimento;
- d) possibilidade de atendimento dos requisitos da instalação, incluindo a demanda de potência.

3.1.4 Aumento da carga

Seção 4.2.5.4

Na divisão da instalação devem ser consideradas também as necessidades futuras. As ampliações previsíveis devem se refletir não só na potência de alimentação (...) mas também na taxa de ocupação dos condutos e dos quadros de distribuição.

3.1.5 Divisão dos circuitos

Seção 4.2.5.5

Os circuitos terminais devem ser individualizados pela função dos equipamentos de utilização que alimentam. Em particular, devem ser previstos circuitos terminais distintos para pontos de iluminação e para pontos de tomada.

Seção 4.2.5.6

As cargas devem ser distribuídas entre as fases, de modo a obter-se o maior equilíbrio possível.

Assim posto, percebe-se que a legislação brasileira explicita claramente a necessidade de certas medidas que tornem a instalação mais eficaz. A nova metodologia a ser apresentada busca condensar os requisitos que por vezes passam despercebidos, maximizando o uso correto da norma.

3.2 Normas militares

A Diretoria de Obras Militares (DOM) dentro da sua área de competência, também legisla sobre as obras que ocorrem em organizações militares, e como a motivação do trabalho é atender obras do Exército, é importante saber as prescrições relativas a isso.

3.2.1 IG-50-03 Portaria 73

A DOM possui as Instruções Gerais para execução de Obras Militares no Exército. Dessas normas, pode-se tirar os seguintes excertos:

Capítulo V – Dos projetos e especificações

§ 3º Visando à padronização, à facilidade de execução, à economia e à racionalização, cabe à DOM desenvolver projetos-tipo, inclusive as especificações de materiais, para as diferentes benfeitorias de uso corrente nos quartelamentos e vilas militares.

§ 5º Cabe à DOM estabelecer normas relativas a níveis de acabamento elaborar especificações para as obras militares e para os equipamentos fixos de sua gestão, de forma a manter um padrão único de construção que atenda aos requisitos destas Instruções.

Artigo 22. Os projetos de aquartelamentos devem ser simples, funcionais, confortáveis, austeros e adequados às condições climáticas locais, de acabamento sóbrio e condigno. Suas benfeitorias deverão:

I - ter forma simples e, se possível, planta regular;

II - ser modulados, sempre que possível, adotando-se uma solução que proporcione flexibilidade no caso de eventuais ampliações e adaptações da edificação para outras destinações;

III - manter entre si os espaçamentos indispensáveis ao bom funcionamento do conjunto, à boa iluminação e ventilação naturais, permitindo a fácil manobra de viaturas e o exercício das atividades normais da OM; e

IV - ter aparentes os dutos de instalações de água, de esgoto, elétricas, lógicas e de telefone, sempre que não houver impedimento legal ou técnico, de forma a facilitar a inspeção e a manutenção. Com finalidade estética ou de segurança, será admitida a utilização de artifícios para a ocultação dos dutos sem, no entanto, impedir o acesso para exames e reparos.

3.2.2 NORMANQ

As Normas de Manutenção de Quartéis e Residências (NORMANQ) apresenta os seguintes artigos que dão diretrizes sobre instalações e projetos:

Artigo 16. Em caso de diversidade de tensões dentro de uma edificação, é conveniente a identificação da tensão correspondente a cada tomada, normalmente estampada no espelho da mesma, de modo a evitar danos decorrentes da ligação de aparelhos elétricos em tensões diferentes das suas tensões nominais.

Artigo 22. É responsabilidade do usuário da instalação manter o QDL em bom estado, com seus circuitos elétricos corretamente identificados. Cada fusível ou disjuntor deve ser identificado. Na própria porta do QDL ou ao seu lado, deve haver um esquema indicando:

I - número do circuito e respectiva proteção;

II - nomes das dependências atendidas;

III - relação dos pontos de luz e tomadas, com a potência de cada ponto, associadas a cada circuito;

IV - potência total do quadro e de cada circuito;

V - identificação do quadro conforme o projeto da instalação; e

VI - local e descrição do ponto de desligamento do quadro.

Como conclusão das normas militares, pode-se notar que há uma legítima preocupação da DOM com a uniformização e padronização dos projetos em edificações do Exército. Além disso, há a preocupação por manter as instalações em condições de identificação para posterior expansão e/ou manutenção.

4. METODOLOGIA

4.1 Introdução à metodologia

4.1.1 O conceito de compartimentação

A compartimentação é de extrema importância para o bom funcionamento de qualquer organismo institucional. Facilitar o controle, descentralizar o comando, aumentar o número de responsáveis – são apenas alguns dos benefícios da compartimentação. Podemos também encarar a compartimentação como uma organização elaborada, expressão de boa disciplina e planejamento organizacional.

Pode-se utilizar o conceito de compartimentação também para projetos de engenharia, não apenas na organização dos projetistas por área de atuação, que já é um excelente uso, mas também para a concepção das plantas do projeto. Restringindo ainda mais a área de influência, pode-se pensar em compartimentar um projeto de instalação elétrica.

Uma instalação elétrica seccionada, compartimentada e bem dividida é a solução que melhor responde, na prática, as questões apresentadas na Seção 2.2.

4.1.2 Caráter universal da metodologia

Embora esse trabalho esteja sendo feito no contexto de instalações elétricas do Exército, vale ressaltar que a metodologia a ser apresentada não se limita a instalações desse tipo. Pelo contrário, qualquer projetista, como boa prática, poderia adotar as diretrizes aqui descritas para que o projeto e a instalação fiquem em um alto padrão.

Também cabe afirmar que o tamanho da instalação é um impeditivo para adotar ou não a metodologia. Como descrito anteriormente, as obras do Exército não são instalações pequenas, mas a ideia geral do método pode ser aplicada a qualquer tipo de edificação, seja pequena ou grande, dependendo apenas da vontade e organização do projetista.

Para um projeto de uma residência ou apartamento, por exemplo, é sensato buscar uma compartimentação dos circuitos em quadros específicos por cargas, mesmo que, no total, a demanda não se compare a uma instalação industrial. Em suma, a ideia de compartimentação é muito útil para qualquer instalação.

4.1.3 Quadros elétricos

Os quadros elétricos, que regulam como a alimentação da instalação vai se distribuir, são o principal elemento na nova metodologia.

Segundo a NBR IEC 60050 (ABNT, 1997), citada pelo Guia EM da NBR 5410 (Revista *Eletricidade Moderna*), quadro de distribuição é “o equipamento elétrico destinado a receber energia elétrica através de uma ou mais alimentações, e distribuí-la a um ou mais circuitos, podendo também desempenhar funções de proteção, seccionamento, controle e/ou medição.” Além de distribuir a energia, ele também abriga os dispositivos de proteção dos circuitos elétricos.

A NBR 6808: *Controle de Manobra e Controle de Baixa Tensão Montados em Fábrica - Especificação* regula os quadros elétricos. Para edificações prediais, essa norma possui alguns requisitos que devem ser atendidos, entre eles: tensão nominal, corrente nominal, capacidade de curto-circuito, proteção contra choques elétricos, grau de proteção, identificação e ensaios.

A compartimentação de uma instalação elétrica acontecerá na alimentação, com seus principais núcleos sendo os quadros elétricos da edificação. Uma visão geral de como é uma instalação elétrica compartimentada é mostrada na Figura 1:

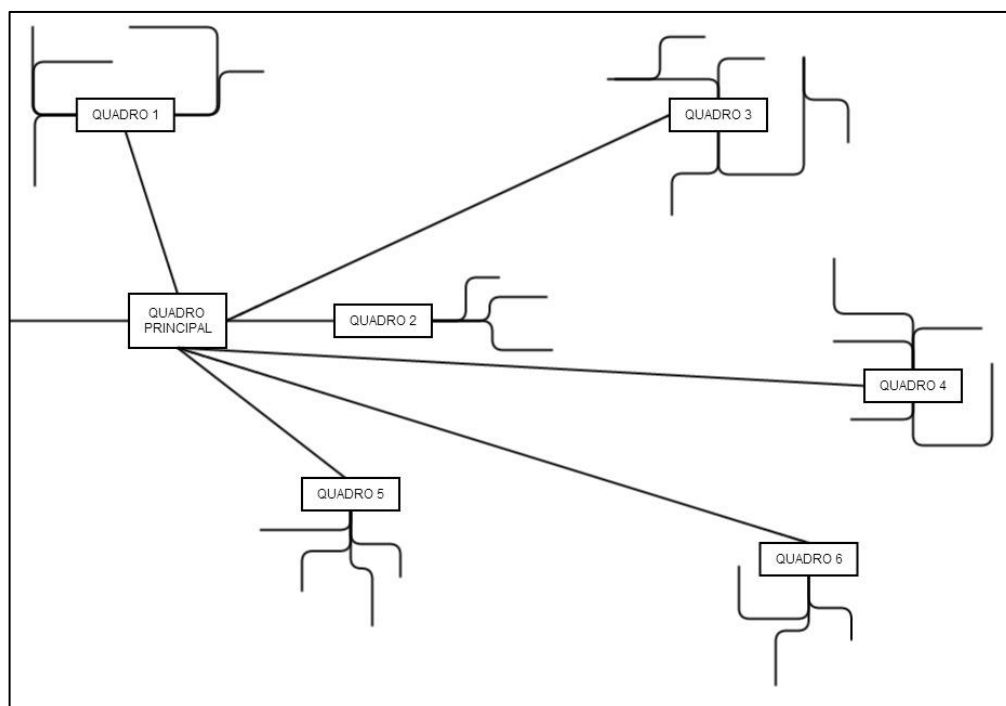


Figura 1 - Instalação elétrica compartimentada

4.1.4 Pré-projeto

O projetista, antes de iniciar o projeto, deve se inteirar dos aspectos gerais da edificação onde a instalação vai ser construída. É muito importante um contato com os outros projetistas da obra (dos outros tipos de instalação, como hidráulica e de lógica, por exemplo) e também dos arquitetos, além de um contato, se isso for possível e viável, com os futuros usuários da instalação, para saber as necessidades apresentadas.

Diante do exposto como introdução, a partir do próximo tópico passamos a detalhar como é a nova metodologia.

4.2 Descrição da Metodologia

4.2.1 Alimentação em ilhas

A instalação será dividida no que chamamos de **ilhas**. São espaços da edificação que concentrarão quadros elétricos de acordo com a divisão da instalação.

Em linhas gerais, a instalação (em sua alimentação), será hierarquizada. Tanto haverá ilhas de maior controle até ilhas de fim de atendimento, divididas por tipicidade de carga e localização.

Como boa prática de instalações, o Quadro de Medição e o Alimentador (onde a concessionária ou a rede de distribuição entrega a energia) se localizarão em um local externo à edificação.

4.2.2 Ilhas primárias

4.2.2.1 Ilha principal (IP)

A Ilha Principal será o centro de controle de toda a edificação. Será o topo da pirâmide da hierarquia da instalação.

Deve ser localizada em local de fácil acesso na parte interior do prédio, preferencialmente no mesmo andar que o alimentador predial se encontra. A escolha do local deve tentar conjugar pouca distância ao centro de cargas e ao alimentador.

É composta pelo Quadro Seccionador para Andares (QSA) e, no caso da edificação possuir a possibilidade de uma alimentação substituta (seja gerador ou fonte alternativa), também contará com o Quadro de Cargas Críticas (QCC).

A função do QSA será seccionar e controlar, através de disjuntores, a alimentação dos andares. Com isso, será possível desligar e ligar o suprimento de energia para os andares.

O QCC estará ligado a cargas críticas dos andares e controlará a alimentação e o seccionamento desta para essas cargas em caso de falta de energia. A mesma metodologia deverá ser aplicada para os quadros que estarão subordinados ao QCC.

4.2.2.2 Ilha Principal do Andar (IPA-n)

Cada andar possuirá também um centro de controle das cargas daquele andar, que será a IPA-n, onde n refere-se ao andar da edificação.

As IPA-n serão compostas por seis quadros, que receberão alimentação trifásica, com o principal sendo o Quadro Seccionador Central (QSC), que seccionará para outros cinco quadros que comandarão as ilhas. São eles:

- Quadro Central de Tomadas (QCT): comando os quadros de tomadas das ilhas;
- Quadro Central de Iluminação (QCI): comanda os quadros de iluminação das ilhas;
- Quadro Central de Ar-Condicionado (QCAC): comanda os quadros de ar-condicionado situados nas ilhas;
- Quadro Central de Cargas Específicas (QCCE): comanda os quadros de cargas específicas localizados nas ilhas;
- Quadro Reserva (QR): quadro que não terá, a priori, nenhuma ilha, quadros ou circuitos associados a ele. O uso desse quadro se dará quando do aumento de carga da instalação que não estava prevista inicialmente. Esse quadro poderá tanto alimentar outras Ilhas Reservas (IR) com seus quadros quanto diretamente circuitos terminais de grande demanda.

A partir desses quadros, todas as cargas daquele andar poderão ser controladas. A alimentação das ilhas subordinadas, que serão apresentadas a seguir, sairá dessa ilha, e através de disjuntores, elas serão energizadas ou terão seu atendimento de energia cortado.

4.2.3 Ilhas secundárias

As ilhas secundárias atenderão as cargas dentro dos andares. São classificadas em dois tipos: Normais ou Especiais.

4.2.3.1 Ilhas Secundárias Normais (ISN-n-m)

a) Nomenclatura:

Chamadas de ISN-n-m, onde n é o número do andar e m é o número da ilha dentro do andar. Exemplo: ISN-1-2 – 2ª ilha do 1º andar.

b) Princípio de formação:

O princípio de formação das ISN é a área atendida, independente das cargas.

Cada ISN deverá atender a uma região com área variando de 60m² a 110m². A escolha da região que delimita uma ISN também deve levar em conta aspectos arquitetônicos da instalação. Ou seja, as ilhas não serão engessadas pela área. Dentro do projeto arquitetônico, o projetista deve alocá-las da maneira mais coerente possível.

c) Composição:

Será composta por dois quadros:

- Quadro de Iluminação (QI): abriga os circuitos de iluminação. Sua alimentação vem do QCI da IPA-n. Recebe a alimentação do QCI da IPA-n;

- Quadro de Tomadas (QT): abriga os circuitos de tomadas de uso geral. Sua alimentação vem QCT da IPA-n.

d) Generalidades:

Cada ISN será atendida por, no mínimo, duas fases, com o objetivo de manter a alimentação no caso de falta de uma das fases.

O traçado do circuito buscará deixar os circuitos terminais mais curtos possíveis.

4.2.3.2 Ilhas Secundárias Especiais (ISE-n-m)

a) Nomenclatura:

Chamadas de ISE-n-m, onde n é o número do andar e m é o número da ilha dentro do andar. Exemplo: ISE-2-3 – 3ª ilha do 2º andar.

Se for necessário, por conta de carga nas ilhas subordinadas ao QCCE, o uso de mais de um quadro numa determinada área, deve-se nomear os quadros iguais da ilha. Por exemplo: ISE-1-6 QCE1 e ISE-1-6 QCE2, para o atendimento de uma carga de mais de 14000W numa mesma região.

b) Princípio de formação:

O princípio de formação das ISE é a carga atendida.

c) Composição:

Pode ser composta por até dois quadros. São eles:

- Quadro de Ar-Condicionado (QAC): abrigará os circuitos dos aparelhos de ar-condicionado. Sua alimentação vem do QCAC da IPA-n;
- Quadro de Cargas Específicas (QCE): abrigará os circuitos de cargas específicas da edificação, por exemplo, motores, máquinas de grande porte, chuveiros elétricos, etc. Sua alimentação vem do QCCE da IPA-n.

d) Generalidades:

Cada ISE será atendida por três fases, com o objetivo de atender a demanda se ocorrer aumento de carga (por exemplo, uso de cargas específicas).

A divisão de circuitos deve ser da seguinte forma:

| CARGAS POR QUADRO | |
|---|--------------|
| QCE | QAC |
| 14000W* | 60.000 Btu/h |
| Circuitos independentes para cada carga especial. | |

Tabela 1 – Cargas a serem adotadas nos quadros das ISE. *Para cargas maiores que esse valor, há a necessidade de utilização da alimentação que vem do QR da IPA-n.

Os objetivos dessas distribuições é o equilíbrio das cargas, principalmente com a preocupação de se alocar as cargas parecidas nos quadros. Para isso, a quantidade de circuitos por quadro deve ser múltipla de três, se isso for possível.

Na Figura 2, apresenta-se o croqui geral resumido com os elementos principais da instalação e a hierarquia que há entre eles:

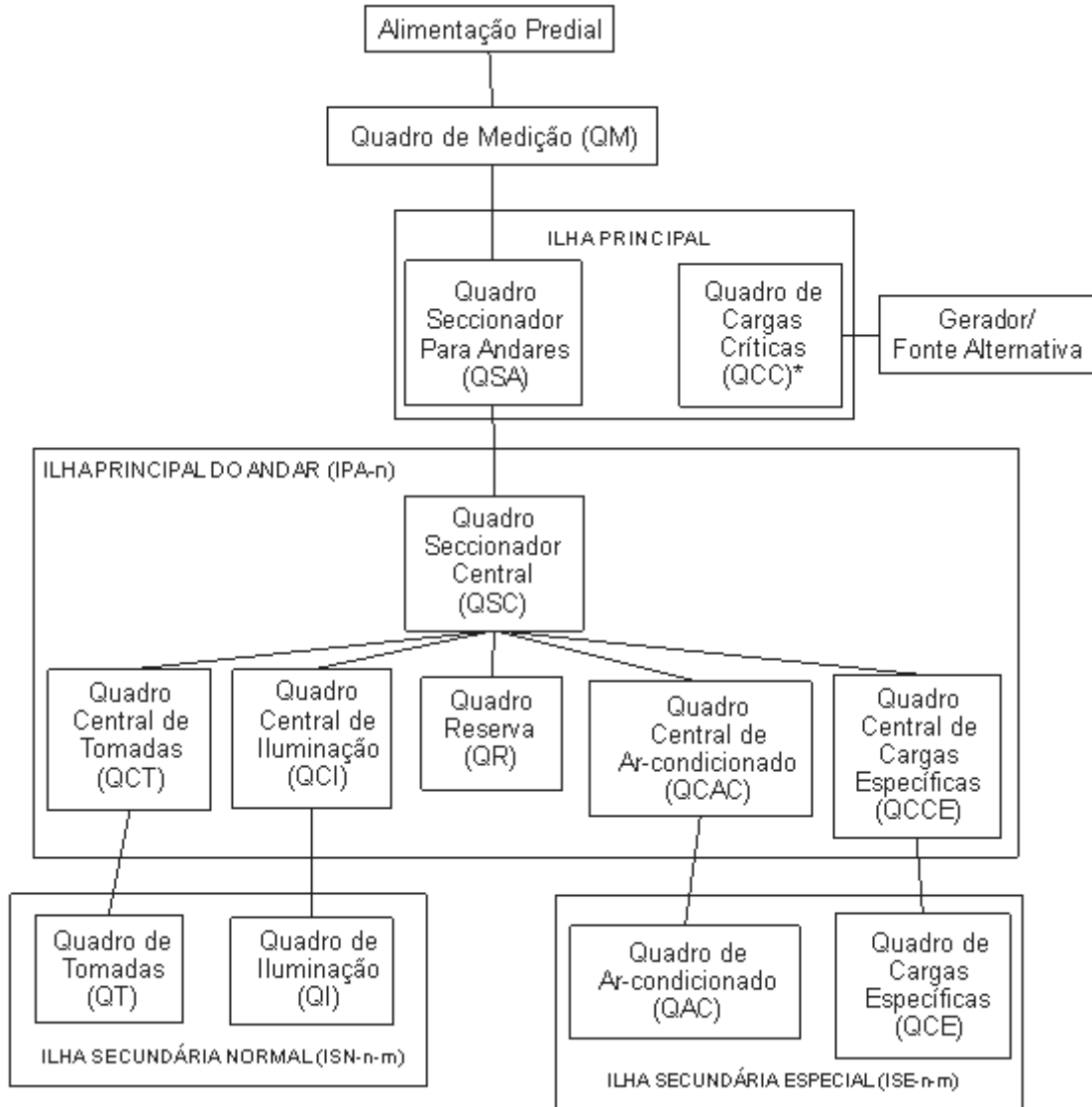


Figura 2 - Hierarquia de quadros na instalação.

***Para o QCC, a mesma hierarquia deve ser seguida, entretanto, com uma nova árvore formada pelos quadros de cargas críticas. Esse texto focará apenas a metodologia aplicada ao QSA, embora possa ser adaptado para o QCC com muita facilidade.**

4.3 Fatores de demanda e diversidade

O software que é usado para a elaboração dos projetos elétricos faz o cálculo da demanda e da diversidade entre os circuitos terminais. Entretanto, como na nova metodologia os quadros das ilhas são como circuitos terminais, por conta das ramificações, o projetista necessita intervir no software para que haja a correta coordenação entre os disjuntores.

Para tomadas de uso geral e iluminação, que apresentam demanda baixa, e como a instalação tem semelhança com escritórios (horário de ponta do consumo acontece no horário do expediente), a demanda entre os quadros pode ser também diminuída e o disjuntor a jusante não precisa estar na carga total, como para atender todas as ilhas ao mesmo tempo.

Já para as cargas de ar-condicionado e de uso específico, por simplificação, considera-se o fator de demanda próximo do unitário, o que obriga o disjuntor a ter uma corrente maior, para atender a simultaneidade de cargas.

Conclui-se que o projetista deve atentar para os relatórios de dimensionamento dados pelo programa visando à coordenação das proteções de acordo com o tipo de carga atendida na ilha, levando em conta a demanda e a diversidade entre os quadros das ilhas, que, com a nova metodologia, podem ser vistos como circuitos terminais (por conta da hierarquização dos quadros).

4.4 Considerações sobre condutos

4.4.1 Instrução geral

Seguindo o que a DOM instituiu, a instalação elétrica deve ser aparente (sempre que não houver impedimento legal ou técnico) e, no caso de não haver possibilidade de ser aparente (por motivos de estética ou segurança), possuir a facilidade de intervenção para aumento, inspeção ou manutenção.

4.4.2 O benefício da compartimentação nos condutos

Como a instalação está dividida em ilhas e graças à hierarquia entre quadros, o cálculo da corrente e posterior escolha do condutor, através do critério de capacidade de condução de corrente, será facilitado. O cálculo sempre será realizado para o pior caso (ou seja, maior

carga), o que facilitará a escolha ideal de cabos, sem colocar cabos maiores em ramos que não exigem isso.

Essa facilidade na escolha dos condutos graças à concentração das cargas também traz o benefício de deixar a instalação mais barata e sem sobras.

Vale ressaltar que com o dimensionamento, deve ser levado em conta o aumento de carga, sobretudo nas Ilhas Secundárias Especiais.

4.5 Identificação das ilhas

Com o objetivo de não haver problemas na identificação das ilhas, quadros e circuitos, fato que é muito comum em instalações em geral, prevê-se, nessa metodologia a correta identificação dos elementos da instalação.

Os quadros receberão adesivos para serem colocados na porta, com as siglas que nomeiam as ilhas a que eles pertencem e os quadros que eles são, do seguinte modo:

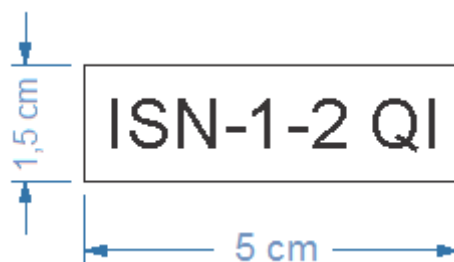


Figura 3 – Padrão para identificação de quadro

Os disjuntores do quadro também serão identificados com um adesivo que nomeia o circuito que ele controla. A identificação padrão seguirá o seguinte padrão, podendo ser substituída por uma menor caso o quadro não possua espaço para tal:



Figura 4 - Padrão para identificação de circuitos

Na parte interna da porta do quadro também terá uma pequena planta da área que o quadro atende, identificando os circuitos e a localização dos pontos de luz ou força. Segue um exemplo do padrão a ser adotado:

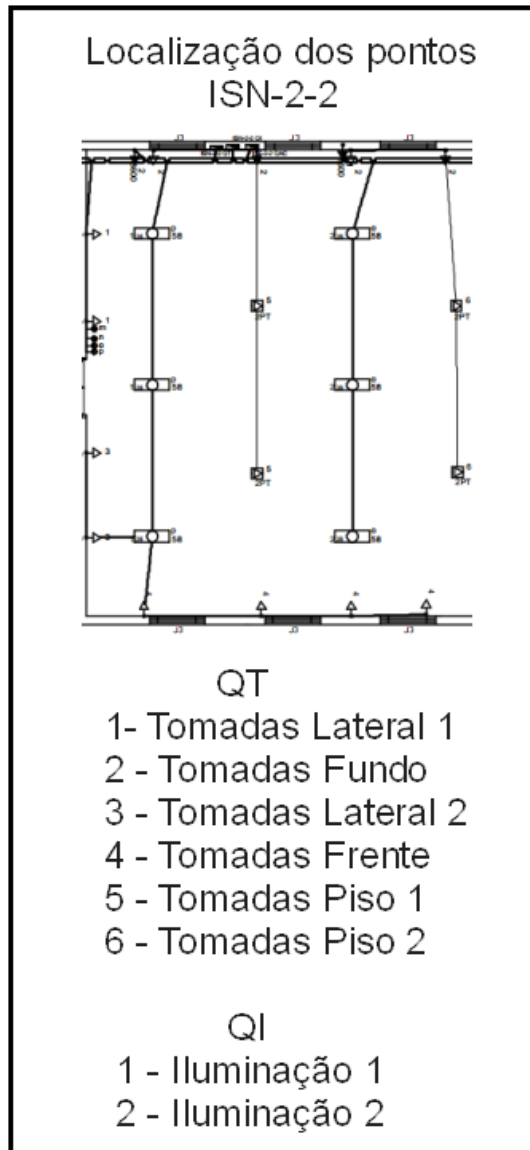


Figura 5 – Exemplo de identificador de pontos dos circuitos

5. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

A metodologia apresentada foi aplicada ao projeto citado no Capítulo 2 desta monografia, a revitalização da CCSV da EASA, em Cruz Alta - RS, obra da CRO/3.

As plantas dos pavimentos em escala menor com o projeto elétrico são apresentadas no Anexo A.

Nos subitens a seguir será descrito como o projeto foi concebido com base na metodologia apresentada:

5.1 Condutores

No pavimento inferior, os condutores da instalação foram prioritariamente alocados em uma eletrocalha em formato de duplo H, levando tanto alimentadores para os quadros quanto, onde forem necessários, os circuitos terminais desses quadros. Já no pavimento superior, uma única eletrocalha fez a ligação entre a IPA-2 e a maioria das ilhas secundárias.

5.2 Alocação da Ilha Principal

Foi escolhido um local próximo à área externa e de fácil acesso nos dois andares para a alocação da Ilha Principal, que contem o Quadro Seccionador dos Andares. Esse quadro recebe a alimentação através de condutos subterrâneos do Quadro de Medição, e este é alimentado pelo Alimentador.

O ponto escolhido fica no centro da instalação e próximo a ele é o ponto de subida para o abastecimento do pavimento superior.

A figura 6 mostra na planta o local onde foi alocada a IP.

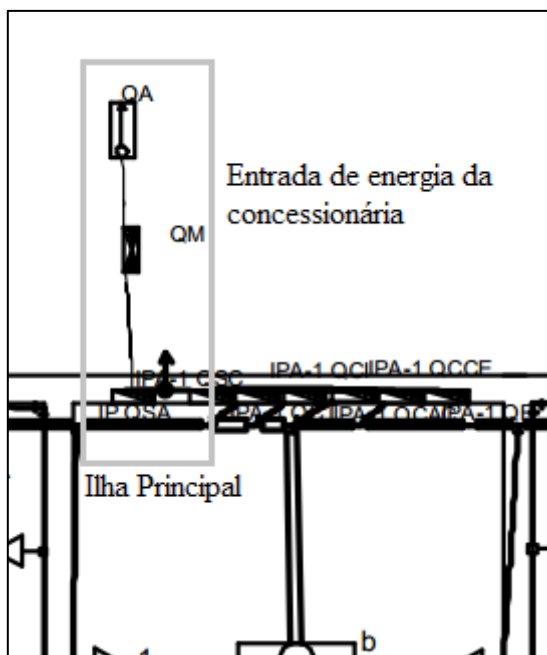


Figura 6 – Alimentação da edificação

Conforme a metodologia, o QSA controla as Ilhas Principais de todos os andares. No caso da edificação em questão, controla a IPA-1 e a IPA-2.

A IPA-1 e a IPA-2 são compostas pelo QSC, que alimenta o QCI, o QCT, o QCAC, o QCCE (que alimentarão as ilhas dos respectivos andares) e do QR.

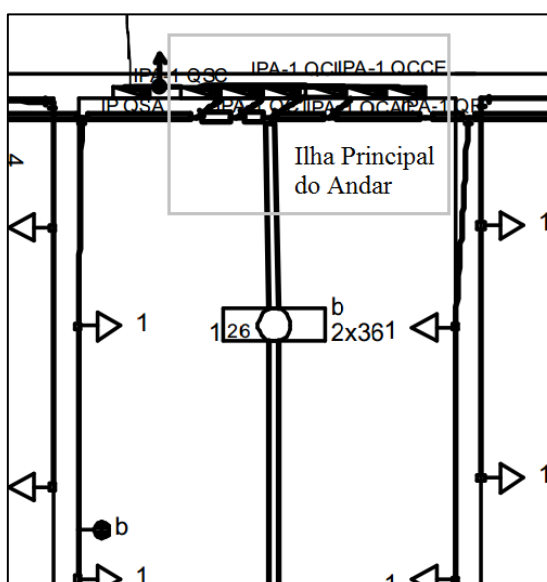


Figura 7 - IPA-1

5.3 Alocação das ISN

Foram criadas nove ISN no pavimento térreo e sete no pavimento superior. A Tabela 2 mostra a distribuição das ISN quanto à área abrangida e quantidade de circuitos atendidos pelos quadros. O Anexo B traz as figuras com as áreas atendidas por cada ISN.

| DISTRIBUIÇÃO DE ÁREA E CIRCUITOS NAS ISN | | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Ilha | Área (m²) | Nº de circuitos de Tomadas | Nº de circuitos de Iluminação |
| ISN-1-1 | 75 | 5 | 4 |
| ISN-1-2 | 89 | 5 | 5 |
| ISN-1-3 | 68 | 5 | 5 |
| ISN-1-4 | 68 | 5 | 4 |
| ISN-1-5 | 78 | 4 | 3 |
| ISN-1-6 | 60 | 5 | 4 |
| ISN-1-7 | 60 | 3 | 4 |
| ISN-1-8 | 85 | 4 | 4 |
| ISN-1-9 | 85 | 3 | 3 |
| ISN-2-1 | 110 | 5 | 2 |
| ISN-2-2 | 100 | 6 | 2 |
| ISN-2-3 | 100 | 4 | 2 |
| ISN-2-4 | 95 | 4 | 5 |
| ISN-2-5 | 94 | 5 | 2 |
| ISN-2-6 | 94 | 4 | 2 |
| ISN-2-7 | 94 | 4 | 2 |

Tabela 2 – Distribuição de área e circuitos das ISN

5.4 Alocação das ISE

Foram alocadas oito ISE no andar térreo, sendo seis apenas contendo QAC e as outras duas contendo somente QCE.

No andar superior, foram alocadas oito ISE, sendo sete exclusivas com QAC e a oitava formada por cinco QCE.

A Tabela 3 mostra as cargas que as ISE atendem.

| DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS NAS ISE | | | |
|--------------------------------|------------|---------|------------|
| Ilha | Carga | Ilha | Carga |
| ISE-1-1 | 60000 Btus | ISE-2-1 | 60000 Btus |
| ISE-1-2 | 60000 Btus | ISE-2-2 | 60000 Btus |
| ISE-1-3 | 60000 Btus | ISE-2-3 | 60000 Btus |
| ISE-1-4 | 60000 Btus | ISE-2-4 | 20000 Btus |
| ISE-1-5 | 60000 Btus | ISE-2-5 | 60000 Btus |
| ISE-1-6 | 60000 Btus | ISE-2-6 | 60000 Btus |
| ISE-1-7 | 13200 W | ISE-2-7 | 60000 Btus |
| ISE-1-8 | 13200 W | ISE-2-8 | 66000 W |

Tabela 3 – Cargas nas ISE

5.5 Resultados do projeto

Nos itens a seguir são apresentados os resultados do software para o projeto executado. Conforme a metodologia alerta, o projetista teve que fazer a coordenação das proteções porque o Lumine não faz a correta associação dos disjuntores, já que não há fator de demanda entre quadros.

5.5.1 QSA

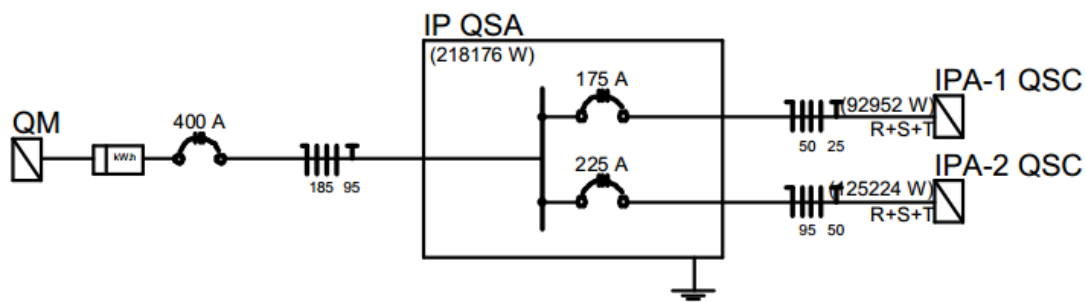


Figura 8 - Diagrama unifilar total da instalação

Quadro de Cargas (IP QSA)

| Circuito | V (V) | Pot. total. (W) | Fases | Ip (A) | Seção (mm2) | Ic (A) | Disj (A) | dV parc (%) | dV total (%) |
|-----------|-------------|-----------------|-------|--------|-------------|--------|----------|-------------|--------------|
| IPA-1 QSC | 380 / 220 V | 92952 | R+S+T | 175.0 | 50 | 175.0 | 175.0 | 0.03 | 0.20 |
| IPA-2 QSC | 380 / 220 V | 125224 | R+S+T | 205.1 | 95 | 269.0 | 225.0 | 0.11 | 0.28 |
| TOTAL | | 218176 | R+S+T | | | | | | |

Tabela 4 - Quadro de cargas QSA

Quadro de Demanda (IP QSA)

| Tipo de carga | Potência instalada (kVA) | Fator de demanda (%) | Demanda (kVA) |
|---|--------------------------|----------------------|---------------|
| Uso específico | 0.00 | 100 | 0.00 |
| | 202.54 | 100 | 202.54 |
| Iluminação e TUG's (Escritórios e salas comerciais) | 0.00 | 100 | 0.00 |
| | 45.22 | 40 | 18.09 |
| TOTAL | | | 220.63 |

Tabela 5 - Demanda da instalação

5.5.2 IPA-1

5.5.2.1 QSC

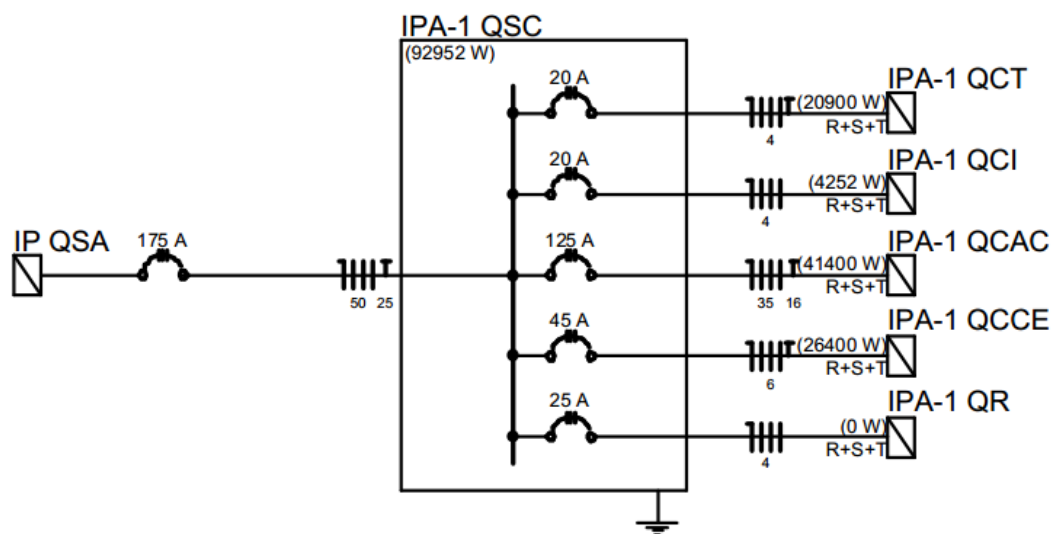


Figura 9 - Unifilar geral do andar 1

Quadro de Cargas (IPA-1 QSC)

| Circuito | V (V) | Pot. total (W) | Fases | I _p (A) | Seção (mm ²) | I _c (A) | Disj (A) | dV parc (%) | dV total (%) |
|------------|-------------|----------------|-------|--------------------|--------------------------|--------------------|----------|-------------|--------------|
| IPA-1 QCT | 380 / 220 V | 20900 | R+S+T | 15.5 | 4 | 37.0 | 20.0 | 0.02 | 0.22 |
| IPA-1 QCI | 380 / 220 V | 4252 | R+S+T | 3.2 | 4 | 37.0 | 20.0 | | 0.21 |
| IPA-1 QCAC | 380 / 220 V | 41400 | R+S+T | 115.7 | 35 | 144.0 | 125.0 | 0.05 | 0.25 |
| IPA-1 QCCE | 380 / 220 V | 26400 | R+S+T | 40.8 | 6 | 48.0 | 45.0 | 0.14 | 0.34 |
| IPA-1 QR | 380 / 220 V | 0 | R+S+T | 0.0 | 4 | 37.0 | 25.0 | | 0.20 |
| TOTAL | | 92952 | R+S+T | | | | | | |

Tabela 6 - Quadro de cargas IPA-1 QSC

5.5.2.2 QCT

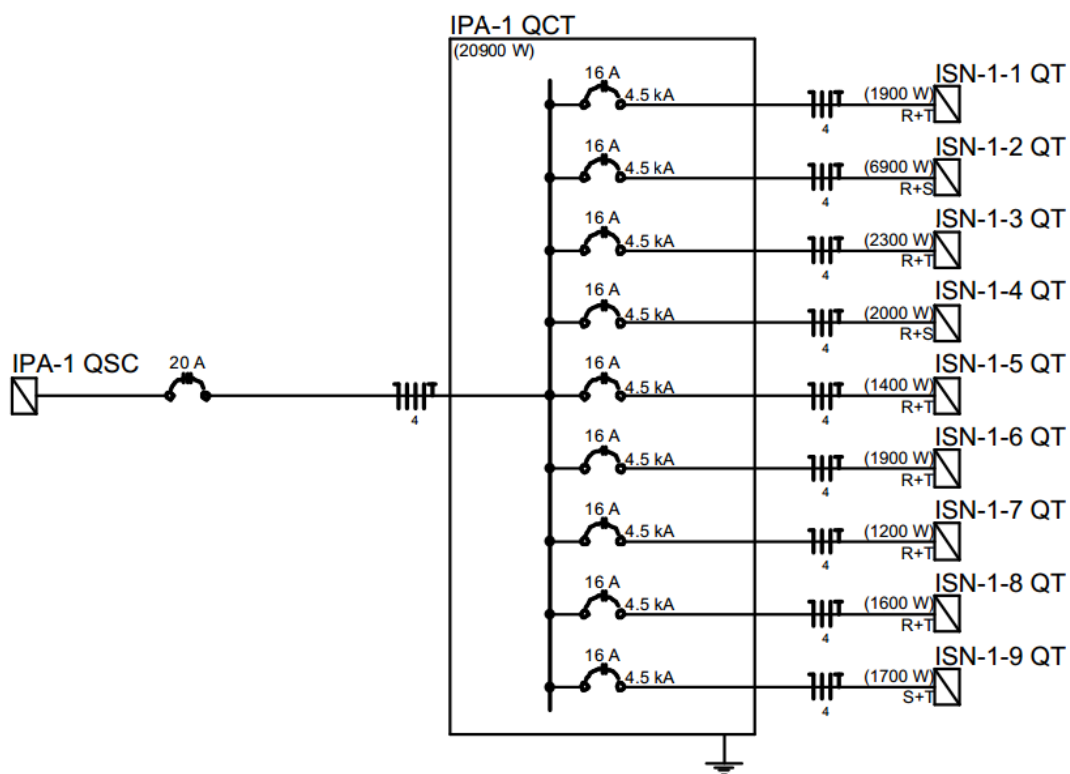


Figura 10 - Unifilar IPA-1 QCT

Quadro de Cargas (IPA-1 QCT)

| Circuito | V (V) | Pot. total. (W) | Fases | Ip (A) | Seção (mm ²) | Ic (A) | Disj (A) | dV parc (%) | dV total (%) |
|------------|-------------|-----------------|-------|--------|--------------------------|--------|----------|-------------|--------------|
| ISN-1-1 QT | 380 / 220 V | 1900 | R+T | 2.4 | 4 | 37.0 | 16.0 | 0.30 | 0.52 |
| ISN-1-2 QT | 380 / 220 V | 6900 | R+S | 12.1 | 4 | 37.0 | 16.0 | 2.11 | 2.33 |
| ISN-1-3 QT | 380 / 220 V | 2300 | R+T | 2.7 | 4 | 37.0 | 16.0 | 0.26 | 0.47 |
| ISN-1-4 QT | 380 / 220 V | 2000 | R+S | 2.4 | 4 | 37.0 | 16.0 | 0.21 | 0.43 |
| ISN-1-5 QT | 380 / 220 V | 1400 | R+T | 1.7 | 4 | 37.0 | 16.0 | 0.14 | 0.36 |
| ISN-1-6 QT | 380 / 220 V | 1900 | R+T | 2.4 | 4 | 37.0 | 16.0 | 0.16 | 0.38 |
| ISN-1-7 QT | 380 / 220 V | 1200 | R+T | 2.4 | 4 | 37.0 | 16.0 | 0.35 | 0.57 |
| ISN-1-8 QT | 380 / 220 V | 1600 | R+T | 2.0 | 4 | 37.0 | 16.0 | 0.25 | 0.47 |
| ISN-1-9 QT | 380 / 220 V | 1700 | S+T | 3.0 | 4 | 37.0 | 16.0 | 0.48 | 0.70 |
| TOTAL | | 20900 | R+S+T | | | | | | |

Tabela 7 - Quadro de cargas IPA-1 QCT

a) ISN-1-1 QT

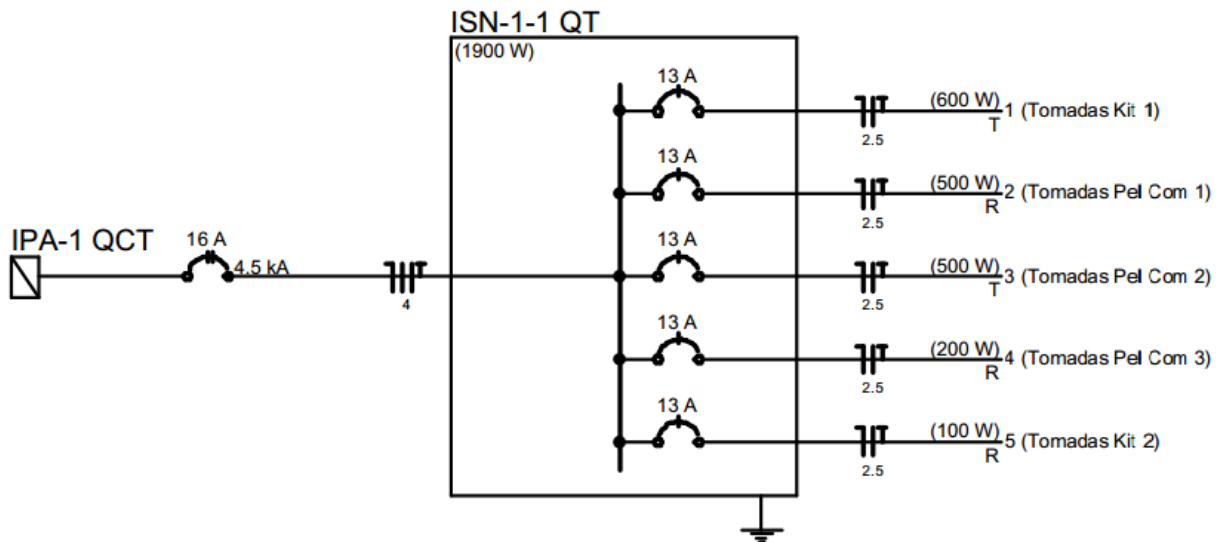


Figura 11 - Exemplo de unifilar de QT das ISN

Quadro de Cargas (ISN-1-1 QT)

| Circuito | V (V) | Tomadas (W) | Pot. total. (W) | Fases | Ip (A) | Seção (mm ²) | Ic (A) | Disj (A) | dV parc (%) | dV total (%) |
|----------|-------|-------------|-----------------|-------|--------|--------------------------|--------|----------|-------------|--------------|
| | | 100 | | | | | | | | |
| 1 | 220 V | 6 | 600 | T | 3.4 | 2.5 | 31.0 | 13.0 | 0.14 | 0.66 |
| 2 | 220 V | 5 | 500 | R | 2.5 | 2.5 | 31.0 | 13.0 | 0.14 | 0.66 |
| 3 | 220 V | 5 | 500 | T | 2.5 | 2.5 | 31.0 | 13.0 | 0.32 | 0.84 |
| 4 | 220 V | 2 | 200 | R | 1.0 | 2.5 | 31.0 | 13.0 | 0.15 | 0.67 |
| 5 | 220 V | 1 | 100 | R | 0.6 | 2.5 | 31.0 | 13.0 | 0.04 | 0.57 |
| TOTAL | | 19 | 1900 | R+T | | | | | | |

Tabela 8 - Exemplo de quadro de cargas de QT das ISN

5.5.2.3 QCI

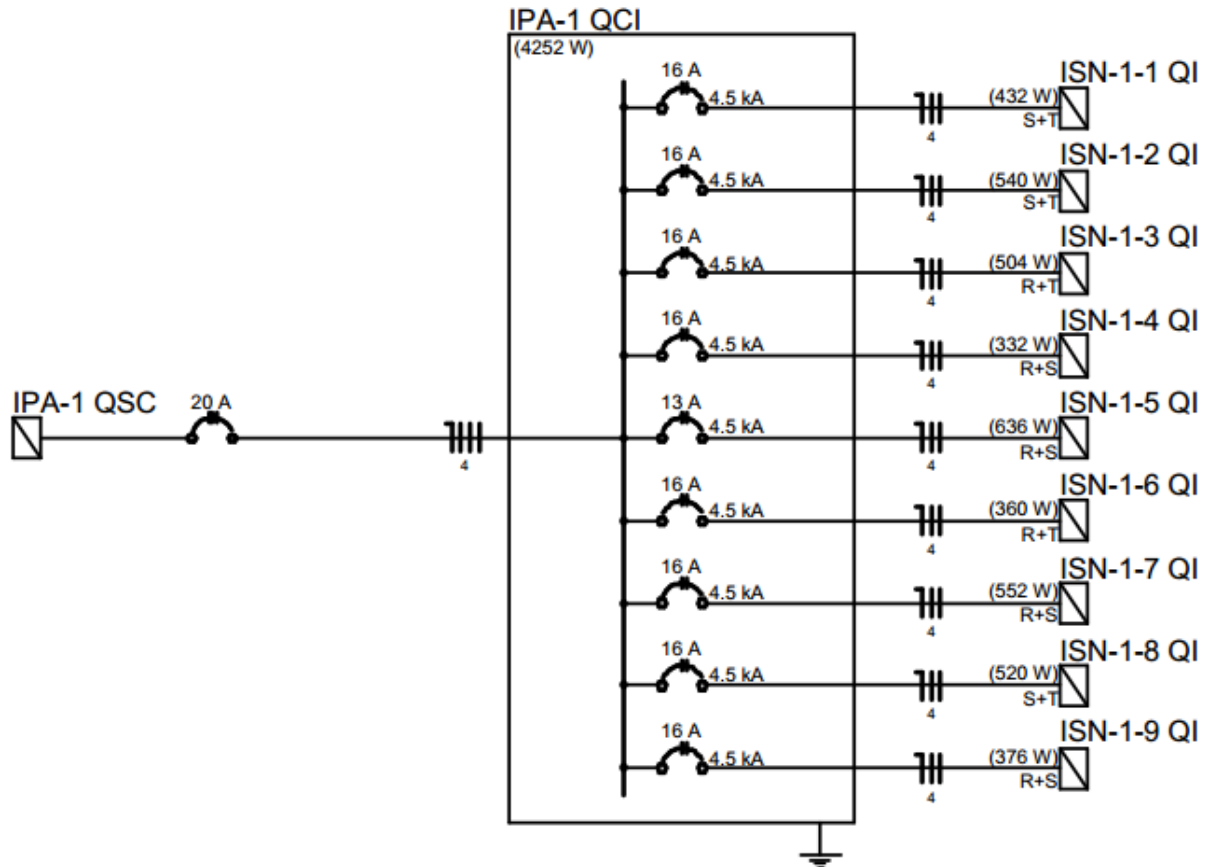


Figura 12 - Unifilar do QCI da IPA-1

Quadro de Cargas (IPA-1 QCI)

| Circuito | V (V) | Pot. total. (W) | Fases | Ip (A) | Seção (mm ²) | Ic (A) | Disj (A) | dV parc (%) | dV total (%) |
|------------|-------------|-----------------|-------|--------|--------------------------|--------|----------|-------------|--------------|
| ISN-1-1 QI | 380 / 220 V | 432 | S+T | 0.7 | 4 | 37.0 | 16.0 | 0.09 | 0.30 |
| ISN-1-2 QI | 380 / 220 V | 540 | S+T | 0.7 | 4 | 37.0 | 16.0 | 0.13 | 0.34 |
| ISN-1-3 QI | 380 / 220 V | 504 | R+T | 0.6 | 4 | 37.0 | 16.0 | 0.06 | 0.27 |
| ISN-1-4 QI | 380 / 220 V | 332 | R+S | 0.6 | 4 | 37.0 | 16.0 | 0.09 | 0.29 |
| ISN-1-5 QI | 380 / 220 V | 636 | R+S | 1.2 | 4 | 37.0 | 13.0 | 0.10 | 0.31 |
| ISN-1-6 QI | 380 / 220 V | 360 | R+T | 0.5 | 4 | 37.0 | 16.0 | 0.03 | 0.24 |
| ISN-1-7 QI | 380 / 220 V | 552 | R+S | 0.9 | 4 | 37.0 | 16.0 | 0.13 | 0.34 |
| ISN-1-8 QI | 380 / 220 V | 520 | S+T | 0.8 | 4 | 37.0 | 16.0 | 0.10 | 0.31 |
| ISN-1-9 QI | 380 / 220 V | 376 | R+S | 0.5 | 4 | 37.0 | 16.0 | 0.08 | 0.29 |
| TOTAL | | 4252 | R+S+T | | | | | | |

Tabela 9 - Quadro de cargas IPA-1 QCI

a) ISN-1-1 QI

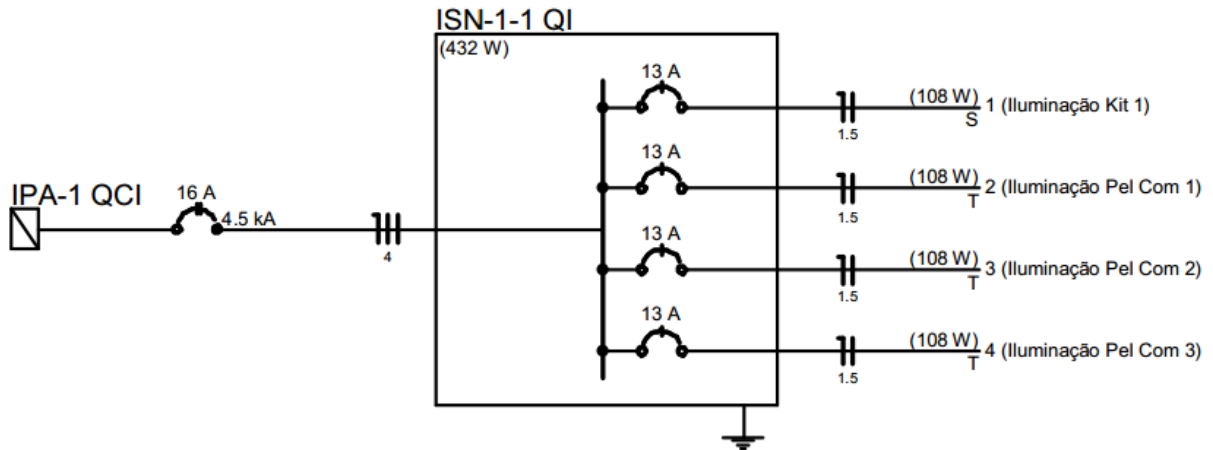


Figura 13 - Exemplo de unifilar de QI das ISN

Quadro de Cargas (ISN-1-1 QI)

| Circuito | V (V) | Iluminação (W) | Pot. total. (W) | Fases | Ip (A) | Seção (mm ²) | Ic (A) | Disj (A) | dV parc (%) | dV total (%) |
|----------|-------|----------------|-----------------|-------|--------|--------------------------|--------|----------|-------------|--------------|
| | | 18 | | | | | | | | |
| 1 | 220 V | 6 | 108 | S | 0.6 | 1.5 | 23.0 | 13.0 | 0.19 | 0.49 |
| 2 | 220 V | 6 | 108 | T | 0.6 | 1.5 | 23.0 | 13.0 | 0.15 | 0.45 |
| 3 | 220 V | 6 | 108 | T | 0.6 | 1.5 | 23.0 | 13.0 | 0.15 | 0.45 |
| 4 | 220 V | 6 | 108 | T | 0.6 | 1.5 | 23.0 | 13.0 | 0.11 | 0.42 |
| TOTAL | | 24 | 432 | S+T | | | | | | |

Tabela 10 - Exemplo de quadro de cargas de QI das ISN

5.5.2.4 QCAC

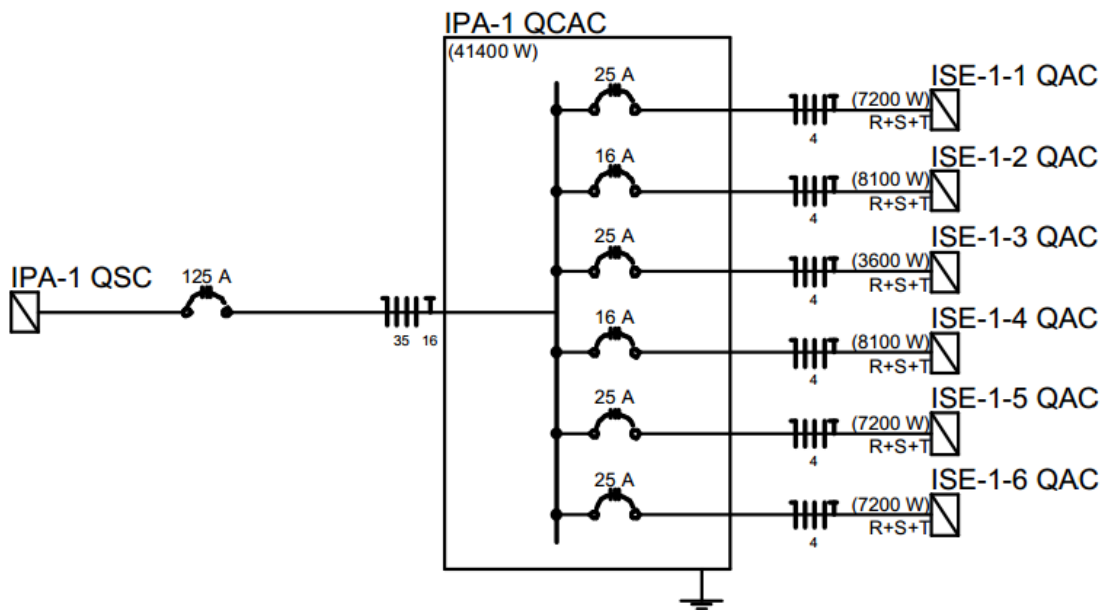


Figura 149 - Unifilar do QCAC

Quadro de Cargas (IPA-1 QCAC)

| Circuito | V (V) | Pot. total. (W) | Fases | Ip (A) | Seção (mm2) | Ic (A) | Disj (A) | dV parc (%) | dV total (%) |
|-------------|-------------|-----------------|-------|--------|-------------|--------|----------|-------------|--------------|
| ISE-1-1 QAC | 380 / 220 V | 7200 | R+S+T | 20.5 | 4 | 37.0 | 25.0 | 2.19 | 2.44 |
| ISE-1-2 QAC | 380 / 220 V | 8100 | R+S+T | 15.3 | 4 | 37.0 | 16.0 | 2.05 | 2.30 |
| ISE-1-3 QAC | 380 / 220 V | 3600 | R+S+T | 20.5 | 4 | 37.0 | 25.0 | 2.98 | 3.23 |
| ISE-1-4 QAC | 380 / 220 V | 8100 | R+S+T | 15.3 | 4 | 37.0 | 16.0 | 0.74 | 0.99 |
| ISE-1-5 QAC | 380 / 220 V | 7200 | R+S+T | 20.5 | 4 | 37.0 | 25.0 | 1.56 | 1.81 |
| ISE-1-6 QAC | 380 / 220 V | 7200 | R+S+T | 23.7 | 4 | 37.0 | 25.0 | 2.85 | 3.10 |
| TOTAL | | 41400 | R+S+T | | | | | | |

Tabela 11 - Quadro de cargas do QCAC

a) ISE-1-1 QAC

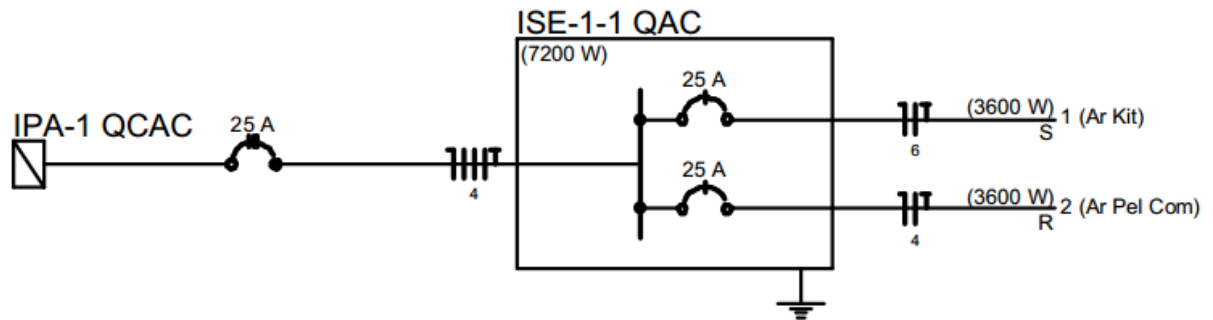


Figura 15 - Exemplo de unifilar de QAC das ISE
Quadro de Cargas (ISE-1-1 QAC)

| Circuito | V (V) | Tomadas (W) | Pot. total. (W) | Fases | Ip (A) | Seção (mm2) | Ic (A) | Disj (A) | dV parc (%) | dV total (%) |
|----------|-------|-------------|-----------------|-------|--------|-------------|--------|----------|-------------|--------------|
| | | 3600 | | | | | | | | |
| 1 | 220 V | 1 | 3600 | S | 20.5 | 6 | 54.0 | 25.0 | 0.59 | 3.04 |
| 2 | 220 V | 1 | 3600 | R | 20.5 | 4 | 42.0 | 25.0 | 0.57 | 3.02 |
| TOTAL | | 2 | 7200 | R+S+T | | | | | | |

Tabela 12 - Exemplo de quadro de cargas de QAC das ISE

5.5.2.5 QCCE

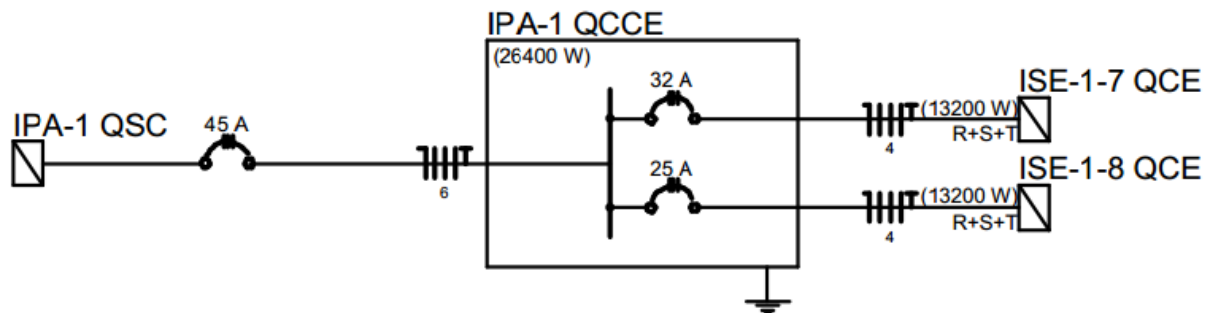


Figura 16 - Unifilar do QCCE da IPA-1

Quadro de Cargas (IPA-1 QCCE)

| Circuito | V (V) | Pot. total. (W) | Fases | Ip (A) | Seção (mm2) | Ic (A) | Disj (A) | dV parc (%) | dV total (%) |
|-------------|-------------|-----------------|-------|--------|-------------|--------|----------|-------------|--------------|
| ISE-1-7 QCE | 380 / 220 V | 13200 | R+S+T | 20.4 | 4 | 37.0 | 32.0 | 2.15 | 2.63 |
| ISE-1-8 QCE | 380 / 220 V | 13200 | R+S+T | 20.4 | 4 | 37.0 | 25.0 | 2.64 | 3.12 |
| TOTAL | | 26400 | R+S+T | | | | | | |

Tabela 13 - Quadro de cargas do QCCE da IPA-1

a) ISE-1-7 QCE

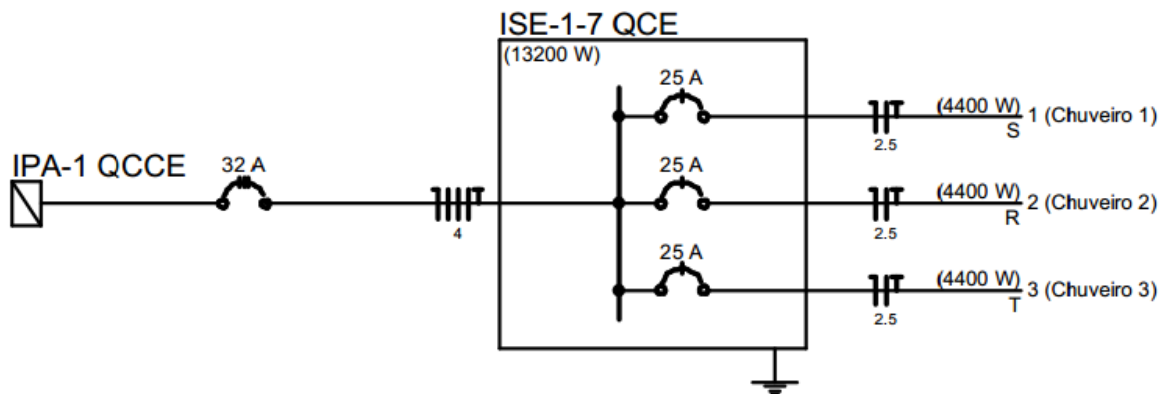


Figura 17 - Exemplo de unifilar de QCE das ISE

Quadro de Cargas (ISE-1-7 QCE)

| Circuito | V (V) | Tomadas (W) | Pot. total. (W) | Fases | Ip (A) | Seção (mm2) | Ic (A) | Disj (A) | dV parc (%) | dV total (%) |
|----------|-------|-------------|-----------------|-------|--------|-------------|--------|----------|-------------|--------------|
| | | 4400 | | | | | | | | |
| 1 | 220 V | 1 | 4400 | S | 20.4 | 2.5 | 31.0 | 25.0 | 1.05 | 3.67 |
| 2 | 220 V | 1 | 4400 | R | 20.4 | 2.5 | 31.0 | 25.0 | 0.97 | 3.59 |
| 3 | 220 V | 1 | 4400 | T | 20.4 | 2.5 | 31.0 | 25.0 | 0.89 | 3.52 |
| TOTAL | | 3 | 13200 | R+S+T | | | | | | |

Tabela 14 - Exemplo de quadro de cargas de QCE das ISE

5.5.3 IPA-2

5.5.3.1 QSC

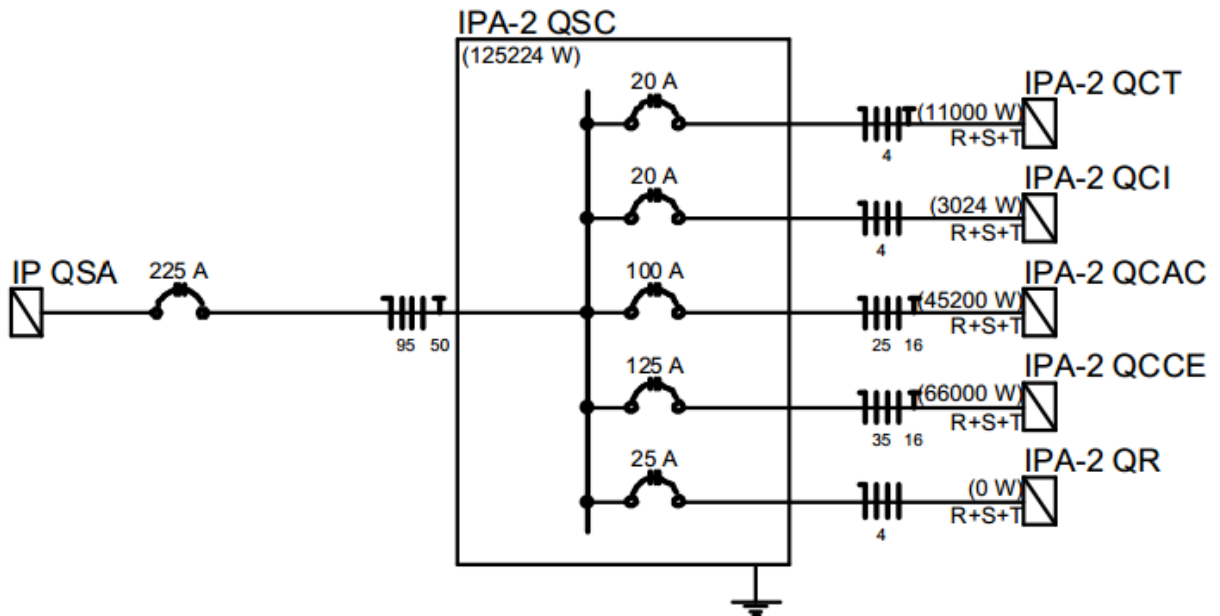


Figura 18 - Unifilar geral do andar superior

Quadro de Cargas (IPA-2 QSC)

| Circuito | V (V) | Pot. total (W) | Fases | Ip (A) | Seção (mm ²) | Ic (A) | Disj (A) | dV parc (%) | dV total (%) |
|--------------|-------------|----------------|--------------|--------|--------------------------|--------|----------|-------------|--------------|
| IPA-2 QCT | 380 / 220 V | 11000 | R+S+T | 7.8 | 4 | 37.0 | 20.0 | 0.01 | 0.30 |
| IPA-2 QCI | 380 / 220 V | 3024 | R+S+T | 2.3 | 4 | 37.0 | 20.0 | | 0.29 |
| IPA-2 QCAC | 380 / 220 V | 45200 | R+S+T | 93.2 | 25 | 117.0 | 100.0 | 0.07 | 0.36 |
| IPA-2 QCCE | 380 / 220 V | 66000 | R+S+T | 102.0 | 35 | 144.0 | 125.0 | 0.07 | 0.36 |
| IPA-2 QR | 380 / 220 V | 0 | R+S+T | 0.0 | 4 | 37.0 | 25.0 | | 0.28 |
| TOTAL | | 125224 | R+S+T | | | | | | |

Tabela 15 - Quadro de cargas do andar superior

5.5.3.2 QCT

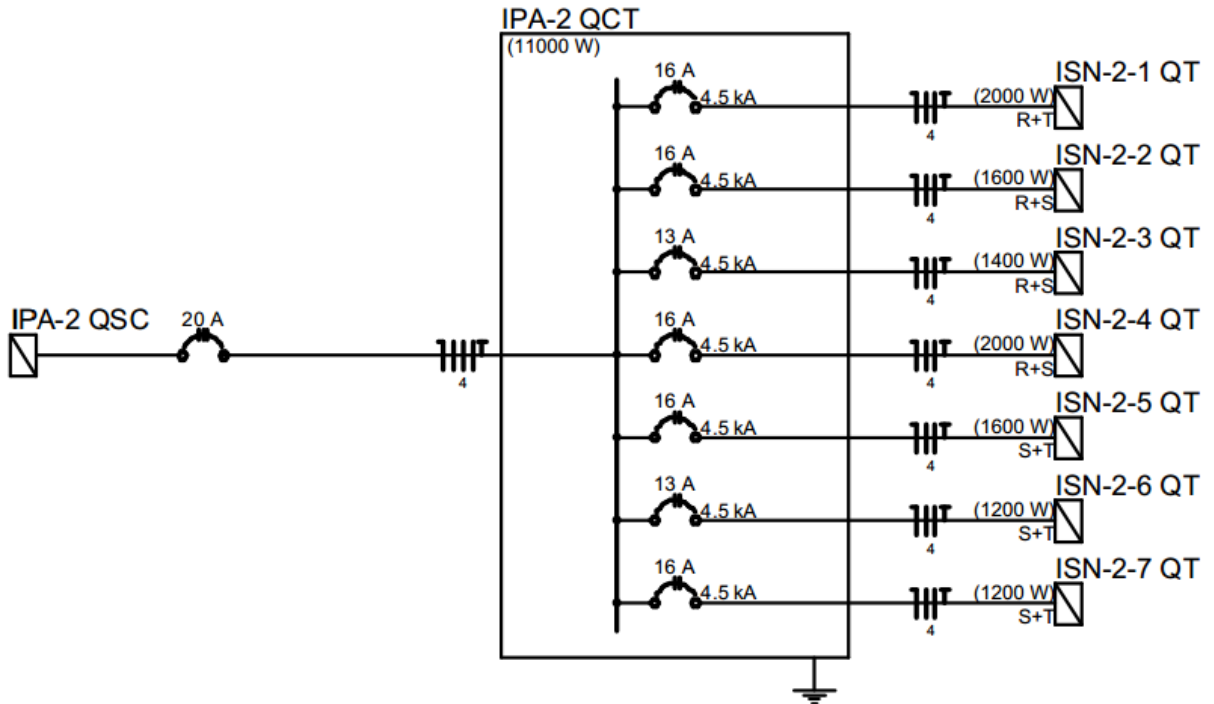


Figura 19 - Diagrama unifilar do QCT

Quadro de Cargas (IPA-2 QCT)

| Circuito | V (V) | Pot. total. (W) | Fases | Ip (A) | Seção (mm ²) | Ic (A) | Disj (A) | dV parc (%) | dV total (%) |
|------------|-------------|-----------------|-------|--------|--------------------------|--------|----------|-------------|--------------|
| ISN-2-1 QT | 380 / 220 V | 2000 | R+T | 2.4 | 4 | 37.0 | 16.0 | 0.32 | 0.62 |
| ISN-2-2 QT | 380 / 220 V | 1600 | R+S | 2.0 | 4 | 37.0 | 16.0 | 0.19 | 0.49 |
| ISN-2-3 QT | 380 / 220 V | 1400 | R+S | 2.0 | 4 | 37.0 | 13.0 | 0.09 | 0.39 |
| ISN-2-4 QT | 380 / 220 V | 2000 | R+S | 3.2 | 4 | 37.0 | 16.0 | 0.12 | 0.42 |
| ISN-2-5 QT | 380 / 220 V | 1600 | S+T | 2.0 | 4 | 37.0 | 16.0 | 0.15 | 0.45 |
| ISN-2-6 QT | 380 / 220 V | 1200 | S+T | 2.0 | 4 | 37.0 | 13.0 | 0.21 | 0.51 |
| ISN-2-7 QT | 380 / 220 V | 1200 | S+T | 1.4 | 4 | 37.0 | 16.0 | 0.21 | 0.50 |
| TOTAL | | 11000 | R+S+T | | | | | | |

Tabela 16 - Quadro de cargas do QCT da IPA-2

5.5.3.3 QCI

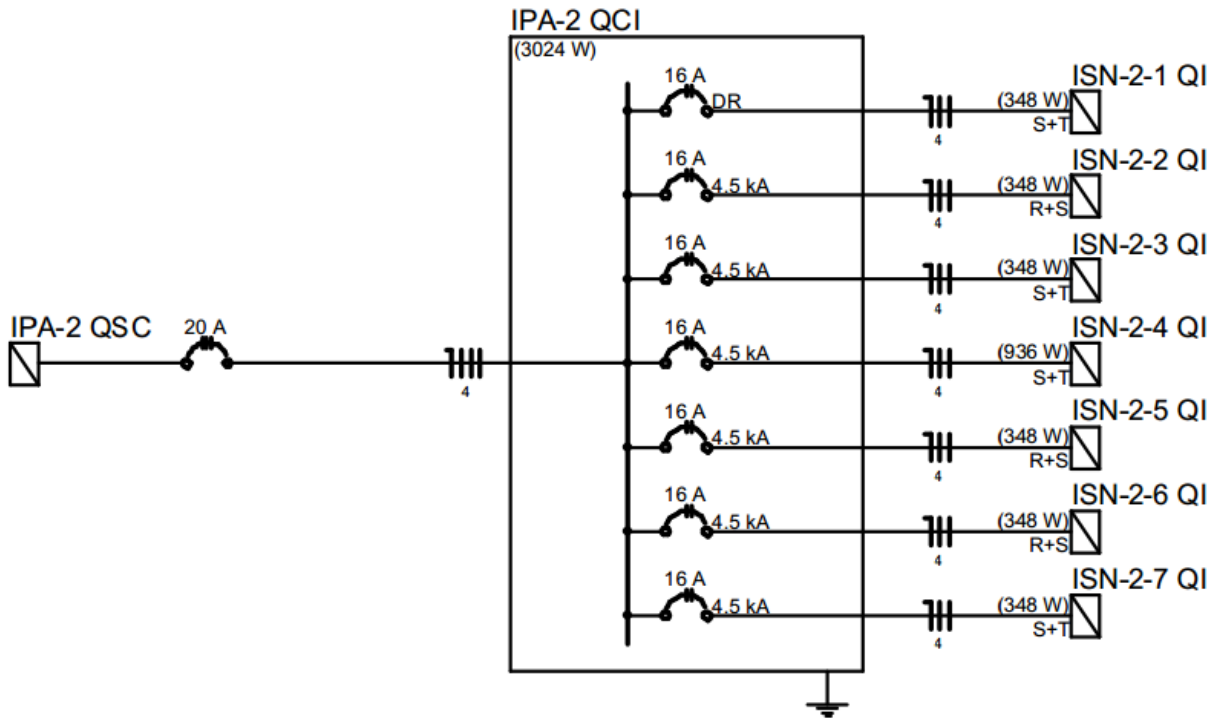


Figura 20 - Diagrama unifilar do QCI da IPA-2

Quadro de Cargas (IPA-2 QCI)

| Circuito | V (V) | Pot. total. (W) | Fases | I _p (A) | Seção (mm ²) | I _c (A) | Disj (A) | dV parc (%) | dV total (%) |
|------------|-------------|-----------------|-------|--------------------|--------------------------|--------------------|----------|-------------|--------------|
| ISN-2-1 QI | 380 / 220 V | 348 | S+T | 0.8 | 4 | 37.0 | 16.0 | 0.10 | 0.39 |
| ISN-2-2 QI | 380 / 220 V | 348 | R+S | 0.8 | 4 | 37.0 | 16.0 | 0.07 | 0.36 |
| ISN-2-3 QI | 380 / 220 V | 348 | S+T | 0.8 | 4 | 37.0 | 16.0 | 0.03 | 0.32 |
| ISN-2-4 QI | 380 / 220 V | 936 | S+T | 1.3 | 4 | 37.0 | 16.0 | 0.05 | 0.34 |
| ISN-2-5 QI | 380 / 220 V | 348 | R+S | 0.8 | 4 | 37.0 | 16.0 | 0.06 | 0.35 |
| ISN-2-6 QI | 380 / 220 V | 348 | R+S | 0.8 | 4 | 37.0 | 16.0 | 0.08 | 0.38 |
| ISN-2-7 QI | 380 / 220 V | 348 | S+T | 0.8 | 4 | 37.0 | 16.0 | 0.12 | 0.41 |
| TOTAL | | 3024 | R+S+T | | | | | | |

Tabela 17 - Quadro de cargas do QCI da IPA-2

5.5.3.4 QCAC

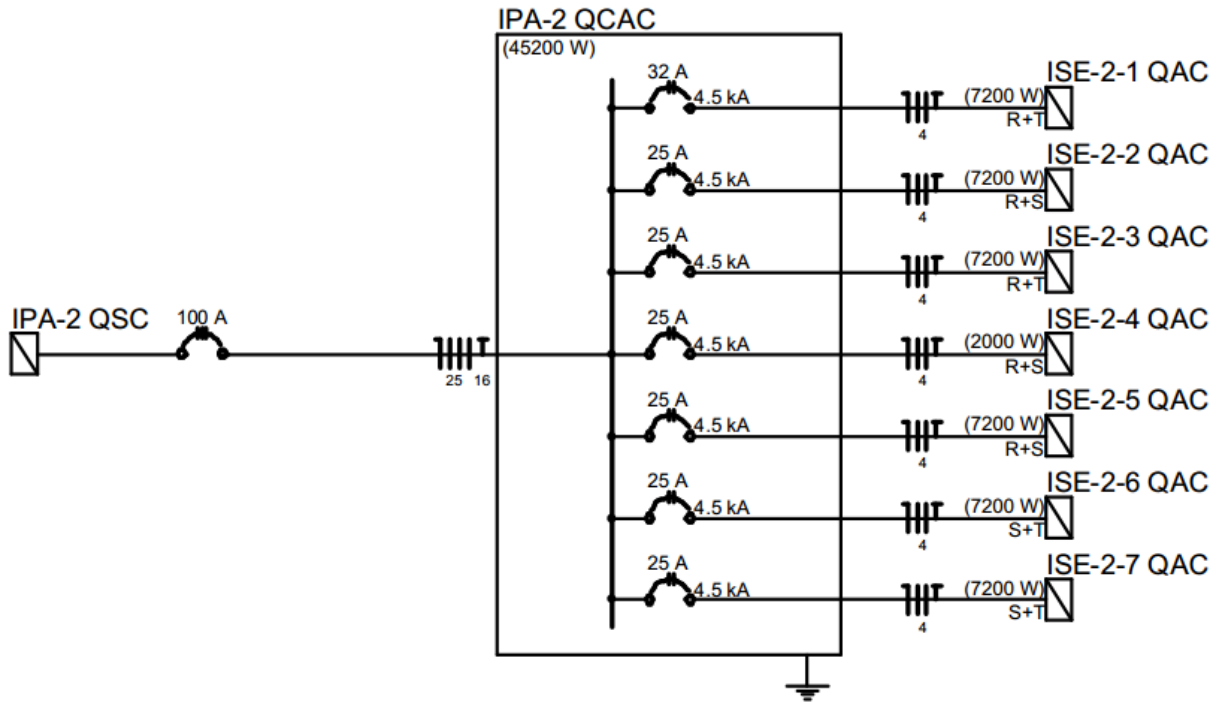


Figura 21 - Diagrama unifilar do QCAC da IPA-2

Quadro de Cargas (IPA-2 QCAC)

| Circuito | V (V) | Pot. total. (W) | Fases | Ip (A) | Seção (mm ²) | Ic (A) | Disj (A) | dV parc (%) | dV total (%) |
|-------------|-------------|-----------------|-------|--------|--------------------------|--------|----------|-------------|--------------|
| ISE-2-1 QAC | 380 / 220 V | 7200 | R+T | 20.5 | 4 | 37.0 | 32.0 | 2.51 | 2.87 |
| ISE-2-2 QAC | 380 / 220 V | 7200 | R+S | 20.5 | 4 | 37.0 | 25.0 | 1.72 | 2.08 |
| ISE-2-3 QAC | 380 / 220 V | 7200 | R+T | 20.5 | 4 | 37.0 | 25.0 | 0.67 | 1.03 |
| ISE-2-4 QAC | 380 / 220 V | 2000 | R+S | 11.4 | 4 | 37.0 | 25.0 | 0.55 | 0.91 |
| ISE-2-5 QAC | 380 / 220 V | 7200 | R+S | 20.5 | 4 | 37.0 | 25.0 | 1.21 | 1.57 |
| ISE-2-6 QAC | 380 / 220 V | 7200 | S+T | 20.5 | 4 | 37.0 | 25.0 | 2.14 | 2.50 |
| ISE-2-7 QAC | 380 / 220 V | 7200 | S+T | 20.5 | 4 | 37.0 | 25.0 | 2.79 | 3.15 |
| TOTAL | | 45200 | R+S+T | | | | | | |

Tabela 18 - Quadro de cargas do QCAC da IPA-2

5.5.3.5 QCCE

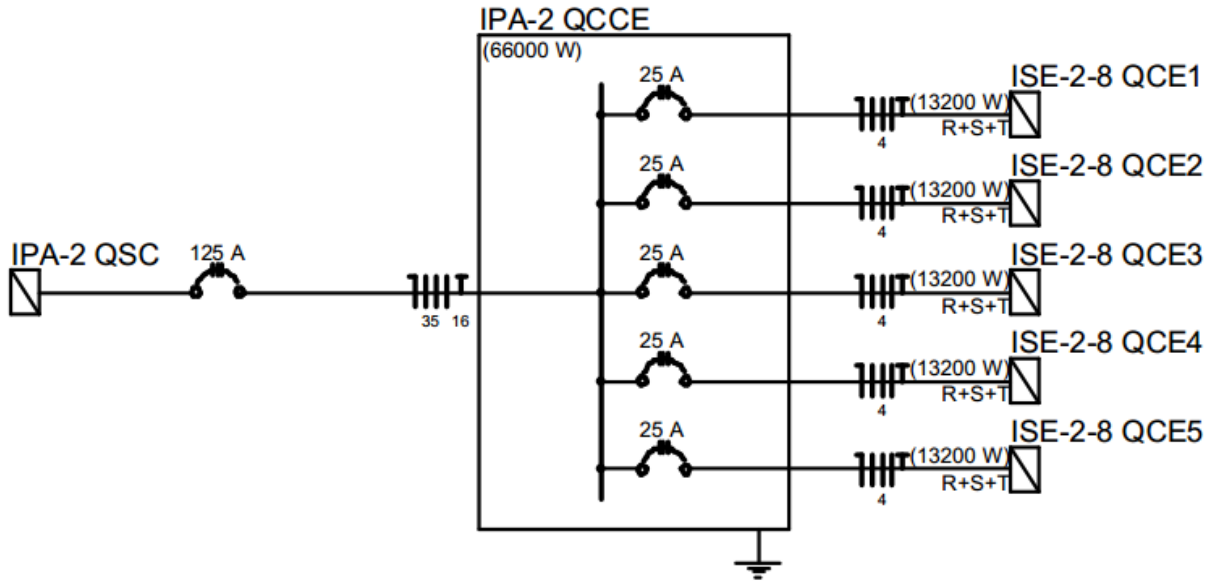


Figura 22 - Unifilar do QCCE da IPA-2

Quadro de Cargas (IPA-2 QCCE)

| Circuito | V (V) | Pot. total (W) | Fases | I _p (A) | Seção (mm ²) | I _c (A) | Disj (A) | dV parc (%) | dV total (%) |
|--------------|-------------|----------------|-------|--------------------|--------------------------|--------------------|----------|-------------|--------------|
| ISE-2-8 QCE1 | 380 / 220 V | 13200 | R+S+T | 20.4 | 4 | 37.0 | 25.0 | 1.52 | 1.88 |
| ISE-2-8 QCE2 | 380 / 220 V | 13200 | R+S+T | 20.4 | 4 | 37.0 | 25.0 | 1.54 | 1.90 |
| ISE-2-8 QCE3 | 380 / 220 V | 13200 | R+S+T | 20.4 | 4 | 37.0 | 25.0 | 1.50 | 1.85 |
| ISE-2-8 QCE4 | 380 / 220 V | 13200 | R+S+T | 20.4 | 4 | 37.0 | 25.0 | 1.48 | 1.84 |
| ISE-2-8 QCE5 | 380 / 220 V | 13200 | R+S+T | 20.4 | 4 | 37.0 | 25.0 | 1.44 | 1.80 |
| TOTAL | | 66000 | R+S+T | | | | | | |

Tabela 19 - Quadro de cargas do QCCE da IPA-2

6. ANÁLISE COMPARATIVA

Os dois projetos apresentam substancial diferença. Primeiramente, podemos pontuar quanto à maior abrangência do novo projeto, já que para a sua elaboração foi escolhido um número bem maior de pontos de luz e tomada. Isso foi adotado visando um aumento de carga futuro e a adequação da instalação já com uma quantidade de pontos disponível.

- Traçado:

Os traçados são muito diferentes. A adoção de eletrocalhas e a separação em ilhas trouxe uma grande simplificação ao traçado. Os circuitos terminais também ficaram curtos e facilmente controláveis dos quadros das ilhas. A instalação como um todo ficou bem mais organizada e simples.

- Número de circuitos:

No total, foram 101 circuitos no andar térreo e 77 no superior, totalizando 178 circuitos em toda a instalação. Um número muito maior que o do projeto anterior, que eram apenas 88. Esse número maior se dá pela compartimentação e traz facilidades, pois o controle de circuitos com poucos pontos atendidos é melhor do que o dos que possuem muitos pontos.

- Quantidade de quadros:

Quanto à quantidade de quadros, o novo projeto apresenta uma quantidade de quadros muito maior do que o antigo. São 65 contra apenas 3. Mas como foi explicado, os quadros são a parte primordial da nova metodologia e a criação das ilhas trouxe esse aumento.

- Coordenação da proteção:

Nesse último projeto, entretanto, apesar da facilidade da padronização, o projetista terá uma preocupação a mais, já que o software não está habilitado para fazer a demanda e a diversidade entre quadros, mas apenas entre circuitos. Portanto, o resultado que o software dá deve ser analisado e o projetista deve fazer a correta análise e arbitrar os valores dos disjuntores de forma que haja uma boa coordenação entre os disjuntores dos quadros.

- **Custo:**

Graças à diferença dos traçados e dos parâmetros adotados no último projeto prevendo aumento de carga, uma análise de custo não traria confiança para a comparação e não foi, por isso, tratada nesse trabalho. Entretanto, devido ao aumento do número de quadros e o uso de mais circuitos, a lista de materiais apresentada será maior nesse último projeto, espera-se que tenha um custo maior. Apesar disso, não será um entrave adotar a nova metodologia em instalações do Exército, que é o foco e a motivação do trabalho, porque os projetos de edificações militares devem ser funcionais e robustos, sem preocupação com o custo.

Resumidamente, os benefícios da nova metodologia são apresentados a seguir:

- ✓ Uniformização;
- ✓ Projeto facilitado: passo-a-passo padronizado;
- ✓ Instalação pronta para aumento de carga e atende a edificação caso seja destinada a outro fim;
- ✓ Manutenção facilitada;
- ✓ Facilidade de localização de falhas;
- ✓ Controle de carga e alimentação;
- ✓ Organização do projeto;
- ✓ Poucas cargas por quadro;
- ✓ Economia de fios de maior seção;
- ✓ Circuitos terminais curtos.

7. CONCLUSÃO

A realização desse trabalho trouxe inúmeros benefícios, principalmente na percepção de como um projeto bem estruturado e organizado é proveitoso. As ideias principais, de compartimentação e padronização, são muito úteis para que se tenham projetos eficientes, o que é esperado em obras militares, como é o caso em questão.

A problemática enfrentada para a concepção da metodologia foi na definição dos parâmetros a serem adotados para a padronização das ilhas. Esse problema só foi visualizado quando a metodologia foi colocada em prática, e ao máximo foi tentado minimizá-lo, para maior coerência e para que a implementação seja viável.

As vantagens da nova metodologia são muitas. As questões que foram apresentadas no Estudo de Caso foram solucionadas com a alocação das ilhas tanto primárias quanto secundárias. A compartimentação, através da hierarquização dos quadros, facilita o controle das cargas e a alocação dos circuitos em ilhas torna a localização de falhas e posterior manutenção bem mais fáceis.

O projetista, portanto, deve atentar para as vantagens dessa metodologia, dentre elas, a facilidade na elaboração do projeto seguindo um memento, mesmo que o custo para sua implementação seja maior. Os benefícios são a curto e a longo prazos.

Portanto, adotar essa metodologia demonstra preocupação com a instalação, tanto atual quanto no futuro, além de buscar a organização do projeto.

Por fim, é válido lembrar que essa metodologia, a priori elaborada para fins em obras militares, pode ser implementada em todo tipo de instalação, adequando-se às características específicas de outras edificações, dependendo da destinação a que se dá o prédio. Um entrave ao seu uso por projetistas em geral é um possível aumento de custo em relação ao projeto convencional, ponto a ser considerado no meio civil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 5410:2004

ABNT NBR IEC 60439-1:2003

Guia EM da NBR 5410. Revista Eletricidade Moderna

Eletricidade. Disponível em: <http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/8/89/Eletrid5.pdf>
Acessado em 13 de março de 2014.

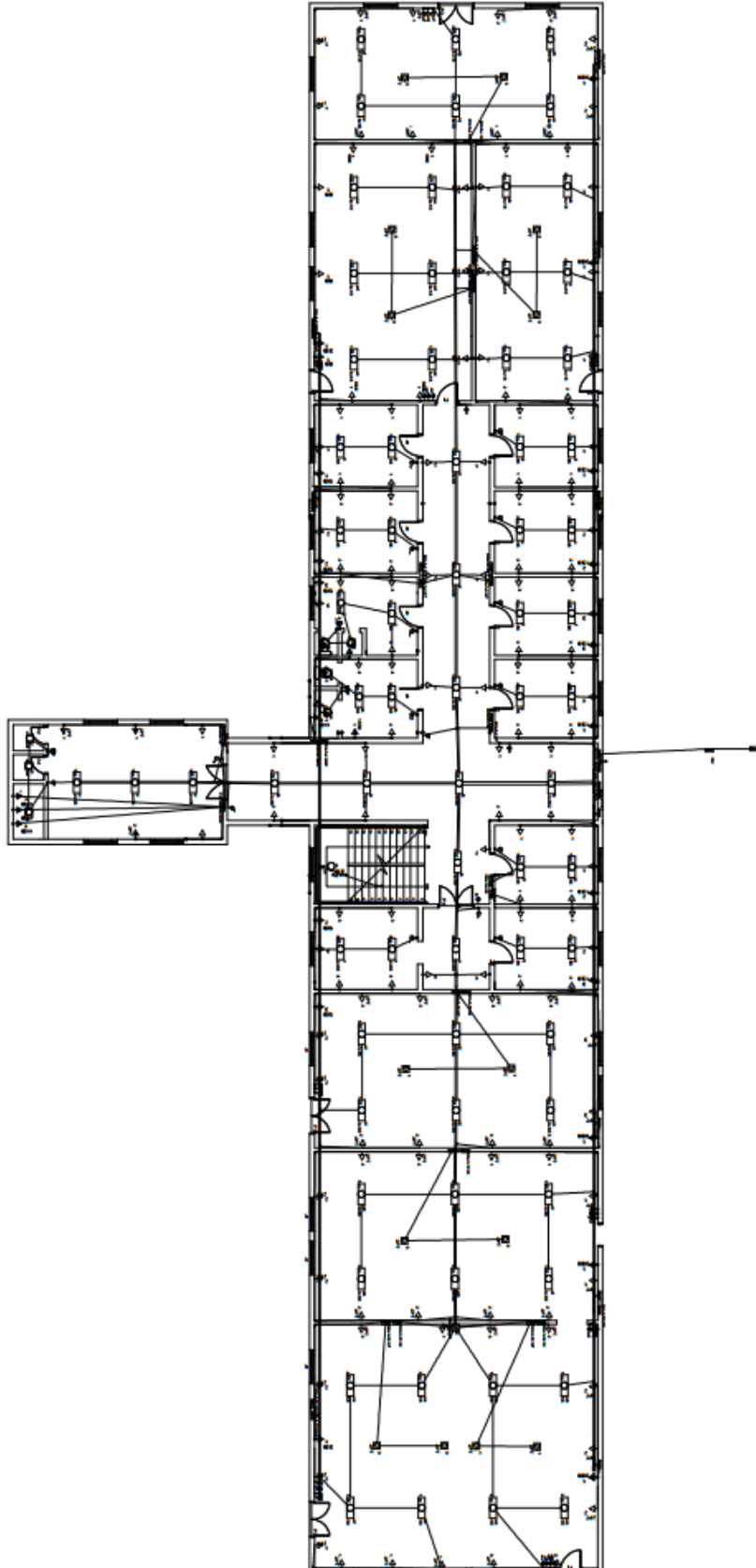
IG 50-03 Portaria 73 DOM. Disponível em:
http://www.dom.eb.mil.br/legislacao/ig/ig_50_03_port_73.pdf Acessado em: 14 de março de 2014.

NORMANQ DOM. Disponível em: <http://www.dom.eb.mil.br/legislacao/normas/normanqi.pdf>. Acessado em: 14 de março de 2014.

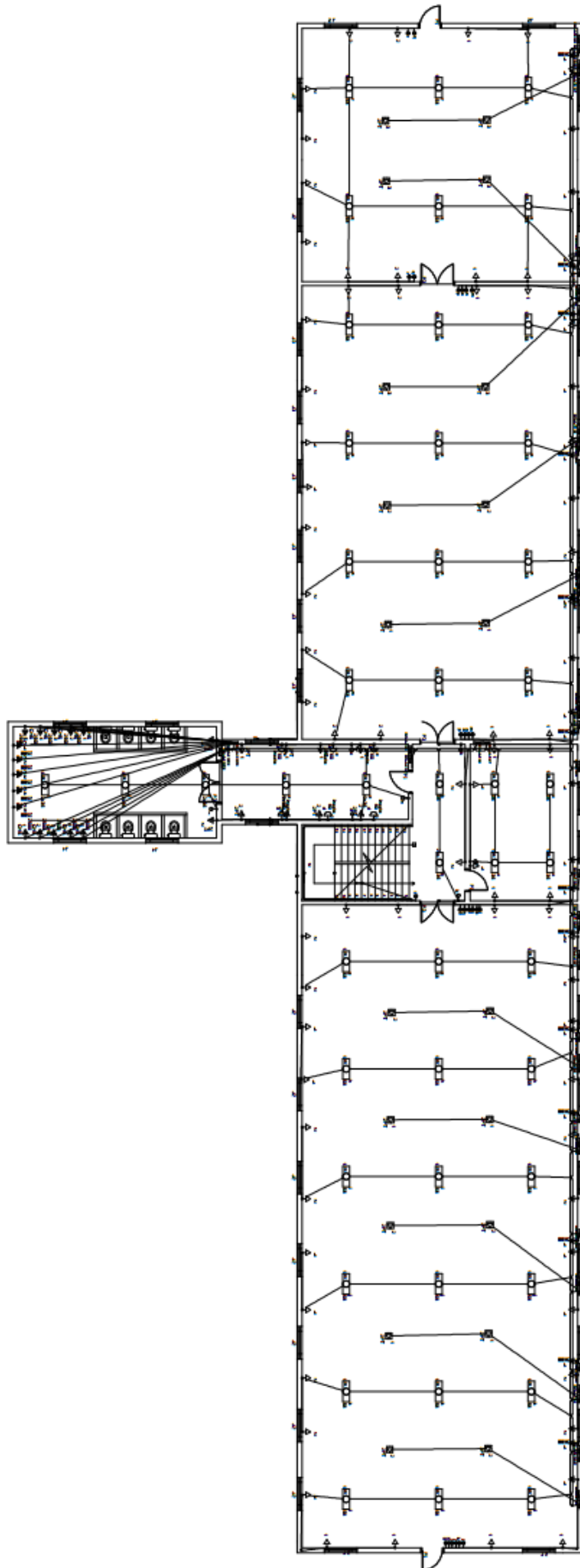
LIMA, Gustavo. **Eletricidade Instrumental**. Disponível em:
<http://docente.ifrn.edu.br/gustavolima/disciplinas/eletricidade-instrumental/tabela-de-potencia-site-cosern>. Acessado em 14 de março de 2014.

ANEXO A

1. Pavimento térreo:



2. Pavimento superior:



ANEXO B

ALOCAÇÃO DAS ISN

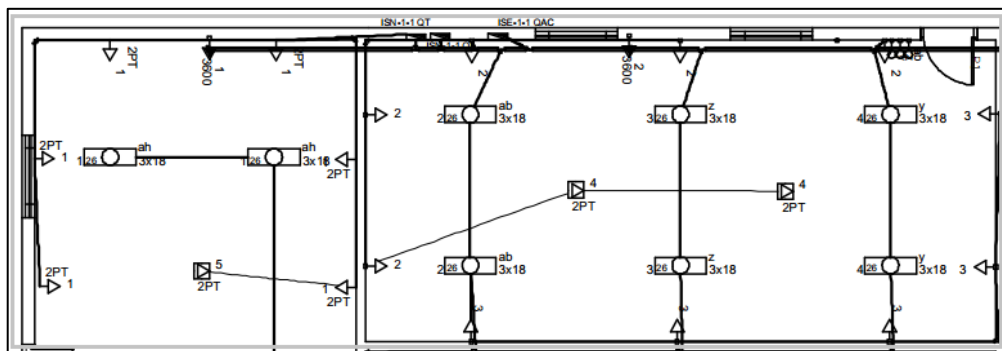


Figura 23 - ISN-1-1

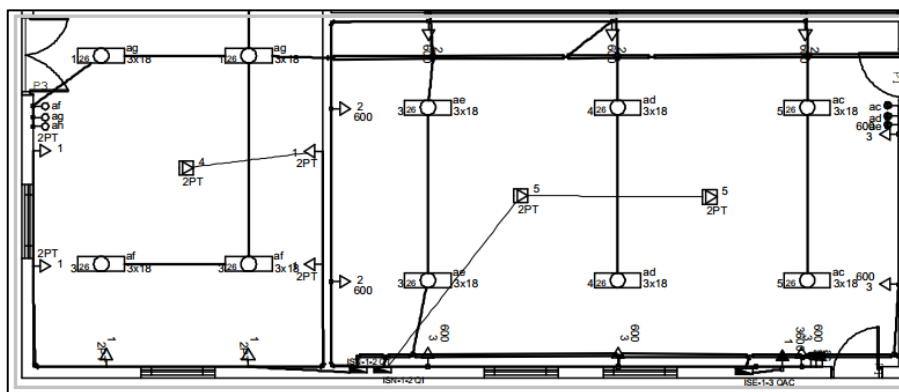


Figura 24 - ISN-1-2

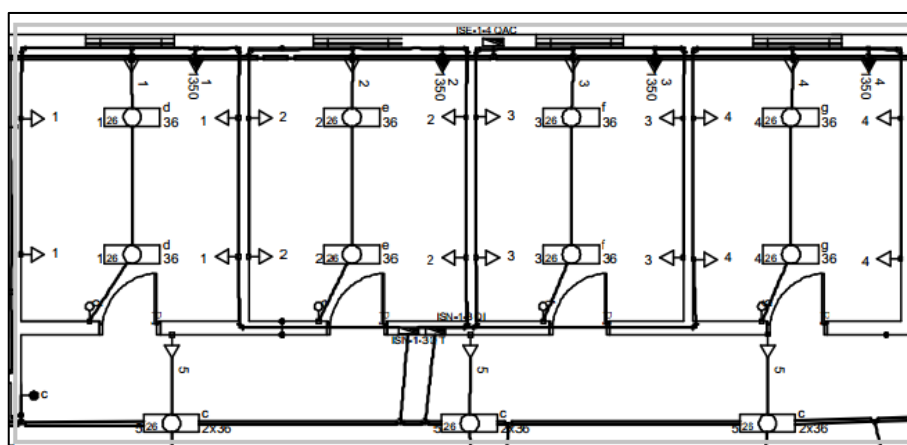


Figura 25 - ISN-1-3

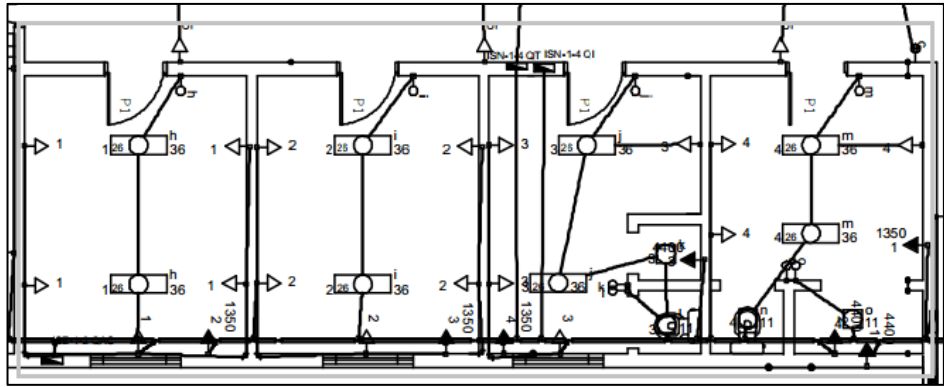


Figura 26 - ISN-1-4

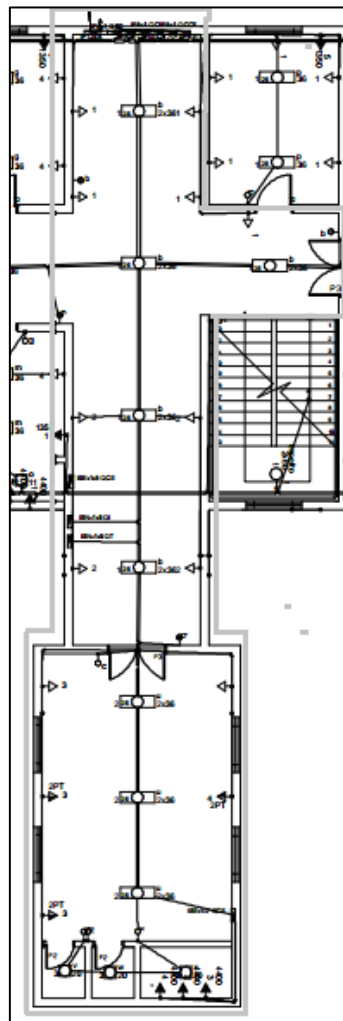


Figura 27 - ISN-1-5

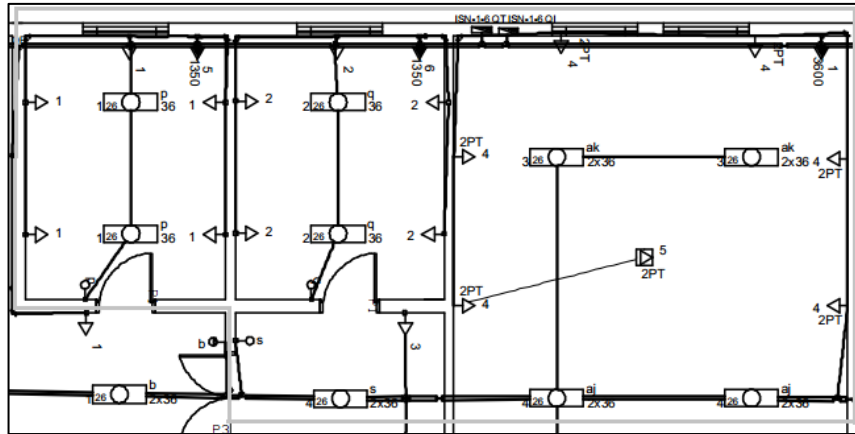


Figura 28 - ISN-1-6

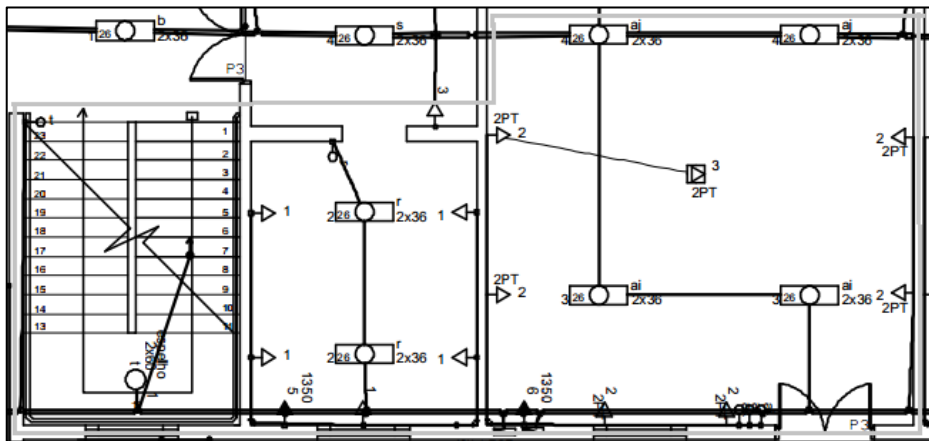


Figura 29 - ISN-1-7

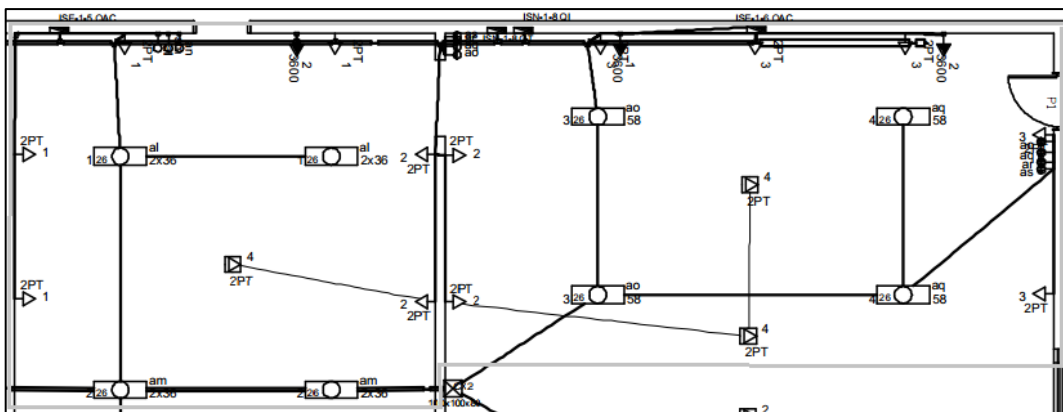


Figura 30 - ISN-1-8

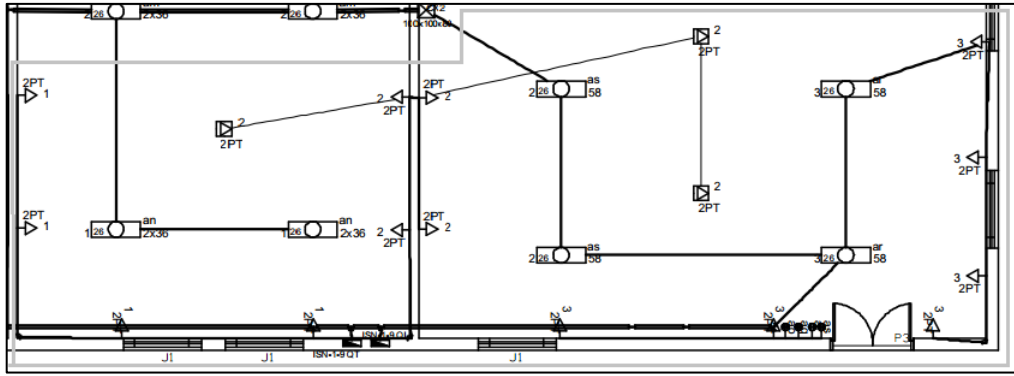


Figura 31 - ISN-1-9

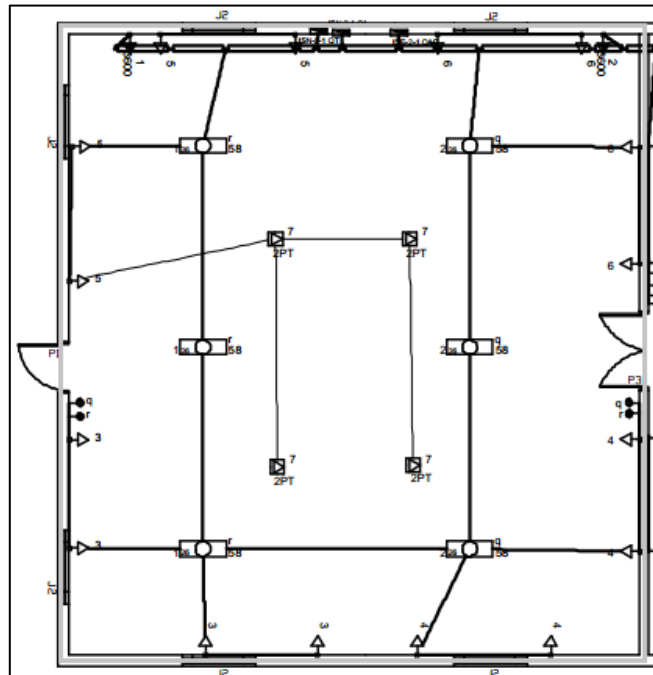


Figura 32 - ISN-2-1

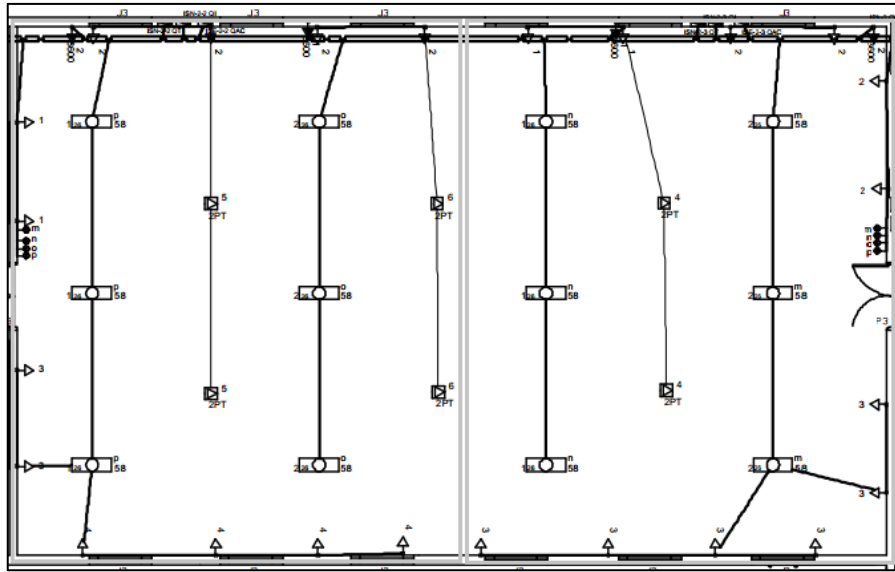


Figura 33 - ISN-2-2 e ISN-2-3

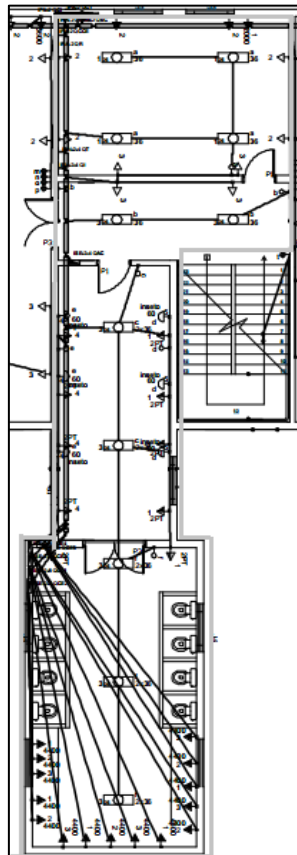


Figura 34 - ISN-2-4

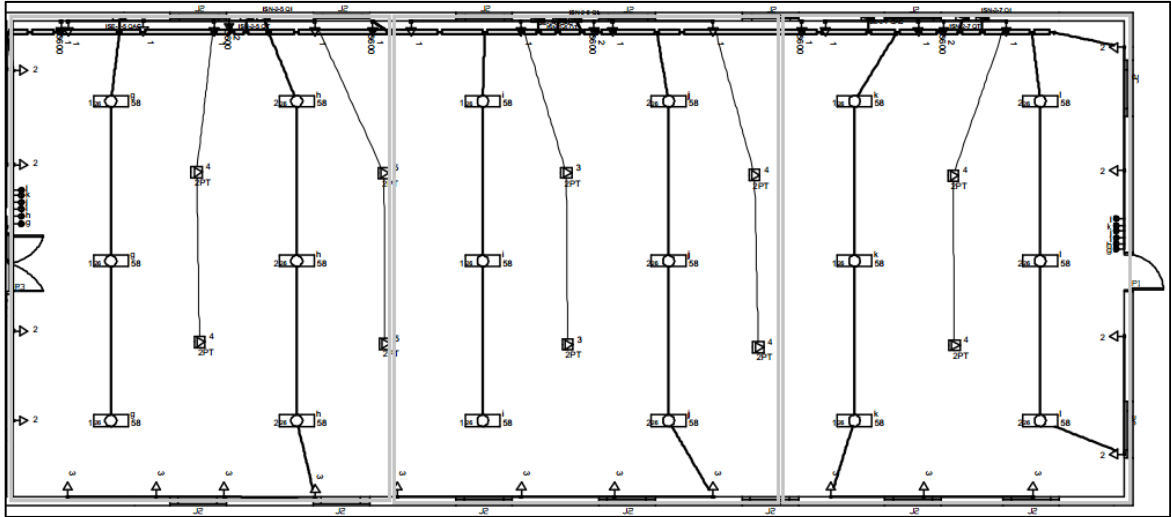


Figura 35 - ISN-2-5, ISN-2-6 e ISN-2-7