



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

VICTOR FERREIRA FIALHO ALENCAR

**PROPOSTA, IMPLEMENTAÇÃO E INTEGRAÇÃO DE BANCO DE DADOS
RELACIONAL PARA DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE INSTALAÇÕES
INDUSTRIAIS**

FORTALEZA

2018

VICTOR FERREIRA FIALHO ALENCAR

**PROPOSTA, IMPLEMENTAÇÃO E INTEGRAÇÃO DE BANCO DE DADOS
RELACIONAL PARA DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE INSTALAÇÕES
INDUSTRIAIS**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Elétrica do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. M.Sc Carlos Gustavo Castelo Branco

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A355p Alencar, Victor Ferreira Fialho.

Proposta, Implementação e Integração de Banco de Dados Relacional para Desenvolvimento de Projetos de Instalações Elétricas / Victor Ferreira Fialho Alencar. – 2018.
79 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Elétrica, Fortaleza, 2018.

Orientação: Prof. Me. Carlos Gustavo Castelo Branco.

1. Instalações Elétricas. 2. Banco de Dados. 3. Modelo Relacional. I. Título.

CDD 621.3

VICTOR FERREIRA FIALHO ALENCAR

**PROPOSTA, IMPLEMENTAÇÃO E INTEGRAÇÃO DE BANCO DE DADOS
RELACIONAL PARA DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE INSTALAÇÕES
INDUSTRIAIS**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Elétrica do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. M.Sc. Carlos Gustavo Castelo Branco
Universidade Federal do Ceará (UFC)
Orientador

Prof. Dr. Leonardo Oliveira Moreira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. M.Sc. Lucas Silveira Melo
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng. Mateus Costa Vieira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Quem tudo une.

A Francisca, pelo sacrifício.

A Ernandes, pelas lições valiosas.

A Ananda e a Ramon, pela amizade e companheirismo.

A todos eles, pelo amor.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela saúde e força para continuar e concluir esta árdua jornada.

Aos meus pais Francisca e Ernandes, por todo o esforço e sacrifício em todos esses anos que me permitiram chegar a este momento. Dedico a vocês esta conquista.

A meus irmãos Ananda e Ramon, por desde sempre compartilharem os momentos de alegrias e dificuldades. Também à Fatinha, pelo companheirismo desde os anos de Ensino Médio.

À Fafá, pelo amor, carinho e compreensão, em especial nos momentos mais difíceis da reta final.

Aos caros colegas do curso de Engenharia Elétrica, que foram essenciais para o cumprimento desta missão. Em especial aos queridos Arthur Nunes, Ricardo Sousa, Ícaro Silvestre, Mateus Vieira, Tiago Mota e Antonio Barros.

Aos caros professores Gustavo Castelo Branco e Leonardo Moreira pela orientação e suporte no desenvolvimento do projeto e por acreditarem na minha ideia. Ao professor Lucas Melo pelas valiosas contribuições. Também à cara Adely Ribeiro pela prestatividade.

Aos colegas do Home Office da Adtalem Brasil, em especial dos times de Business Intelligence e Marketing Digital que me acolheram e muito colaboraram para meu desenvolvimento como profissional.

*Many of life's failures are people who did not realize
how close they were to success when they gave up.*

(Thomas A. Edison)

RESUMO

ALENCAR, V. F. F. “PROPOSTA, IMPLEMENTAÇÃO E INTEGRAÇÃO DE BANCO DE DADOS RELACIONAL PARA DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS”. Universidade Federal do Ceará – UFC, 2017, 79p.

O desenvolvimento de um projeto de Instalações Elétricas Industrial envolve diversos cálculos e considerações baseados em múltiplos critérios que estão relacionados entre si. Este trabalho propõe uma modelagem de banco de dados para armazenar informações de projetos e dar suporte à criação de ferramentas modulares para efetuar dimensionamentos dos elementos de uma instalação. O trabalho também descreve o processo de desenvolvimento da modelagem teórica e implementação prática do Banco de Dados. Além disso, o trabalho demonstra estratégias de resolução de problemas e descreve a implementação de aplicações que tem como principal escopo a previsão de cargas, a distribuição de circuitos e quadros e o dimensionamento de condutores de baixa tensão de circuitos terminais pelo método de condução de corrente. A modelagem e a aplicação foram implementadas utilizando o Microsoft Access, que dispõe de ferramentas que facilitaram a validação do modelo teórico proposto. A modelagem e a metodologia mostraram-se viáveis para o escopo proposto, ainda que a aplicação desenvolvida não se encontre no estado de utilização final objetivado pelo autor.

Palavras-chave: Instalações Elétricas, Banco de Dados, Modelo Relacional.

ABSTRACT

ALENCAR, V F.F. "PROPOSAL, IMPLEMENTATION AND INTEGRATION OF A DATABASE FOR INDUSTRIAL INSTALLATIONS PROJECTS DEVELOPMENT". Universidade Federal do Ceará - UFC, 2017, 79p.

The development of an Industrial Electrical Installation Project demands many calculations and considerations based on multiple criteria that are related with each other. This paper proposes a database modeling to store project data and give support to the development of modular applications for electrical installation's elements sizing. The paper also describes the process of development of the theoretical modeling and the practical implementation of the database. Also, the paper shows strategies of problem resolution and describes the implementation of applications that has as main scope the forecast of the installation's load, the distribution of circuits and electrical panels and the low voltage conductors sizing through the conduction capability method. The modeling and the applications were implemented utilizing Microsoft Access, which provides tools that made easier the validation for the proposed theoretical model. The modeling and the methodology were proven feasible for the proposed scope, even though the developed application is not in the final utilization stage predicted by the author.

Keywords: Electrical Installations, Databases, Relational Model

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - DETALHE DE PLANTA DE SITUAÇÃO.....	1
FIGURA 2 - DETALHE DE UMA PLANTA DE <i>LAYOUT</i>	2
FIGURA 3 - VISÃO GERAL DO PROCESSO DE CONSOLIDAÇÃO DO PROJETO	4
FIGURA 4 - PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA PROJETOS	5
FIGURA 5 - DIAGRAMA E-R.....	9
FIGURA 6 - DIAGRAMA ER PARA O ESQUEMA EMPRESA	11
FIGURA 7 - EXEMPLO DE ESQUEMA ER SIMPLIFICADO PARA ELEMENTOS DE UMA INSTALAÇÃO ELÉTRICA	12
FIGURA 8 - PLANTA DE UMA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL.....	13
FIGURA 9 - REPRESENTAÇÃO DEAS PRIMEIRAS ENTIDADES DO MODELO E SEUS RELACIONAMENTOS.....	15
FIGURA 10 - REPRESENTAÇÃO EM DIAGRAMA E-R.....	19
FIGURA 11 - MODELO PARCIALMENTE CONECTADO	21
FIGURA 12 - MODELO E-R FINAL PROPOSTO	25
FIGURA 13 - FLUXO PARA DEFINIÇÃO DA QUANTIDADE DE TOMADAS	26
FIGURA 14 - FLUXO PARA DEFINIÇÃO DA QUANTIDADE DE TOMADAS POR TIPO DE TOMADA	27
FIGURA 15 - DETALHE DA TELA DO ACCESS PARA HABILITAR MODO SQL.....	30
FIGURA 16 - DESIGN DA TABELA TBL_PROJETO	31
FIGURA 17 – EXEMPLO DE INSERÇÃO DE DADOS NA TBL_PROJETO.....	31
FIGURA 18 - DESIGN DE TBL_SETOR.....	32
FIGURA 19 - DESIGN DE TBL_BLOCO_CARGA.....	32
FIGURA 20 - DESIGN DE TBL_ELEM_CARGA.....	32
FIGURA 21 - DESIGN DE TBL_SEGMENTO_CARGA.....	32
FIGURA 22 - DESIGN DE TBL_QUADRO_DIST.....	33
FIGURA 23 – DESIGN DE TBL_CIRCUITO_TERM.....	33
FIGURA 24 - DESIGN DE TBL_QUADRO_GERAL (QGBT).....	33
FIGURA 25 - DESIGN DE TBL_TRAFO	33
FIGURA 26 - DIAGRAMA ENTIDADE RELACIONAMENTO RESULTANTE DO MODELO.....	34
FIGURA 27 - CONFIGURAÇÃO DE RELAÇÕES NO ACCESS	34
FIGURA 28 - TELA DE DESENVOLVIMENTO DE FORMULÁRIOS	35
FIGURA 29 - FORMULÁRIO PARA INSERÇÃO DE DADOS EM TBL_SETOR	36
FIGURA 30 - DETALHE DA TABELA DE ELEMENTOS DE CARGA	37
FIGURA 31 - FORMULÁRIO DE INTERAÇÃO COM A BIBLIOTECA DE ELEMENTOS.....	38
FIGURA 32 - SIMPLIFICAÇÃO DO MODELO PARA A LUMINÁRIA TMS 1	42
FIGURA 33 - PLOTAGEM DOS DADOS	43
FIGURA 34 - RESULTADO DA EXECUÇÃO DE CÓDIGO NO <i>OCTAVE ONLINE</i>	43
FIGURA 35 - INTERPOLAÇÃO PARA OS PONTOS DA TABELA	43
FIGURA 36 - DESIGN DE TABELA TMP_TBL_SETOR_LUMINOTECNICO.....	44
FIGURA 37 - IMAGEM DO FORMULÁRIO DE REALIZAÇÃO DO LUMINOTÉCNICO	45
FIGURA 38 - FORMULÁRIO PARA EXECUTAR A GERAÇÃO DE SEGMENTOS DE CARGA	45

FIGURA 39 - DETALHE DA TABELA 36 DA NBR-5410.....	47
FIGURA 40 - REGISTRO DE REF_INSTALLACAO.....	47
FIGURA 41 - REGISTROS DA TABELA REF_CONDUTOR.....	48
FIGURA 42 - FLUXO NO <i>ALTERYX</i>	49
FIGURA 43 - PLANTA INDUSTRIAL.....	51
FIGURA 44 - REGISTRO DE NOVO PROJETO.....	52
FIGURA 45 - REGISTRO DE NOVO TRANSFORMADOR.....	52
FIGURA 46 - REGISTRO DE UM NOVO QUADRO GERAL.....	52
FIGURA 47 - REGISTRO DE QUADROS NA TBL_QUADRO_DIST.....	53
FIGURA 48 - REGISTROS EM TBL_CIRC_TERM.....	54
FIGURA 49 - CADASTRO DE SETORES.....	55
FIGURA 50 - REGISTRO DE TBL_BLOCO_CARGA.....	56
FIGURA 51 - REGISTRO DE TBL_BLOCO_CARGA COM SUBSTITUIÇÃO DE IDs.....	56
FIGURA 52 - TELA DE "DIVISÃO DE CIRCUITOS".....	57
FIGURA 53 - DETALHE DE DOIS SEGMENTOS ATRIBUIDOS AO MESMO CIRCUITO.....	57
FIGURA 54 - RESULTADO DA <i>QUERY</i> PARA OBTENÇÃO DA CORRENTE DE CIRCUITO.....	58
FIGURA 55 -RESULTADO DA QUERY DE DIMENSIONAMENTO DE CIRCUITO.....	58
FIGURA 56 - TABELA TBL_ELEM_CARGA.....	79

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - DIVISÃO DE SETORES DA PLANTA DA FIGURA 7	14
TABELA 2 - REGISTRO NA ENTIDADE PROJETO.....	16
TABELA 3 - TABELA REFERÊNCIA PARA ID_TIPO_PROJETO.....	16
TABELA 4 - REGISTROS DA ENTIDADE SETOR.....	17
TABELA 5 - TABELA DE REGISTROS DA ENTIDADE ELEMENTO DE CARGA.....	17
TABELA 6 - REGISTROS DA ENTIDADE BLOCO DE CARGA	17
TABELA 7 - REGISTRO NA ENTIDADE TRAFÓ 19	19
TABELA 8 - REGISTRO NA ENTIDADE QGBT	19
TABELA 9 - REGISTROS NA ENTIDADE QUADRO_DISTR.....	20
TABELA 10 - REGISTROS NA ENTIDADE CIRC_TERM.....	20
TABELA 11 - REGISTRO EM BLOCO DE CARGA	22
TABELA 12 - CRITÉRIOS DE DIVISÃO DE CIRCUITOS PARA TIPOS DE CARGA DISTINTOS.....	23
TABELA 13 - REGISTROS RESULTANTES EM SEGMENTO DE CARGA.....	23
TABELA 14 - DESCRIÇÃO DO ATRIBUTO ID_TIPO_SETOR_NBR.....	26
TABELA 15- DEFINIÇÕES DE TIPOS DE ELEMENTOS DE CARGA	37
TABELA 16 - ILUMINÂNCIAS MÍNIMA EM LUX POR TIPO DE ATIVIDADE (VALORES MÉDIOS EM SERVIÇO)	39
TABELA 17 - FATOR DE DEPRECIAÇÃO DO SERVIÇO DA LUMINÁRIA	40
TABELA 18 - VALORES DE REFERÊNCIA DO FATOR DE UTILIZAÇÃO PARA UM MODELO DE LÂMPADA EM FUNÇÃO DOS VALORES DE REFLETÂNCIA E DO ÍNDICE DE RECINTO	41
TABELA 19 - INTERPOLAÇÃO PARA OS PONTOS DA TABELA.....	57
TABELA 20 - NOVOS CAMPOS NA TABELA TBL_CIRC_TERM.....	49
TABELA 22 - RESULTADO PARA TBL_PROJETO	65
TABELA 23 - RESULTADO PARA TBL_TRAFO	65
TABELA 24 - RESULTADO PARA TBL_QUADRO_GERAL	65
TABELA 25 - RESULTADO PARA TBL_QUADRO_DIST	65
TABELA 26 - RESULTADOS PARA TBL_CIRC_TERM.....	66
TABELA 27 - RESULTADOS PARA TBL_SETOR.....	69
TABELA 28 - RESULTADOS DE TMP_TBL_SETOR_LUMINOTECNICO.....	70
TABELA 29 - RESULTADOS PARA TBL_BLOCO_CARGA	71
TABELA 30 - RESULTADO PARA TBL_SEGMENTO_CARGA.....	72
TABELA 31 - RESULTADO PARA CONSULTA DE DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES	75

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BD	Banco de Dados
SQL	<i>Structured Query Language</i>
ID	<i>Identifier</i>
QGBT	Quadro Geral de Baixa Tensão
QD	Quadro de Distribuição
VBA	Visual Basic for Applications
DER	Diagrama Entidade Relacionamento
MER	Modelo Entidade Relacionamento

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 PROJETOS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	1
1.2 MOTIVAÇÃO	3
1.3 OBJETIVOS	6
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	6
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DE BANCO DE DADOS	8
2.1 INTRODUÇÃO	8
2.2 BANCO DE DADOS	8
2.3 MODELAGEM DE DADOS	8
2.4. ABORDAGEM ENTIDADE-RELACIONAMENTO	9
2.5 ABORDAGEM RELACIONAL	10
2.6 ANALOGIA DE EMBASAMENTO PARA PROJETOS ELÉTRICOS	11
3.METODOLOGIA E MODELAGEM PARA PROJETOS ELÉTRICOS	13
3.1 INTRODUÇÃO	13
3.2 IDENTIFICAÇÃO DE SETORES	13
3.3 PREVISÃO DE CARGAS	14
3.4 ABORDAGEM INTRODUTÓRIA DE MODELO	15
3.5 RELACIONAMENTOS DE ALIMENTADORES NO MODELO	18
3.6 ATRIBUIÇÃO DE CARGAS A CIRCUITOS	22
3.7 UTILIZAÇÃO DO MODELO RELACIONAL PARA RESOLUÇÃO AUTOMÁTICA DE ATIVIDADES DE PROJETO	25
4. DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÃO	29
4.1 INTRODUÇÃO	29
4.2 MICROSOFT ACCESS	29
4.3 PRIMEIROS PASSOS E CRIAÇÃO DE TABELAS	29
4.4 DIAGRAMA ENTIDADE-RELACIONAMENTO (DER)	33
4.5 DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES	35
4.5.1 <i>Inserção de dados nas tabelas padrão</i>	35
4.5.2 <i>Atualização de biblioteca de elementos de carga</i>	36
4.5.3 <i>Luminotécnico</i>	38
4.5.3.1 RESUMO DE CONCEITOS BASE PARA MÉTODO DOS LUMENS:	38
4.5.3.2 ESTRATÉGIAS PARA SIMPLIFICAÇÃO DO PROBLEMA	41
4.5.3.3 IMPLEMENTAÇÃO	44
4.5.4 <i>Segmentação de blocos de carga</i>	45
4.5.5 <i>Dimensionamento de condutores</i>	46
4.6 CONCLUSÃO	50
5. ESTUDO DE CASO	51

5.1. INTRODUÇÃO	51
5.2. PROJETO	51
5.3 DESENVOLVIMENTO	52
6. CONCLUSÃO	59
REFERÊNCIAS	61
APÊNDICE A – CÓDIGOS DE MANIPULAÇÃO DE DADOS	62
APÊNDICE B – TABELAS DE RESULTADOS	65

1. INTRODUÇÃO

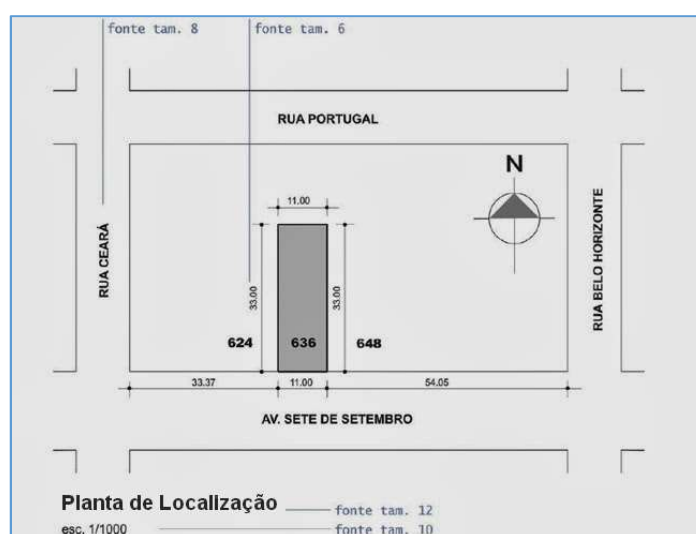
1.1 Projetos de instalações elétricas

A elaboração de projetos de instalações elétricas é uma tarefa que exige o domínio de normas, de boas práticas e da organização de informações para tomar decisões acertadas visando buscar minimização de custos e conferir maior segurança de projeto. Trata-se de uma atividade que demanda diversas consultas a normas e tabelas de fabricantes para conseguir prever cargas e realizar dimensionamentos diversos.

A NRB-5410 (ABNT, 2016), por exemplo, tem como objetivo estabelecer condições a que devem satisfazer instalações elétricas de baixa tensão para garantir segurança de pessoas e animais, além do funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens nelas contidos. A norma possui diversas tabelas que orientam o dimensionamento de condutores, limitação de corrente de circuitos, entre outras diretrizes de projeto.

O desenvolvimento de um projeto de instalações elétricas industriais envolve diversas etapas, desde a concepção da necessidade do cliente à sua aprovação final pelo mesmo, é necessário seguir uma sequência de passos que são em sua maioria dependentes entre si. O projetista encarregado recebe a planta de situação da obra no contexto urbano (Figura 1), além das plantas de *layout* (Figura 2) e tem como objetivo prever as cargas a serem instaladas e dimensionar todos os elementos para viabilizar a energização destas.

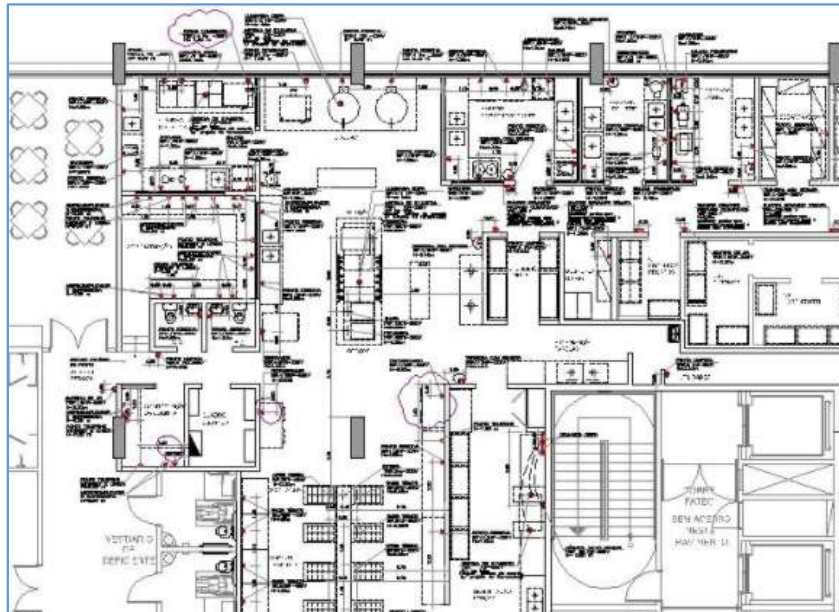
Figura 1 - Detalhe de Planta de Situação



Fonte: Dimensão Projetos e Planejamento¹

¹ Disponível em <<http://www.manualdoarquiteto.com.br/2014/02/planta-de-localizacao.html>>

Figura 2 - Detalhe de uma planta de *layout*



Fonte: Manual do arquiteto²

Mamede (2012) elabora um roteiro para a elaboração de um projeto elétrico industrial, que conta com os seguintes tópicos:

- Planejamento geral de projeto;
- Projeto Luminotécnico;
- Determinação de Condutores;
- Determinação e Correção do Fator de Potência;
- Determinação das Correntes de Curto-circuito;
- Determinação dos Valores de Partida dos Motores;
- Determinação dos Dispositivos de Proteção e Comando;
- Cálculo da Malha de Terra;
- Diagrama Unifilar;
- Memorial Descritivo.

Analisando o roteiro proposto por Mamede (2012), verifica-se que todos os tópicos, ainda que não exclusivamente, dependem de um bom levantamento dos dados de projeto.

Por exemplo, o projeto luminotécnico requer dados dos cômodos, como as dimensões, o nível da altura de trabalho e o tipo de trabalho executado. A determinação dos

² Disponível em: <<http://www.manualdoarquiteto.com.br/2014/02/planta-de-localizacao.html>>

condutores depende da divisão de circuitos e quadros e do conhecimento das condições de instalação e da corrente nominal das cargas alimentadas.

Para dimensionar a carga capacitiva para compensação de potência reativa, é necessário calcular quanto dela se prevê que será injetado na rede pelas cargas, que depende do fator de potência dos tipos de carga utilizados no projeto. O cálculo de curto-circuito depende do comprimento dos circuitos e dos dados de impedância por comprimento dos condutores escolhidos, que é obtido por tabelas de referência dos fabricantes.

Portanto, é necessário para o projeto o levantamento de várias tabelas que retratem as necessidades e as condições que são intrínsecos ao projeto, como os dados dos cômodos e das cargas. Também são necessárias consultas a várias tabelas de referência, como normas e tabelas de fabricantes, para realizar dimensionamentos.

1.2 Motivação

A observação da existência de relacionamentos entre os elementos de projeto e também destes com tabelas de referência para efetuar dimensionamentos foi a principal motivação deste trabalho. Trata-se da constatação de que os elementos de um projeto de instalações elétricas podem ser, de acordo com a teoria de bancos de dados (ELMASRI, 2006), modelados como entidades que possuem atributos e podem possuir relacionamentos.

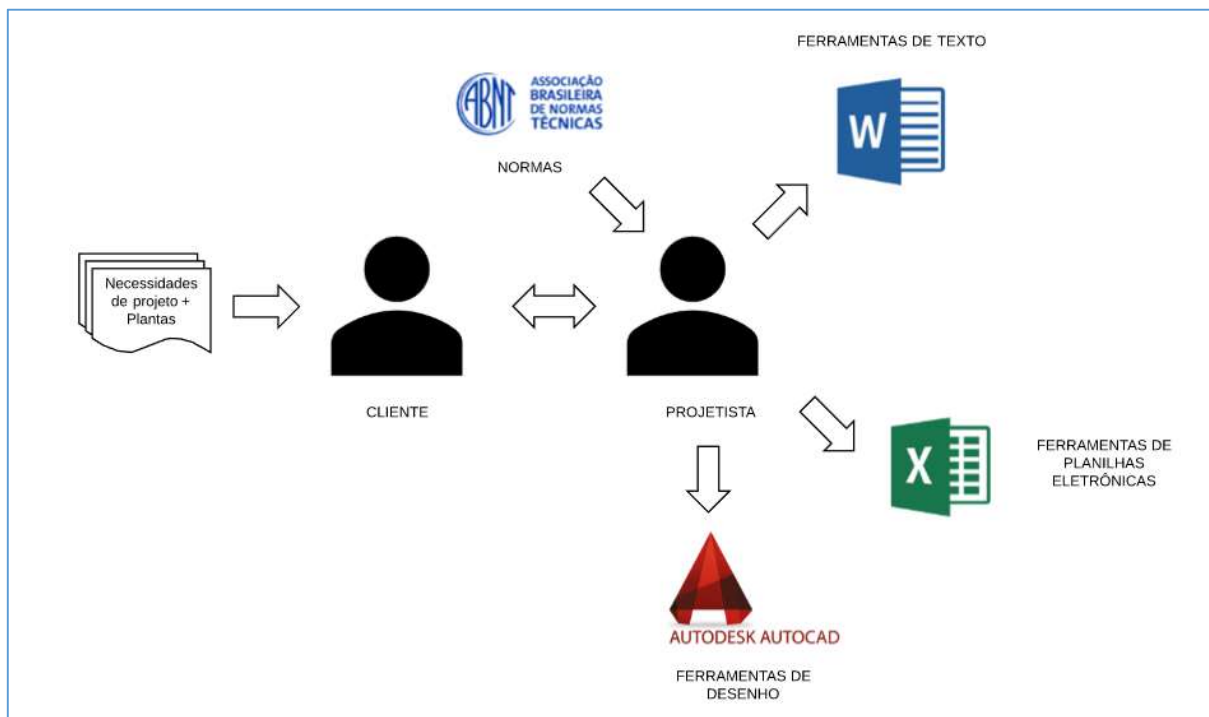
Uma modelagem permite a criação de soluções para diversos problemas de dimensionamentos de instalações elétricas. Após o levantamento de cargas e a divisão de circuitos das instalações de uma indústria, por exemplo, é possível que se questione a variação de seção dos condutores caso se decidisse pela troca do modelo das cargas alimentadas por ele ou mesmo pelo aumento ou diminuição da quantidade de cargas, ou como seria a melhor forma de tornar mais eficiente a distribuição de circuitos com o intuito de reduzir ao mínimo viável a seção dos condutores. O levantamento destas questões tem como objetivo reduzir custos e melhorar a eficiência do projeto.

A maioria dos projetistas utiliza para resolver este tipo de problema softwares de edição de planilhas, criando tabelas dinâmicas personalizadas. Entretanto, dependendo da forma como os dados são organizados, é possível que informações se percam ou fiquem inconsistentes. Um dos objetivos de um sistema de banco de dados é garantir a integridade das informações para que fiquem disponíveis para consulta de maneira robusta.

Além da possibilidade de ocorrer inconsistência de dados, verifica-se também a falta de padronização de projetos dada a versatilidade de maneiras como é possível implementá-los. Caso seja necessário realizar uma comparação de eficiência entre projetos, não é possível fazê-lo de maneira simples quando os dados não estão modelados da mesma forma. Uma vez bem definida a modelagem de banco de dados que represente uma instalação, é possível criar aplicações de manipulação de dados para armazenar dados de vários projetos e propor métricas de comparação entre eles.

Além dos fatores citados, uma grande contribuição da implementação de um banco de dados para projetos elétricos é a possibilidade de se ter um elemento centralizador de informações que permite diversas aplicações acessarem a mesma informação por meio de Interfaces de Programação de Aplicações (APIs). Convencionalmente, um projeto completo envolve a geração de um relatório de memorial de cálculos, planilhas eletrônicas resultantes e as plantas contendo detalhes das instalações, como o diagrama unifilar em planta-baixa. O projetista é responsável por fazer com que todos os dados estejam compatíveis em cada uma dessas plataformas segundo seu conhecimento das normas necessárias. O diagrama na Figura 3 mostra a situação mais comum:

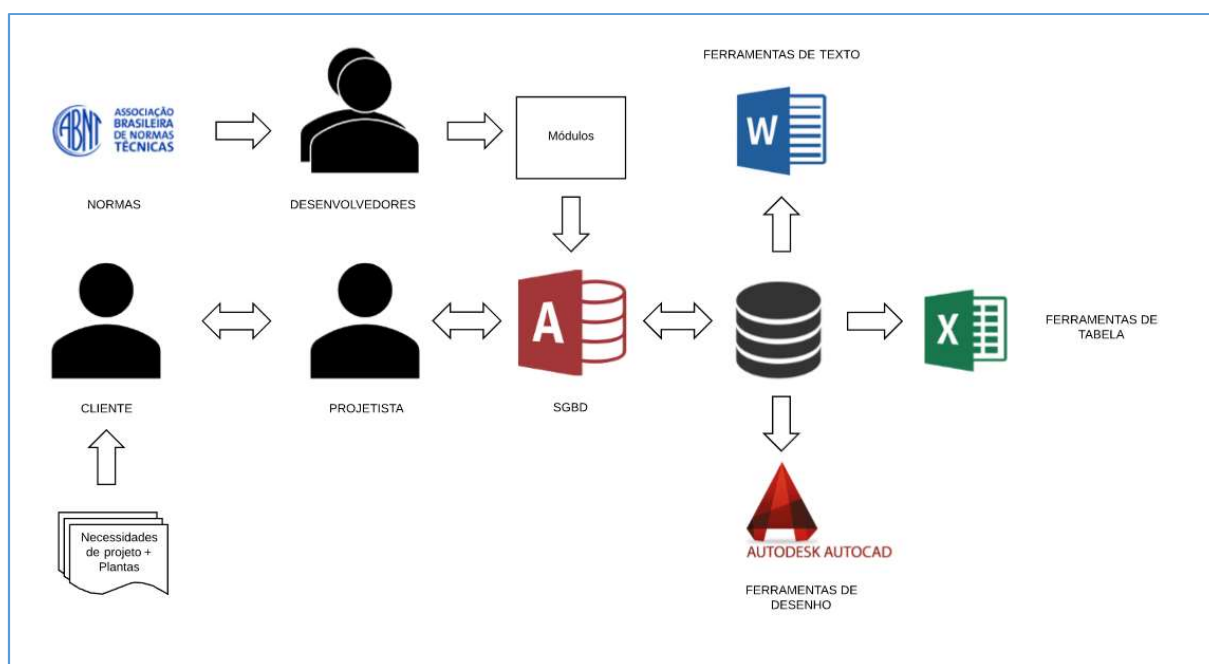
Figura 3 - Visão geral do processo de consolidação do projeto



Fonte: Elaborado pelo autor

Uma vez que se tenha uma boa modelagem para representar os circuitos de uma instalação elétrica, é possível, por exemplo, programar interfaces para softwares de desenho, como o AutoCAD, para gerar um diagrama unifilar automaticamente. Além disso, é possível também conectar ferramentas como o Word e o Excel a bancos de dados para gerar automaticamente relatórios de memorial de cálculo e planilhas de resultado. Essa proposta, defendida por este trabalho, é representado pelo diagrama da Figura 4:

Figura 4 - Proposta de metodologia para projetos



Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 4, está representada também a possível participação de desenvolvedores que proponham a criação de novos módulos para a automatização de atividades de projeto. Este detalhe torna bastante amplo o leque de possibilidades de desenvolvimento de trabalhos futuros.

A modelagem é também um passo inicial para estruturação de um grande banco de dados de projeto, que em um longo prazo, pode tornar possível realizar estudos estatísticos sobre projetos elétricos ou até mesmo a criação de algoritmos de Aprendizagem de Máquina, que se mostram tendência quando se fala em automatização de processos.

Neste contexto, este trabalho propõe uma modelagem de banco de dados utilizando o Modelo Relacional para armazenar informações de projetos de instalações elétricas, com foco inicial em plantas industriais. Além de permitir a representação de elementos da instalação elétrica, um banco de dados relacional permite criar bibliotecas de referências que serão utilizados para cruzar informações que facilitem a realização de dimensionamentos.

Para implementar o modelo lógico proposto, foi utilizado o Microsoft Access, que é um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados da Microsoft. A ferramenta possui interface gráfica do utilizador (GUI), que facilita a visualização dos dados e torna mais didática a verificação dos conceitos abordados, além de simplificar a implementação de aplicações através do Assistente de Design de Formulário e da utilização de comandos VBA para criação de eventos de programa. Apesar de não ser uma ferramenta de código aberto (*open source*), é de acesso relativamente facilitado, dado que é componente integrante dos pacotes mais básicos do Microsoft Office.

1.3 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo principal propor e defender a importância de uma modelagem de dados relacional para instalações elétricas industriais.

Estão contemplados como objetivos específicos os seguintes tópicos:

- Introduzir uma teoria básica de banco de dados relacionais
- Abordar alguns dos principais problemas de dimensionamentos em uma Instalação Elétrica;
- Abordar conceitos de bancos de dados para resoluções destes problemas;
- Propor uma modelagem de dados para instalações elétricas;
- Demonstrar a implementação de uma aplicação para manipulação das tabelas do banco e realização de dimensionamentos;
- Exemplificar a utilização das aplicações em um projeto real.

1.4 Estrutura do trabalho

No Capítulo 2 é apresentada uma introdução à teoria de bancos de dados.

No Capítulo 3 são identificadas as necessidades de dimensionamentos em projetos de instalações elétricas, com enfoque em instalações industriais, mapeando as variáveis relacionadas a cada uma delas e gradualmente propondo o modelo Entidade-Relacionamento.

O Capítulo 4 trata da implementação de uma ferramenta modular em Access para a realização de dimensionamentos citados anteriormente e manipulação das tabelas do banco de dados utilizando Access, abordando os principais desafios e as estratégias para contorná-los.

No Capítulo 5 é feito um estudo de caso do projeto de uma indústria têxtil, no qual se propõe realizar o dimensionamento dos quadros de carga e condutores de circuitos terminais de baixa-tensão pelo método de condução de corrente, armazenando os dados na modelagem proposta.

No Capítulo 6 é dissertada a conclusão a respeito da proposta da utilização da modelagem para desenvolvimento de projetos e em seguida são propostos trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DE BANCO DE DADOS

2.1 Introdução

Este capítulo tem como objetivo apresentar conceitos básicos de bancos de dados que serão utilizados para desenvolvimento da modelagem proposta. Além de definições básicas de bancos de dados, são apresentados conceitos de modelagem, tipos de modelagem e é realizada uma comparação de um sistema clássico de empresa com a proposta de modelagem defendida no trabalho.

2.2 Banco de Dados

Os bancos de dados são componentes de grande importância para desenvolvimento e evolução de tecnologias e aplicações. Um banco de dados pode ser definido como uma coleção de dados relacionados com as seguintes propriedades (ELMASRI, 2006):

- Representa alguns aspectos do mundo real.
- É uma coleção lógica e coerente de dados com significado inerente.
- É projetado para atender uma proposta específica de um grupo de usuários.

2.3 Modelagem de dados

Para apoiar a estrutura de um banco de dados existem os modelos de dados. Os modelos de dados são ferramentas conceituais para descrever dados, relações de dados, semântica de dados e restrições de consistência (SILBERSCHATZ, 2012). Com estas ferramentas, é possível compreender a organização dos dados de maneira sistêmica e entender como se relacionam.

Diversos modelos de dados foram propostos pela literatura para resolver problemas, os principais são:

- Modelo Hierárquico
- Modelo em Redes
- Modelo Relacional
- Modelo Orientado a Objetos
- Modelo Semi-Estruturado

O Modelo Relacional é atualmente o mais utilizado, principalmente por sua simplicidade que o levou a ser largamente utilizado em sistemas convencionais de empresas

para armazenamento de grandes volumes de informação. Além disso, o modelo é associado de uma base teórica matemática robusta. Por esta razão, este foi o modelo escolhido para apresentar a proposta de modelagem.

2.4. Abordagem Entidade-Relacionamento

A abordagem de Entidade Relacionamento foi proposta por Peter Chen em 1976 para representar entidades do mundo real e como elas se relacionam. É a técnica mais difundida para construir o modelo conceitual de um banco de dados relacional. Em geral é representado por um Diagrama de Entidade-Relacionamento (DER), que procura representar a modelagem mais fiel possível para a situação.

Uma entidade é a representação de “algo” do mundo real, segundo Elmasri, podendo ser um objeto com existência física, como pessoa, ou conceitual como empresa. Cada entidade é composta de atributos, que caracterizam propriedades desta entidade. Uma entidade PESSOA, por exemplo, pode ter como atributos altura, peso e CPF.

Um relacionamento, por sua vez, é o conjunto de associações entre várias entidades (SILBERSCHATZ, 2012). Define-se também como cardinalidade de um relacionamento o número de ocorrências de entidades associadas a uma ocorrência da entidade em questão.

No Diagrama Entidade-Relacionamento, representa-se as entidades por retângulos e os relacionamentos por losangos. Também se representa a cardinalidade da relação no relacionamento. Os atributos também podem ser representados por círculos conectados a suas entidades. A Figura 5 mostra um exemplo de diagrama:

Figura 5 - Diagrama E-R



Fonte: Próprio autor.

Para entender o conceito de cardinalidade, observando o exemplo, o diagrama representa que uma empresa possui N funcionários. Ainda que no mundo real seja possível que

um Funcionário tenha mais de uma empresa, a modelagem definida para esta situação do diagrama não considera esta possibilidade. Portanto, nota-se que os conceitos de entidade e relacionamento dependem das situações possíveis no problema que se deseja modelar.

Entre duas entidades hipotéticas A e B, um relacionamento possui cardinalidade 1:1 indica que cada elemento de A associa-se a apenas um elemento em B e vice-versa. Na mesma situação, 1:N indica que uma ocorrência em uma entidade pode estar associada a N ocorrências na outra. Um relacionamento M:N indica que não existe restrições na forma de associar elementos das duas entidades.

2.5 Abordagem Relacional

A implementação do banco de dados é feita com base em tabelas que representam Entidades. Cada coluna da tabela representa campos onde são registrados os valores de atributos para cada elemento da entidade. Para implementar os relacionamentos no modelo lógico, utiliza-se os conceitos de chaves primárias e chaves estrangeiras. No contexto de empresa e funcionário, é possível pensar nos atributos representados na Tabela 1:

Tabela 1 - Atributos de EMPRESA

cnpj_empresa	nome_empresa
10292	Empresa fantasia

Fonte: Próprio autor

Para uma tabela que possua registros da entidade funcionário, para relacioná-los a empresas, utiliza-se o atributo cnpj_empresa. Neste caso, cnpj_empresa é chave-primária da tabela EMPRESA. Para a tabela FUNCIONARIO, este campo é uma chave estrangeira. A Tabela 2 representa a situação:

Tabela 2 - Atributos de FUNCIONARIO

Cpf_funcionario	Nome_funcionario	Cnpj_empresa
029740	João	10292

Fonte: Próprio autor

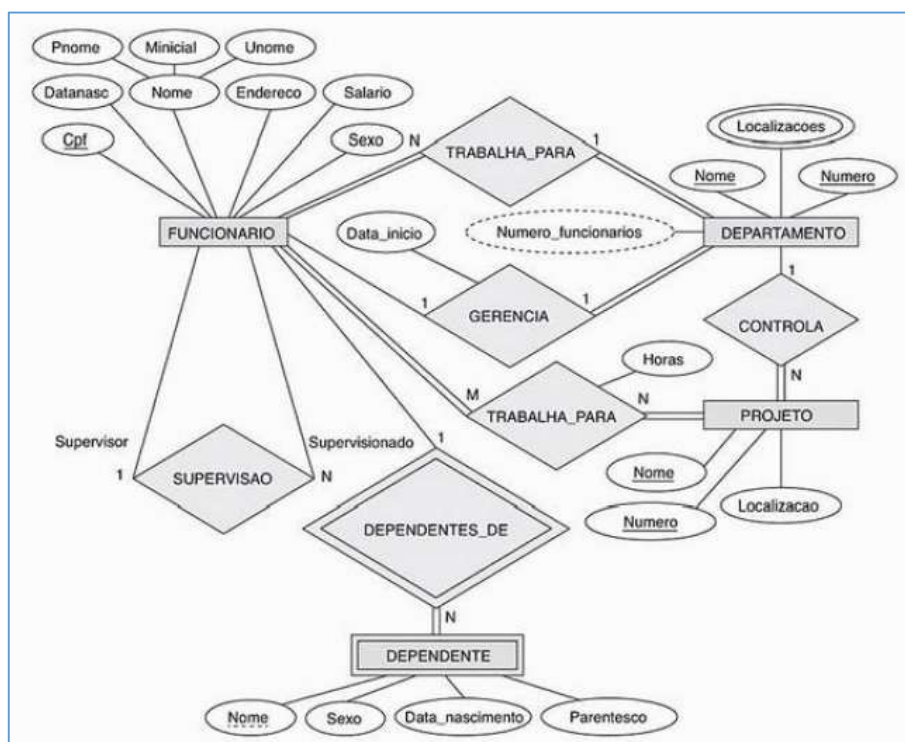
A chave primária é uma forma de identificar um registro exclusivo de uma tabela. Utilizando uma analogia com o Cadastro de Pessoa Física (CPF), por exemplo, cada pessoa no país, independente de possuir um homônimo, possui um código único que o representa como indivíduo único.

Estes conceitos são fundamentais para implementação de lógicas e consultas dentro de um banco de dados.

2.6 Analogia de embasamento para projetos elétricos

A Figura 6 mostra um exemplo clássico de diagrama Entidade-Relacionamento (DER) para uma empresa.

Figura 6 - Diagrama ER para o esquema EMPRESA



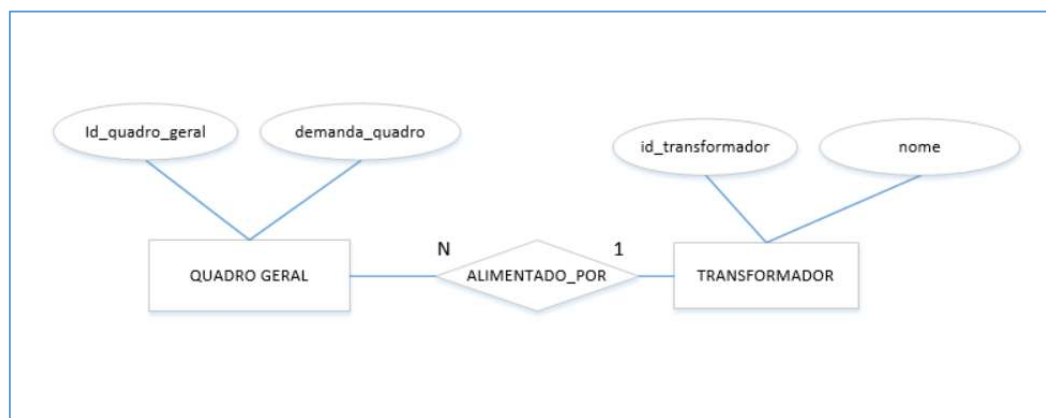
Fonte: (ELMASRI e NAVATHE 2012)

No diagrama da Figura 6, os retângulos representam entidades, as elipses os atributos e os losangos as relações entre entidades. Com base no diagrama é possível entender, por exemplo, que cada DEPARTAMENTO possui N funcionários, de acordo com a relação TRABALHA_PARA.

Uma vez implementado o modelo, é possível, por exemplo, baseado em consultas ao banco de dados, calcular o orçamento de um departamento para pagar seus funcionários através de uma consulta baseada em linguagem de banco de dados. Uma vez que a consulta esteja bem estruturada, a adição de novos registros em FUNCIONÁRIO ou alteração de salários resultará em um novo orçamento de maneira automática.

Analogamente, a corrente nominal do condutor de média tensão que alimenta um transformador (comparável ao orçamento de pagamentos de salário do departamento), pode ser calculada baseado na demanda dos quadros gerais conectados a ele (fazendo uma comparação livre com o salário dos funcionários). Também com uma consulta bem estruturada, o cálculo da corrente nominal pode ser automaticamente refeito caso ocorram adições ou alterações de cargas ligadas ao quadro geral. A Figura 7 mostra um exemplo de modelagem simplificada para uma instalação elétrica.

Figura 7 - Exemplo de esquema ER simplificado para elementos de uma instalação elétrica



Fonte: Elaborada pelo autor

Com base nos argumentos utilizados, os próximos capítulos tratam do desenvolvimento do modelo teórico segundo a abordagem E-R e posteriormente de sua implementação lógica.

3.METODOLOGIA E MODELAGEM PARA PROJETOS ELÉTRICOS

3.1 INTRODUÇÃO

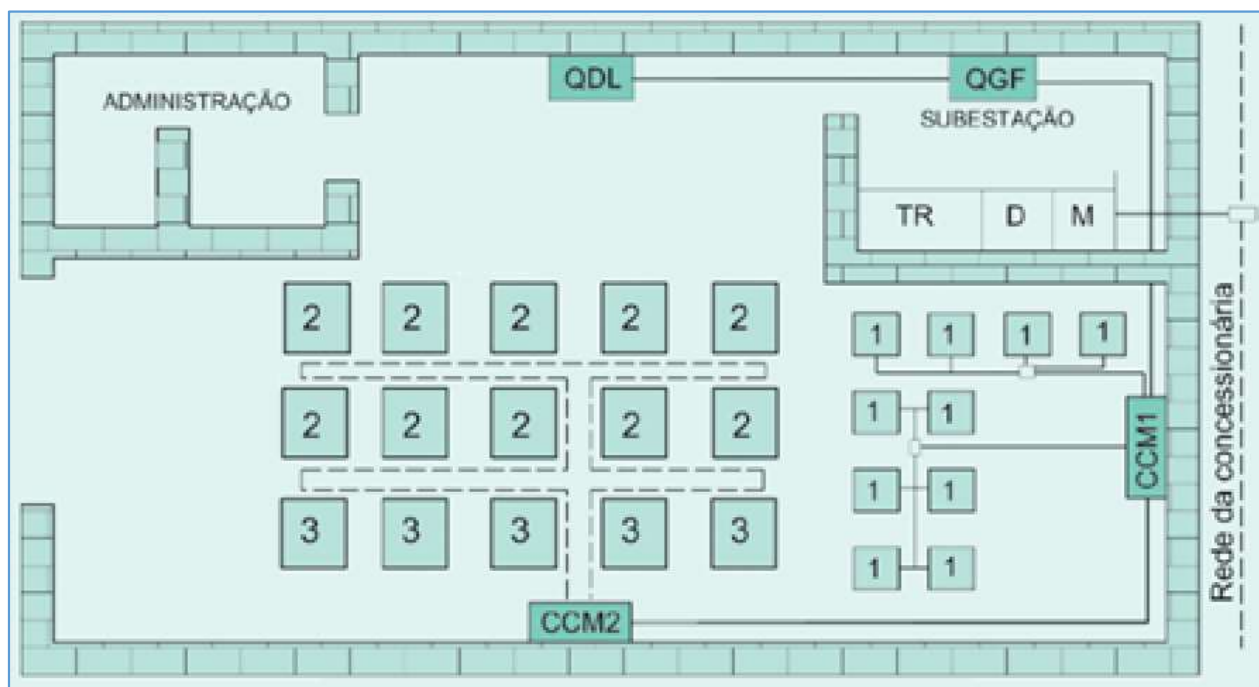
Este capítulo tem como objetivo principal gradualmente implementar uma modelagem de banco de dados relacional que dê suporte à realização das etapas de projeto, além de abordar estratégias para resolução de problemas de dimensionamento.

3.2 IDENTIFICAÇÃO DE SETORES

A identificação de setores é fundamental para poder existir uma delimitação funcional para as cargas da instalação. Um setor de cargas bem definido relaciona os elementos de carga nele contidos com as atividades desempenhadas.

O conceito de setor de carga depende da definição do projetista. O setor pode ser limitado por um cômodo, como uma sala do setor administrativo ou um galpão, ou mesmo pode ser o conjunto de cargas semelhantes que estão relacionadas a uma mesma função. A Figura 8 mostra um exemplo de planta industrial onde é possível identificar setores segundo as definições dadas.

Figura 8 - Planta de uma instalação industrial



Fonte: Adaptada de Mamede (2012)

Para o exemplo acima, é possível dividir a planta em setores como na Tabela 3. A escolha de definição do projetista pode ser, por exemplo, agrupar todos os motores de mesmo

tipo em cada setor e cada cômodo ter seu próprio setor para atribuir cargas de iluminação e tomadas.

Tabela 3 - Divisão de setores da planta da Figura 7

Id de Setor	Descrição
1	Motores tipo 1
2	Motores tipo 2
3	Motores tipo 3
4	Subestação
5	Administração
6	Galpão

Fonte: Elaborada pelo autor

No caso de se definir um setor como um cômodo, é importante para o desenvolvimento do projeto que se faça o levantamento de dados de setor como:

- Dimensões (Largura, Comprimento e Altura)
- Área e perímetro
- Condições de iluminação

A obtenção destas informações auxilia no dimensionamento de cargas de iluminação e tomadas, utilizando como critério as sugestões da NBR-5410 ou o projeto luminotécnico seguindo instruções da NBR-5413.

3.3 PREVISÃO DE CARGAS

Uma vez definidos os setores de um projeto e as atividades, é necessário definir as cargas presentes em cada um deles. Para o escopo deste trabalho, definiremos que são possíveis quatro tipos de cargas:

- Cargas de Iluminação
- Tomadas de uso geral (TUGs)
- Tomadas de uso específico (TUEs)
- Cargas Motrizes (Maquinários, motores de compressão, etc.)

Ainda para a Figura 8, é predefinida pelo *layout* a presença de cargas motrizes nos quadrados enumerados representados no galpão. As outras cargas, como Iluminação, TUGs e

TUEs, quando não presentes na planta, podem ser dimensionadas baseado nas necessidades do cliente, em experiência de projeto ou em recomendações de normas.

3.4 ABORDAGEM INTRODUTÓRIA DE MODELO

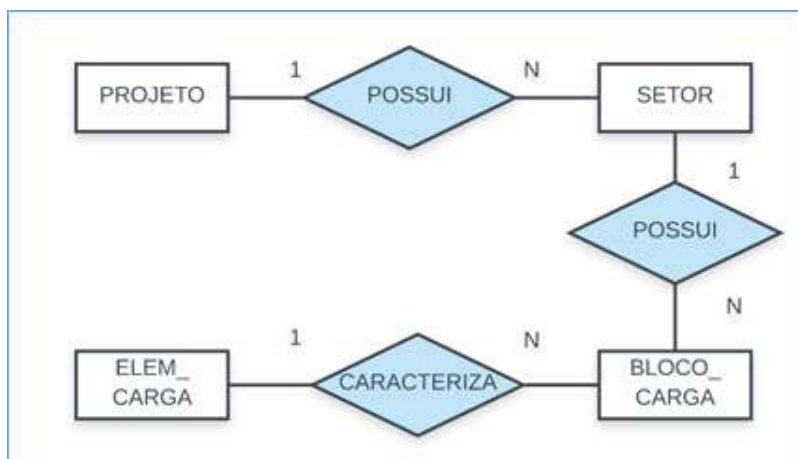
Tendo como contexto a teoria de Banco de Dados explicitada no Capítulo 2 e a argumentação de que as etapas de projeto de uma instalação elétrica tomam como ponto de partida a identificação de CARGAS e SETORES de um PROJETO, é possível identificar estes três elementos em destaque como as primeiras entidades do modelo Entidade-Relacionamento.

Podemos definir a entidade PROJETO como sendo a composição de elementos da entidade SETOR. Estes setores, por sua vez, são compostos por cargas elétricas que são necessárias às atividades desempenhadas em cada um deles.

Para atribuir cargas a um setor, é necessário definir qual a quantidade e quais os modelos de carga. Podemos definir como BLOCO DE CARGA (ou BLOCO_CARGA) a entidade que registra uma quantidade e um modelo de carga a ser atribuído a um SETOR. À entidade que registra as informações do modelo de carga, daremos o nome de ELEMENTO DE CARGA (ou ELEMENTO_CARGA).

Dessa forma, é possível representar a situação real de uma instalação elétrica pelo seguinte diagrama relacional:

Figura 9 - Representação deas primeiras entidades do modelo e seus relacionamentos



Fonte: Elaborada pelo autor

Os atributos de cada entidade serão adicionados conforme for necessário. A tabela a seguir representa a entidade PROJETO. Os atributos ID de projeto, Nome de Projeto são

suficientes para relacionar PROJETO e SETOR. Outras informações podem ser adicionadas como tipo de projeto, endereço e responsável pelo projeto.

Tabela 4- Registro na entidade PROJETO

id_projeto	nome_projeto	id_tipo_projeto	endereco	responsavel
1	Industria ABC	3	Rua Salvador 33	Jose da Silva

Fonte: Elaborada pelo autor

O campo id_tipo_projeto armazena uma identificação que determina qual o tipo de instalação que está sendo projetado. Ainda que o escopo inicial da modelagem seja voltado para projetos de instalações elétricas industriais, uma eventual expansão do modelo pode trazer módulos de diferentes tipos de projeto, como mostra a Tabela 5:

Tabela 5 - Tabela referência para id_tipo_projeto

id_tipo_projeto	tipo_de_projeto
1	Instalação Residencial
2	Instalação Predial
3	Instalação Industrial
4	Instalação Hospitalar

Fonte: Elaborada pelo autor

Registrado um projeto, é necessário criar setores a ele relacionados. Os atributos básicos para a entidade SETOR são: ID do setor, ID do projeto relacionado e o nome do setor. Em vista da necessidade de realizar a previsão de cargas de iluminação e tomadas para setores que representam cômodos, decidiu-se por incluir os seguintes campos:

- setor_comodo – booleano que indica se um setor é um cômodo
- comprimento_setor – registra a dimensão comprimento do setor
- largura_setor – registra a dimensão largura do setor
- altura_setor – registra a dimensão altura do setor

Em casos de cômodos irregulares, adota-se valores de comprimento e largura equivalentes à área total do cômodo. Caso setor_comodo possua o valor FALSO, atribui-se valor nulo às dimensões comprimento, largura e altura.

A Tabela 6 representa setores relacionados ao Projeto Exemplo (id_projeto = 1).

Tabela 6 - Registros da entidade SETOR

id_setor	id_projeto	nome_setor	setor_comodo	comprimento_setor	largura_setor	altura_setor
1	1	Diretoria	VERDADEIRO	8	12	6.2
2	1	Galpão	VERDADEIRO	10	15	6.2
3	1	Passadeiras	FALSO	NULL	NULL	NULL

Fonte: Elaborada pelo autor

A tabela ELEMENTO DE CARGA armazenará o ID do elemento de carga, o nome do elemento, o tipo de carga, a potência ativa, o fator de potência e a tensão nominal. No modelo teórico, optou-se por não colocar a corrente nominal, dado que pode ser calculada baseado nos outros atributos disponíveis. Suponha, então, os elementos de carga registrados na entidade ELEMENTO DE CARGA:

Tabela 7 - Tabela de registros da entidade ELEMENTO DE CARGA

id_elem_carga	nome_elem_carga	tipo_carga	pativa_ec	fp_ec	tnom_ec	rend_ec
1	Luminária XPTO	Iluminação	60	0.9	220	1
2	Tomada Geral 100 W	Tomada de uso geral	100	0.9	220	1
3	Refletor T 38 – VM	Iluminação	700	0.9	220	1

Fonte: Elaborada pelo autor

Utilizaremos agora a entidade BLOCO DE CARGA para atribuir cargas para um setor. Por exemplo, para adicionar 20 elementos “Luminária XPTO” e 10 elementos “Tomadas Geral 100 W” no SETOR “Diretoria”, é necessário inserir registros na tabela BLOCO DE CARGA. Tem-se como resultado os dados representados na Tabela 8:

Tabela 8 - Registros da entidade BLOCO DE CARGA

id_bloco_carga	id_setor	id_elem_carga	quantidade
1	1	1	20
2	1	2	10

Fonte: Elaborada pelo autor

Definidos estes conceitos, e registrados os valores nas tabelas, é importante entender de que forma é possível, por exemplo, se consultar a potência ativa total das cargas instaladas por setor. Para esta atividade, são realizados os seguintes passos:

1. Consulta-se todos os registros de BLOCO DE CARGA associados ao SETOR que se deseja a informação;
2. Para estes registros, define-se como uma nova variável `potencia_total_bloco` o produto entre a quantidade do BLOCO DE CARGA e a `potencia_ec` do ELEMENTO DE CARGA.
3. Agrupa-se a nível de setor e realiza-se a soma para todos os registros de `potencia_total`

De fato, uma vez realizada a implementação do modelo lógico, é possível realizar esta consulta utilizando a linguagem SQL. Esta visão geral de relacionamento e consulta entre essas principais entidades é fundamental para a defesa e compreensão do restante do modelo.

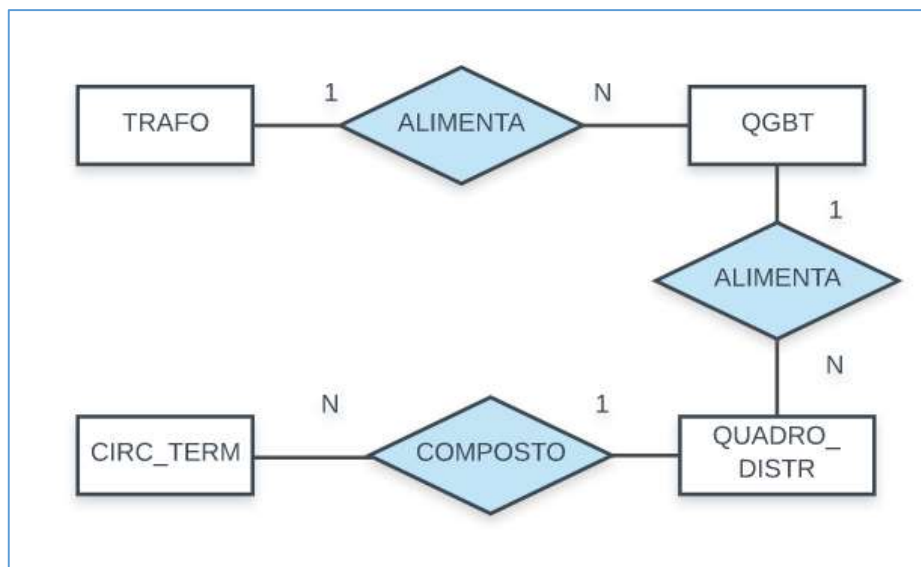
3.5 Relacionamentos de alimentadores no modelo

A alimentação direta das cargas de baixa tensão de uma instalação elétrica industrial é feita por circuitos terminais. Entretanto, é necessário representar o caminho da alimentação da carga desde a entrada pelo alimentador trifásico de média tensão (13.8kV trifásico - Enel) da concessionária de energia na subestação, que energiza um ou mais transformadores abaixadores. Depois de realizado o abaixamento de média para baixa tensão (380V trifásico – Enel), os terminais secundários do transformador são conectados por um circuito trifásico aos barramentos de um ou mais Quadros Gerais de Baixa Tensão (QGBTs).

Nos QGBTs encontram-se as origens dos circuitos de alimentação dos Quadros de Distribuição (QDs). Estes quadros têm como objetivo o atendimento das cargas dos setores e são compostos por circuitos terminais. Um circuito terminal pode atender diversas cargas, limitado por sua corrente nominal, estabelecido pelo projetista.

É possível representar essa sequência de conexões por um modelo Entidade-Relacionamento. Utilizaremos para representar os transformadores, os quadros gerais de baixa tensão, os quadros de distribuição e os circuitos terminais, respectivamente as entidades TRANSFORMADOR (ou TRAFO), QGBT, QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO (ou QUADRO_DISTR) e CIRCUITO TERMINAL (CIRC_TERM). É possível, portanto, modelar a seguinte representação de diagrama Entidade-Relacionamento até o nível de circuito:

Figura 10 - Representação em Diagrama E-R das entidades TRAFO, QGBT, QUADRO_DISTR e CIRC_TERM e seus respectivos relacionamentos



Fonte: Elaborada pelo autor

Nas Tabelas 9 e 10 são mostrados os atributos iniciais que serão necessários no modelo lógico para relacionar as entidades TRAFO e QGBT. Será necessário sempre relacionar uma chave primária e uma chave estrangeira para consolidar uma relação. Para relacionar um QGBT a um TRAFO, tem-se o id_trafo como chave-primária da entidade TRAFO e o atributo de mesmo nome como chave-estrangeira da entidade QGBT. Estes atributos serão essenciais para a construção de consultas em SQL no processo de implementação lógica.

Tabela 9 - Registro na entidade TRAFO

id_trafo	nome_trafo	tensao_primario	tensao_secundario
1	Trafo 1 da Industria ABC	13800	380

Fonte: Próprio autor

Tabela 10 - Registro na entidade QGBT

id_qgbt	id_trafo	nome_qgbt
1	1	QGBT Cargas industriais

Fonte: Próprio autor

Nas Tabelas 11 e 12 estão representados os atributos das entidades QUADRO_DISTR e CIRC_TERM. O campo qtd_circuitos refere-se à quantidade de circuitos terminais de cada novo quadro em QUADRO_DISTR. Em primeiro momento, é necessário considerar que há um pré-planejamento e estimativa da quantidade de circuitos necessários por quadro. A nível de aplicação, é necessário prever que cada vez que é inserido um novo quadro

de distribuição com N circuitos terminais, são inseridos N circuitos terminais na entidade CIRC_TERM. Ou mesmo quando é alterado o valor de qtd_circuitos, são adicionados ou removidos registros de CIRC_TERM.

Tabela 11 - Registros na entidade QUADRO_DISTR

id_quadro_distr	id_qgbt	nome_quadro_distr	qtd_circuitos
1	1	CCM1	2
2	1	CCM2	2
3	1	QDL1	3

Fonte: Próprio autor

Tabela 12 - Registros na entidade CIRC_TERM

id_circ_term	id_quadro_distr	num_circ_quadro	nome_circ_term
1	1	1	CCM1 – Circuito 1
2	1	2	CCM1 – Circuito 2
3	2	1	CCM2 – Circuito 1
4	2	2	CCM2 – Circuito 2
5	3	1	QDL1 – Circuito 1
6	3	2	QDL1 – Circuito 2
7	3	3	QDL1 – Circuito 3

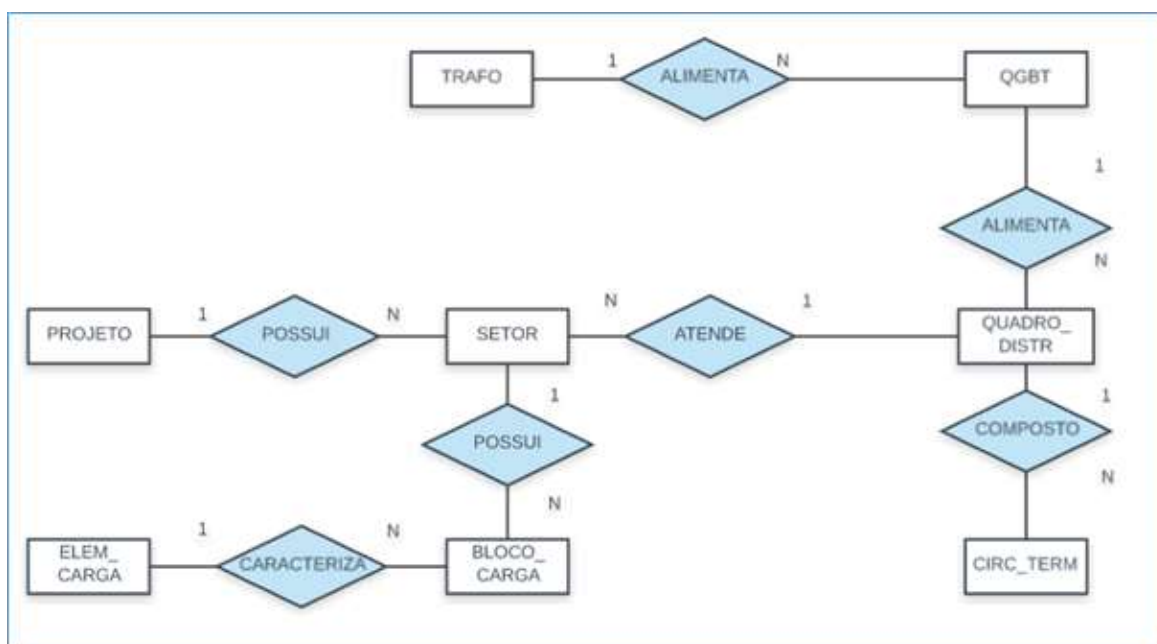
Fonte: Próprio autor

Uma vez definidos os elementos de alimentação até o nível de circuito terminal, é necessário entender como será representada a alimentação das cargas pelos circuitos terminais em um modelo relacional. O primeiro passo para este entendimento, por questões de organização, é entender a relação entre as entidades QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO e SETOR.

Após diversas reflexões a respeito da modelagem, decidiu-se adotar uma regra para relacionar quadros a setores: Cada setor é alimentado apenas por UM quadro de distribuição. Esta decisão foi tomada baseado na ideia de que a ideia de SETOR é mais abstrata do que a ideia de QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO, no sentido de que é possível, caso necessário, para um mesmo cômodo que tenha área muito grande, dividi-lo em mais de um setor de carga que podem ser alimentados por quadros diferentes.

Um QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO, por sua vez, pode atender a múltiplos setores. Caso tivéssemos diversos setores que tivessem poucas cargas, se tivéssemos para cada um deles um quadro, teríamos problemas de superdimensionamento. Dessa forma, conseguimos conectar parcialmente as duas partes até então propostas do modelo:

Figura 11 - Modelo parcialmente conectado



Fonte: Elaborado pelo autor

Resta agora entender como relacionar a entidade CIRCUITO TERMINAL aos BLOCOS DE CARGA que devem ser energizados.

Cada circuito alimenta uma determinada quantidade de cargas, contudo, muitas vezes pode não ser possível que um mesmo circuito alimente todo um BLOCO DE CARGA por questões de limitação de corrente.

Suponha que foi atribuído a um SETOR um bloco de carga de 12 motores de 50cv. Caso fosse necessário alimentar todos os motores com um mesmo circuito terminal, seria necessária uma alta corrente nominal, por consequência demandando a utilização de condutores de alta capacidade de corrente de projeto. Esta situação não é interessante um projeto devido a necessidade de limitar a seção dos condutores. Portanto, não é possível atribuir diretamente um bloco de carga a um circuito terminal.

O próximo tópico trata da estratégia proposta para realizar a integração de circuitos terminais às cargas que devem ser alimentadas.

3.6 Atribuição de cargas a circuitos

A determinação da quantidade de cargas a serem alimentadas por um determinado circuito terminal é necessária devido à necessidade de limitação da corrente nominal. Suponha que é prevista para um galpão industrial a utilização de 45 luminárias do tipo “Refletor T 38 – VM”. Podemos representar um registro da entidade BLOCO DE CARGA como na Tabela 13:

Tabela 13 - Registro em BLOCO DE CARGA

id_bloco_carga	id_setor	id_elem_carga	quantidade
3	2	3	45

Fonte: Próprio autor

Consultando a Tabela 10, é possível calcular a corrente nominal total para a alimentação do bloco a partir da equação 1:

$$I_B = N. \left(\frac{P_a}{F_P \cdot \eta \cdot V_n} \right) (1)$$

$$I_B = 45. \frac{700}{0,9.1,0.220} = 159,09 A$$

A NBR-5410 (ABNT, 2004) possui poucas recomendações a respeito da divisão de circuitos no que concerne à sua corrente nominal.

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 outros circuitos.

[...]

9.5.3.1 Todo ponto de utilização previsto para alimentar, de modo exclusivo ou virtualmente dedicado, equipamento com corrente nominal superior a 10 A deve constituir um circuito independente.

Dessa forma, para a situação em questão, a decisão de dividir as cargas em circuitos é feita baseada na experiência do projetista. Para todos os fins, neste trabalho, serão adotados os seguintes critérios:

Tabela 14 - Critérios de divisão de circuitos para tipos de carga distintos

Tipo de carga	Critério
Iluminação	Até 25 A por circuito
Tomadas de uso geral	Até 25 A por circuito
Tomadas de uso específico	Até 65 A por circuito
Cargas motrizes	Cada carga deverá possuir um circuito individual

Fonte: Próprio autor

Dessa forma, a decisão de modelo é criar uma nova entidade para realizar a segmentação dos blocos de carga segundo os critérios estabelecidos. À entidade que registra as divisões dos blocos de carga daremos o nome de **SEGMENTO DE CARGA** ou (**SEGMENTO_CARGA**).

Ainda utilizando o exemplo proposto ($id_bloco_carga = 3$), para segmentar o bloco, como se trata de cargas de iluminação, dividiremos a corrente nominal total pelo limite estabelecido por circuito, para calcular a razão a qual chamaremos de Fator de Bloco (FB):

$$FB = \frac{159,09}{25} = 6,39 \cong 7$$

O Fator de Bloco indica que será necessário dividir o bloco em 7 segmentos de carga. Serão gerados 7 registros para a entidade **SEGMENTO DE CARGA**. Os atributos inicialmente previstos para a entidade são ID de segmento, ID do bloco de carga, ID do elemento de carga e a quantidade de cargas do segmento.

Tabela 15 - Registros resultantes em **SEGMENTO DE CARGA**

id_segmento_carga	id_bloco_carga	id_elem_carga	quantidade_elem_segmento
1	3	3	7
2	3	3	7
3	3	3	7
4	3	3	6
5	3	3	6
6	3	3	6
7	3	3	6

Fonte: Próprio autor

Ainda sobre a entidade SEGMENTO DE CARGA, é necessário atentar para o fato de que não é interessante que se tenha valores fracionários para quantidade_elem_segmento, pois não representa algo factível uma carga fracionária.

A nível de aplicação é possível desenvolver uma rotina que segmenta de maneira automática os blocos de carga segundo os critérios da Tabela 9 de forma a sempre se obter números inteiros da mesma forma que acontece na Tabela 15:

Seja R um número inteiro igual ao resto da divisão da quantidade P (dividendo) de cargas originalmente previstas para o bloco pelo número Q (divisor) de segmentos calculado pelo fator FB , os R primeiros segmentos possuem $N + 1$ cargas, enquanto os $Q - R$ possuem N cargas.

Dessa forma, portanto, percebemos que é viável realizar a atribuição de registros da entidade SEGMENTO DE CARGA a registros de CIRCUITO TERMINAL. Contudo é necessário realizar uma última análise para entender como será definida a cardinalidade da relação entre as duas entidades:

Suponha um BLOCO DE CARGA ($id_bloco_carga = 4$) de TUGs que possua corrente nominal total $I_{B4} = 5 A$. Suponha também outro BLOCO DE CARGA ($id_bloco_carga = 5$) também de TUGs de um SETOR fisicamente próximo alimentado pelo mesmo QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO e que possua corrente nominal total $I_{B5} = 10 A$. Calculando os fatores de bloco (FB) temos:

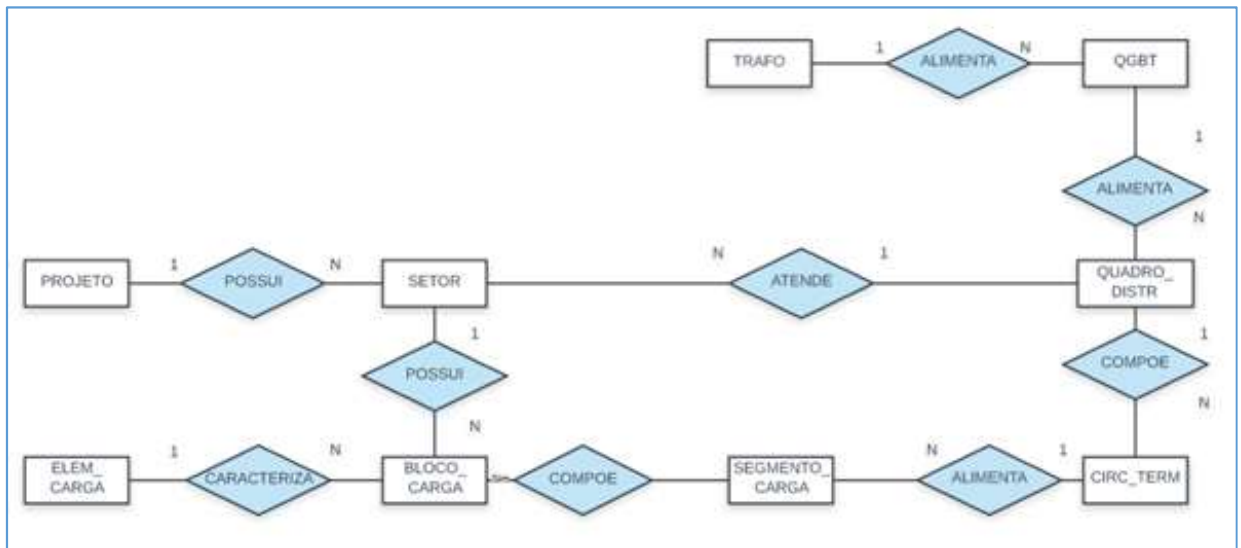
$$FB_4 = \frac{5}{25} = 0,2$$

$$FB_5 = \frac{10}{25} = 0,4$$

Para cada um destes blocos, após a execução de uma rotina que segmenta blocos de carga, será gerado um segmento de carga. É possível que se decida por atribuir ao mesmo circuito ambos os segmentos, pois a corrente nominal total resultante para o circuito é menor que a corrente do critério de divisão de circuito adotado.

A conclusão é que podemos decidir atribuir ao mesmo circuito os dois segmentos de carga (resultantes da segmentação dos blocos 4 e 5). Dessa forma, tem-se que a um registro da entidade CIRCUITO TERMINAL pode alimentar N registros da entidade SEGMENTO DE CARGA e o modelo final pode ser representado da seguinte forma:

Figura 12 - Modelo E-R final proposto



Fonte: Elaborado pelo autor

3.7 Utilização do Modelo Relacional para resolução automática de atividades de projeto

Tendo em vista as primeiras definições do modelo, é necessário analisar como estas primeiras entidades podem dar suporte para a realização das atividades propostas pelo roteiro de Mamede (2012).

Suponha, que como decisão de projeto, sejam atribuídos aos setores a quantidade e a potência de tomadas de uso geral (TUGs) prevista por norma. Para isso, é preciso verificar o item 9.5.2.2 da NBR-5410 (ABNT, 2004). Em resumo a norma define as seguintes diretrizes:

- Em banheiros, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada;
- Em cozinhas, copas, copas-cozinhas, área de serviço, cozinha, área de serviço, lavanderias e locais análogos, deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada para cada 3,5 m, ou fração, de perímetro;
- Em varandas deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada;
- Em salas e dormitórios devem ser previstos pelo menos um ponto de tomada para cada 5 m ou fração de perímetro;
- Nos demais cômodos e dependências, devem ser previstos pelo menos um ponto de tomada até 6 m², adicionando um ponto de tomada para cada 5 m ou fração de perímetro

Percebe-se que para cada tipo de setor, são definidas regras diferentes para o dimensionamento mínimo de tomadas. Para criar uma rotina que insere automaticamente, para

cada setor, blocos de carga com a quantidade e potência mínimos necessário para cumprimento da norma, é necessário definir um novo atributo em SETOR que define seu tipo perante a visão da NBR-5410. A este atributo será dado o nome de `id_tipo_comodo_nbr`. A tabela mostra os valores possíveis para este atributo e a descrição para cada um deles.

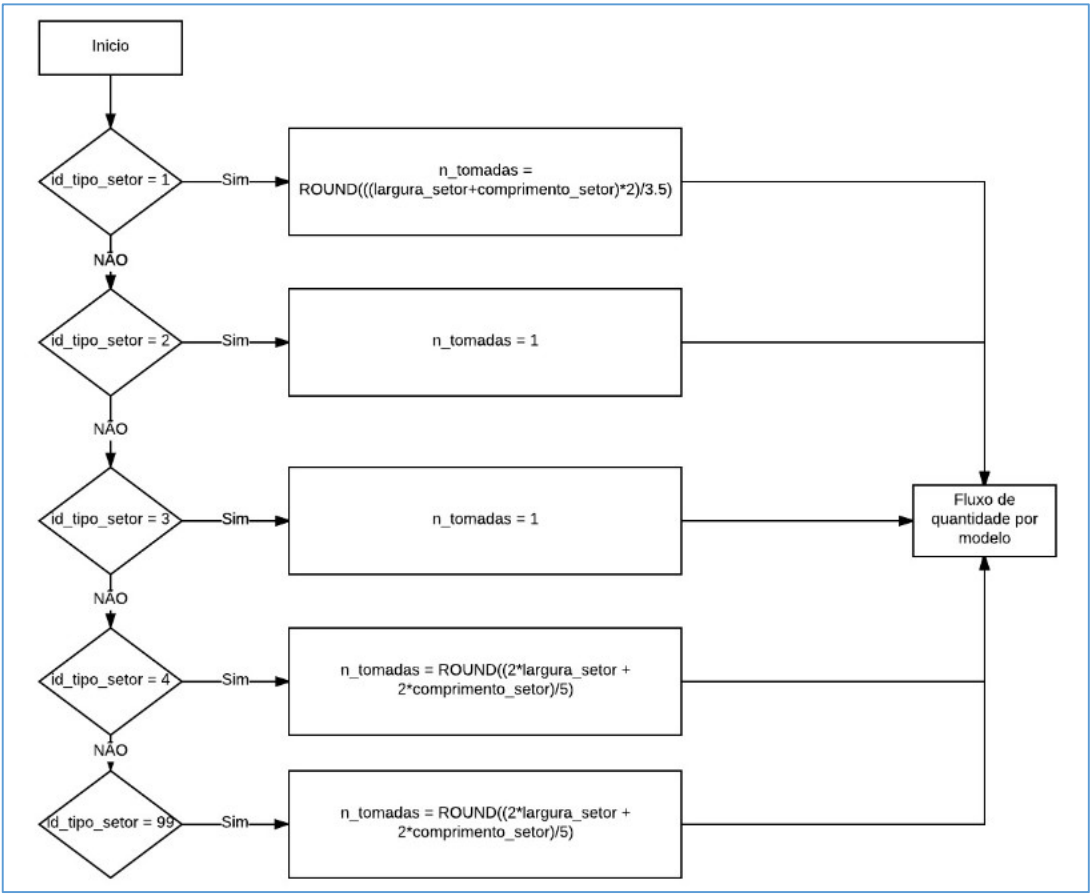
Tabela 16 - Descrição do atributo `id_tipo_setor_nbr`

<code>id_tipo_comodo_nbr</code>	Descrição
1	Copas, Cozinhas, Copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias ou locais análogos
2	Banheiros
3	Varandas
4	Salas e dormitórios
99	Outros cômodos

Fonte: Elaborada pelo autor

O fluxograma mostrado na Figura 13 representa uma rotina para a atribuição da quantidade de TUGs com base nas diretrizes da NBR-5410:

Figura 13 - Fluxo para definição da quantidade de tomadas



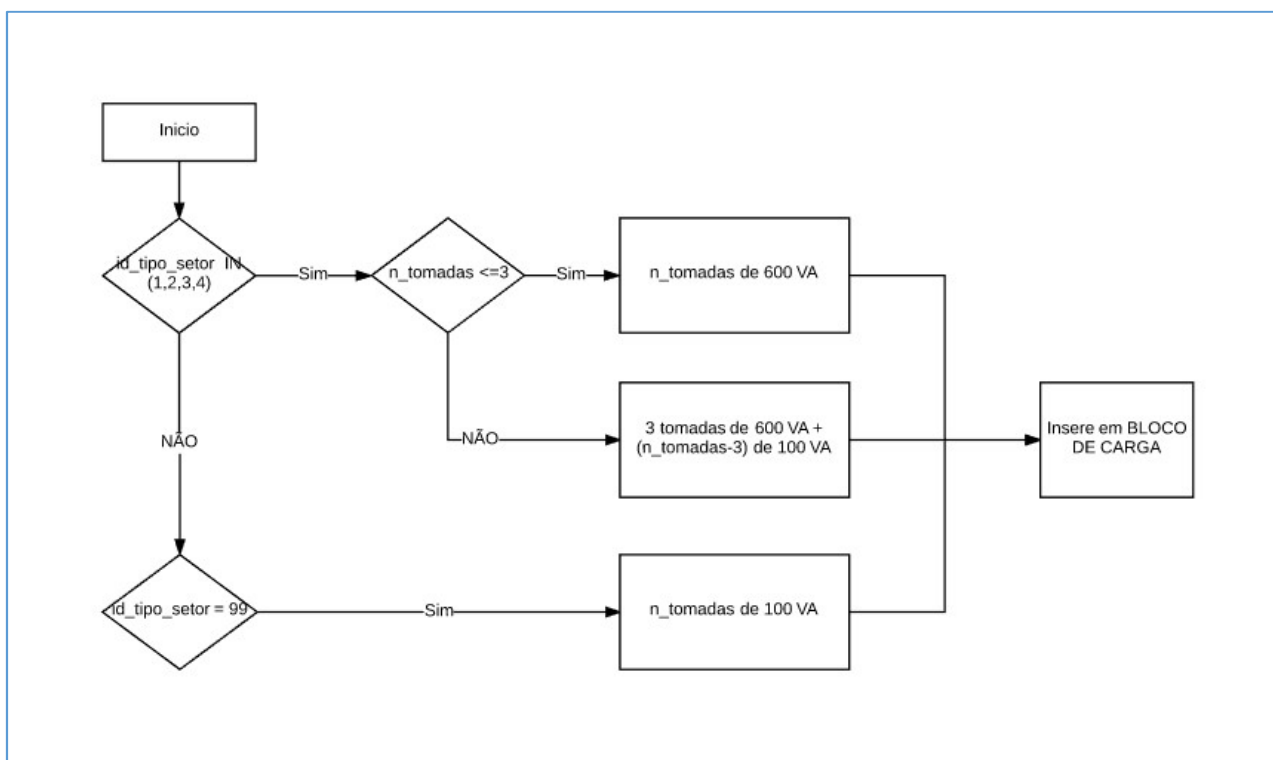
Fonte: Elaborada pelo autor

Após execução do fluxo, tem-se a quantidade de tomadas por setor. De maneira análoga, é possível criar outro fluxo para definir a quantidade de tomadas por potência baseado na quantidade do primeiro fluxo e no tipo de setor também baseado nos itens da norma:

- Em banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até três pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, considerando-se cada um desses ambientes separadamente. Quando o total de tomadas no conjunto desses ambientes for superior a seis pontos, admite-se que o critério de atribuição de potências seja de no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até dois pontos, e 100 VA por excedentes, sempre considerando cada um dos ambientes separadamente.
- Nos demais cômodos ou dependências, no mínimo 100 VA por tomada.

O fluxo resultante é mostrado na Figura 14:

Figura 14 - Fluxo para definição da quantidade de tomadas por tipo de tomada



Fonte: Elaborada pelo autor

É importante perceber a existência de alguns detalhes implícitos nos fluxos, como necessário durante a implementação do modelo a criação dos dois elementos de carga

utilizados: “Tomada de 100 VA” e “Tomada de 600 VA”. Cada uma delas terá seu próprio `id_elemento_carga`.

O objetivo principal deste exemplo é mostrar que os atributos de cada entidade podem ser utilizados para implementar pontos de decisão em fluxos de automatização de dimensionamentos. Estratégias semelhantes serão desenvolvidas no Capítulo 4 durante a implementação do modelo lógico e das aplicações.

4. DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÃO

4.1 Introdução

Este capítulo trata da implementação da modelagem proposta no SGBD Microsoft Access. É mostrado o esquema de criação das tabelas, o esquema relacional e descrito o desenvolvimento de aplicações.

4.2 Microsoft Access

O Microsoft Access é um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados da Microsoft disponível nas versões mais básicas do pacote Office. A plataforma surgiu em 1992 como sendo o primeiro SGBD da Microsoft e atualmente se encontra na versão 2016.

A plataforma conta com diversas funcionalidades que facilitam a implementação de modelos de dados relacionais. Ainda que o Access possua interfaces gráficas e ferramentas de Design de Consulta e Design de Tabela, é importante o fato de que ele também dispõe do Modo de Exibição SQL (*Structured Query Language*). Algumas consultas mais robustas e que exigem mais lógica não são intuitivas de fazer por meio das ferramentas auxiliares, além do que usuários experientes de SQL podem ter mais facilidade de desenvolvimento.

A versão do SQL utilizada no Access é o Jet SQL, uma versão mais limitada quando comparada a versões mais robustas, como a atual versão do Microsoft SQL Server. Um exemplo de limitação é a impossibilidade de inserir duas declarações SQL em uma mesma consulta. Esta limitação, assim como diversas outras, puderam ser contornadas durante o desenvolvimento com a utilização de comandos básicos de Visual Basic for Applications (VBA), linguagem programação incorporada em todos os programas do Microsoft Office, logo suportado pela plataforma.

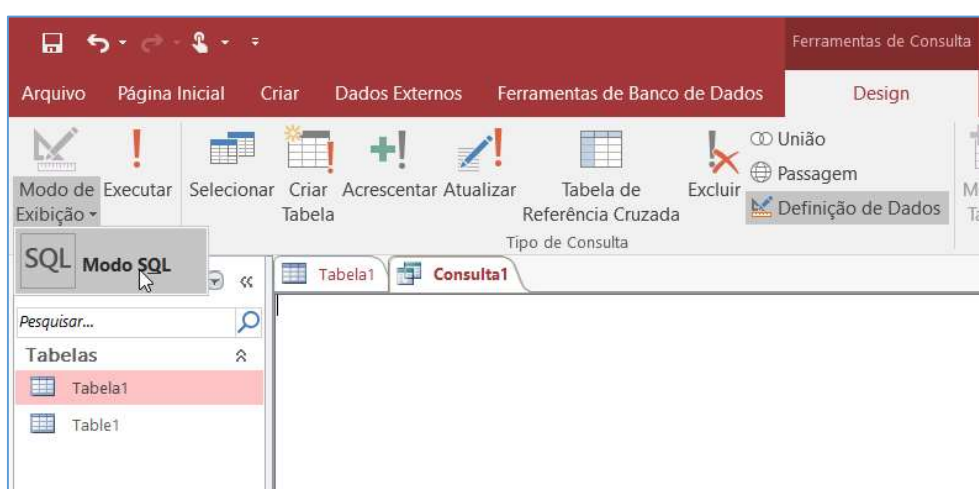
4.3 Primeiros passos e criação de tabelas

Ao iniciar o Microsoft Access, é possível criar um Banco de dados em branco. Dentro do projeto do Banco de Dados, são criadas as tabelas, as consultas, os formulários e construídas as relações a partir de um assistente de Diagramas Entidade-Relacionamento (DER). É possível também importar dados externos, a partir de planilhas do Microsoft Excel ou de dados extraídos da Web.

Iniciaremos o desenvolvimento da aplicação criando as primeiras tabelas. Uma tabela no esquema lógico representa uma entidade do modelo teórico assim como os campos representam os atributos desta entidade.

É possível realizar a criação de tabelas tanto a partir de consultas SQL para formalização quanto pela ferramenta de Design de Tabela. Na Figura 15 é mostrado como habilitar o modo SQL no Microsoft Access assim como a tela de construção de consulta, enquanto o Código 1 mostra a sintaxe para a criação de uma tabela Exemplo:

Figura 15 - Detalhe da tela do Access para habilitar Modo SQL



Fonte: Próprio Autor

Código 1 – Exemplo de criação de tabela


```
CREATE TABLE tbl_exemplo
(
    [id_venda] AUTOINCREMENT,
    [id_produto] NUMBER,
    [data_venda] DATETIME
);
```

Fonte: Próprio autor

Ainda que seja possível a criação de tabelas por SQL, será optado por criá-las utilizando a ferramenta de Design de tabela. Como sintaxe padrão de criação de tabelas, utilizaremos o prefixo TBL para as tabelas principais do modelo. Portanto, inicialmente criaremos TBL_PROJETO. Algumas das tabelas possuem nomes ligeiramente diferentes do modelo. O Design de tabela permite facilmente escolher os tipos de dados de cada campo, assim

como a definição da chave primária. A Figura 16 mostra a implementação da tabela TBL_PROJETO:

Figura 16 - Design da Tabela TBL_PROJETO

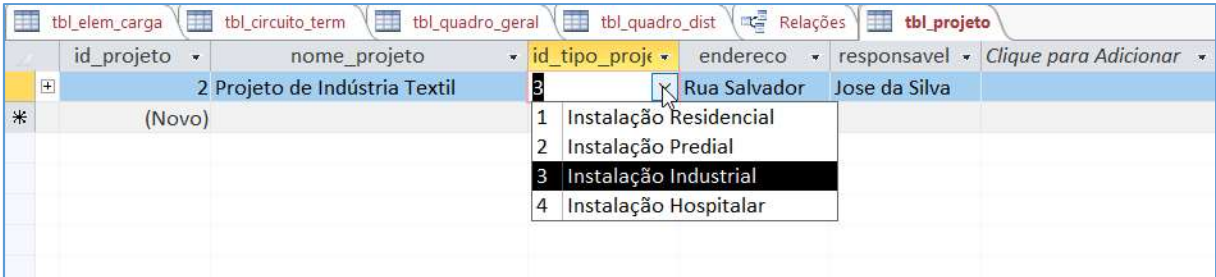
	Nome do campo	Tipo de dados	Descrição (Opcional)
	id_projeto	Numeração Automática	Chave primária de projeto
	nome_projeto	Texto Curto	Nome do projeto
	id_tipo_projeto	Texto Curto	ID do tipo de projeto
	endereco	Texto Curto	Endereço do projeto
	responsavel	Texto Curto	Responsável pelo projeto

Fonte: Próprio autor

O símbolo da chave ao lado de id_projeto na Figura 16 indica a definição de chave primária. O tipo de dados “Numeração Automática” indica que o valor do campo é automaticamente gerado conforme vão sendo adicionados novos registros.

O Access permite a criação de campos que possuem valor pré-definido, sendo estes definidos pelo usuário ou resultado de uma consulta SQL em outra tabela. Um exemplo disso é o campo id_tipo_projeto. É possível programar o campo de forma que este permita apenas escolher o valor a partir das opções de 1 a 4 conforme a Tabela 5.

Figura 17 – Exemplo de inserção de dados na TBL_PROJETO



id_projeto	nome_projeto	id_tipo_projeto	endereco	responsavel	Clique para Adicionar
2	Projeto de Indústria Textil	3	Rua Salvador	Jose da Silva	
(Novo)		1 Instalação Residencial			
		2 Instalação Predial			
		3 Instalação Industrial			
		4 Instalação Hospitalar			

Fonte: Próprio autor

A implementação das outras tabelas foi realizada com base no desenvolvimento do Capítulo 3. Alguns campos extras foram adicionados e outros são redundantes para auxiliar no desenvolvimento a nível de aplicação. As Figuras 18 a 25 a seguir mostram os campos definidos para cada tabela e as respectivas descrições para cada um deles.

Figura 18 - Design de TBL SETOR

tbl_elem_carga		tbl_circuito_term		tbl_quadro_geral		tbl_quadro_dist		tbl_setor	
Nome do campo		Tipo de dados		Descrição (Opcional)					
id_setor		Numeração Automática		ID do setor					
id_projeto		Número		ID do projeto					
nome_setor		Texto Curto		Nome do setor					
comp_setor		Número		Comprimento do setor					
larg_setor		Número		Largura do setor					
htot_setor		Número		Altura total do setor					
id_quadro_dist		Número		ID do quadro de distribuição que alimenta o setor					
distmax_quadro_setor		Número		Distância máxima do quadro até o setor.					

Fonte: Próprio autor

Figura 19 - Design de TBL BLOCO CARGA

[illegible]

Fonte: Próprio autor

Figura 20 - Design de TBL ELEM CARGA

tbl_projeto		tbl_setor		tbl_bloco_carga		tbl_elem_carga	
Nome do campo		Tipo de dados		Descrição (Opcional)			
id	elem_carga	Numeração Automática		ID o Elemento de Carga			
id_tipo	elem_carga	Número		ID do Tipo de Elemento de Carga (1 = Luminária, 2 = TUGs, 3 = TUEs, 4 = Cargas motrizes)			
nome	elem_carga	Texto Curto		Nome do Elemento de Carga			
pot_ativa		Número		Potência ativa [W] do Elemento de Carga			
fat_pot		Número		Fator de potência do Elemento de Carga			
rendimento		Número		Rendimento do Elemento de Carga			
num_fases		Número		Número de fases (1 = Monofásico, 3 = Trifásico)			
tensao_nominal		Número		Tensão nominal de alimentação			
corrente_nominal		Número		Corrente nominal do Elemento de Carga			
ino_in		Número		Razão entre a corrente nominal e a corrente de partida (para motores)			
conjugado_nominal		Número		Conjugado Nominal (para motores)			
num_polos_motor		Número		Número de polos do motor (para motores)			
num_lampadas		Número		Número de lâmpadas (para luminárias)			
pot_lampada		Número		Potência individual por lâmpada (para luminárias)			
fluxo_por_lampada		Número		Fluxo luminoso por lâmpada (para luminárias)			
fluxo_por_luminaria		Número		Fluxo luminoso por luminária (para luminárias)			
pot_por_luminaria		Número		Potência por luminária (para luminárias)			
vida_media_lampada		Número		Vida média da lâmpada (para luminárias)			
tipo_lampada		Texto Curto		Tipo de Lâmpada (para luminárias)			
cfat_a2		Número		Coeficiente 2 para cálculo de fator de utilização (para luminárias)			
cfat_a1		Número		Coeficiente 1 para cálculo de fator de utilização (para luminárias)			
cfat_a0		Número		Coeficiente 0 para cálculo de fator de utilização (para luminárias)			
fd		Número		Fator de Depreciação			

Fonte: Próprio autor

Figura 21 - Design de TBL SEGMENTO CARGA

tbl_segimento_carga		
Nome do campo	Tipo de dados	Descrição (Opcional)
id_segmento_carga	Numeração Automática	ID do segmento de carga
label_id_segmento_carga	Texto Curto	Texto que concatena o bloco de carga com o número do segmento do bloco
id_bloco_carga	Número	ID do bloco de carga original
id_setor	Número	ID do setor onde o segmento se localiza
segmento_bloco	Número	Número do segmento do bloco
id_elem_carga	Número	ID do elemento de carga
quantidade_elem_segmento	Número	Quantidade de cargas do segmento
nome_segmento_carga	Texto Curto	Nome do segmento de carga
id_quadro_dist	Número	ID do quadro de distribuição
id_circuito_term	Número	ID do circuito terminal que alimenta o segmento de carga

Fonte: Próprio autor

Figura 22 - Design de TBL_QUADRO_DIST

tbl_elem_carga tbl_circuito_term tbl_quadro_geral tbl_quadro_dist Relações tbl_projeto		
Nome do campo	Tipo de dados	Descrição (Opcional)
id_quadro_dist	Numeração Automática	ID do quadro de distribuição
nome_quadro_dist	Texto Curto	Nome do quadro de distribuição
id_quadro_geral	Número	ID do QGBT relacionado
quantidade_circuitos	Número	Quantidade de circuitos do quadro de distribuição

Fonte: Próprio Autor

Figura 23 – Design de TBL_CIRCUITO_TERM

tbl_elem_carga tbl_circuito_term		
Nome do campo	Tipo de dados	Descrição (Opcional)
id_circuito_term	Numeração Automática	ID do circuito terminal
id_quadro_dist	Número	ID do quadro de distribuição relacionado
numeracao_circuito_quadro	Número	Numeração do circuito no quadro
nome_circuito_quadro	Texto Curto	Nome do circuito
fator_correcao_temperatura	Número	Fator de correção de temperatura para dimensionamento de condutores
fator_correcao_agrupamento	Número	Fator de correção de agrupamento para dimensionamento de condutores
comprimento_max_circuito	Número	Comprimento máximo do circuito
id_instalacao	Número	ID do método de instalação

Fonte: próprio autor

Figura 24 - Design de TBL_QUADRO_GERAL (QGBT)

tbl_elem_carga tbl_circuito_term tbl_quadro_geral tbl_quadro_dist Relações tbl_projeto		
Nome do campo	Tipo de dados	Descrição (Opcional)
id_quadro_geral	Numeração Automática	ID do QGBT
nome_quadro_geral	Texto Curto	Nome do QGBT
id_trafo	Número	ID do trafo relacionado

Fonte: próprio autor

Figura 25 - Design de TBL_TRAFO

tbl_elem_carga tbl_circuito_term tbl_quadro_geral tbl_quadro_dist Relações tbl_projeto tbl_trafo		
Nome do campo	Tipo de dados	Descrição (Opcional)
id_trafo	Numeração Automática	
nome_trafo	Texto Curto	

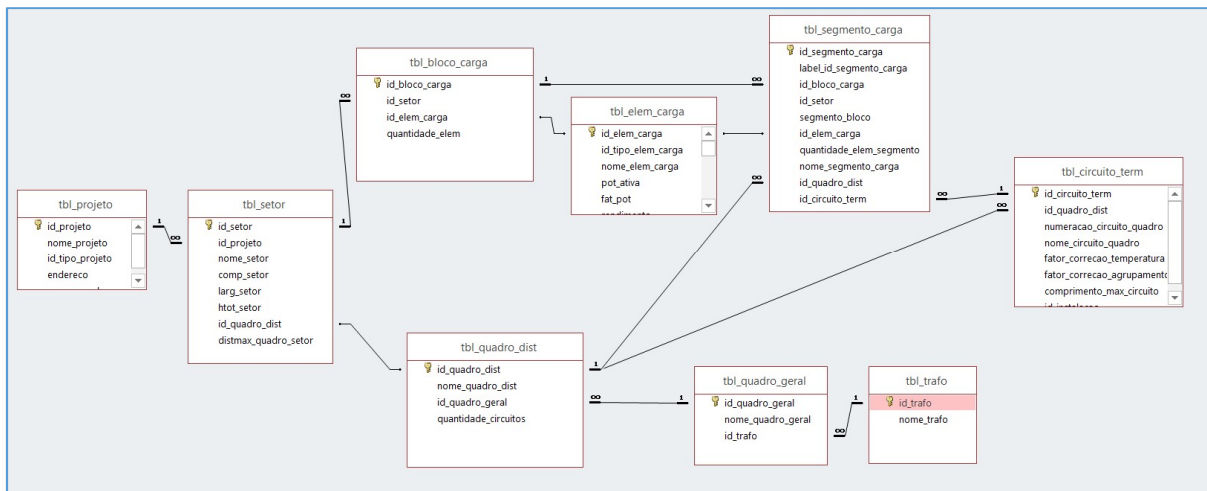
Fonte: próprio autor

4.4 DIAGRAMA ENTIDADE-RELACIONAMENTO (DER)

Após a criação das tabelas, o Access permite, a partir da ferramenta “Relações”, realizar a implementação do Diagrama Entidade-Relacionamento. É possível de maneira visual, arrastando e clicando em tabelas, configurar os relacionamentos entre elas.

Após inserir todas as tabelas e configurar seus relacionamentos, obteve-se o diagrama resultante mostrado na Figura 26:

Figura 26 - Diagrama Entidade Relacionamento resultante do Modelo



Fonte: Próprio Autor

Durante a configuração do diagrama, é possível configurar detalhes dos relacionamentos, incluindo a Imposição de Integridade Referencial. Segundo Navathe (2005), esta restrição é utilizada para manter a consistência entre tuplas (ou registros) nas duas relações (ou tabelas). Este tipo de recurso é importante para manutenção da integridade dos dados, impedindo, por exemplo, que se um projeto seja deletado do banco, os setores também o serão. A Figura 27 mostra detalhe da janela desta implementação.

Figura 27 - Configuração de relações no Access

Fonte: Próprio Autor

4.5 Desenvolvimento de aplicações

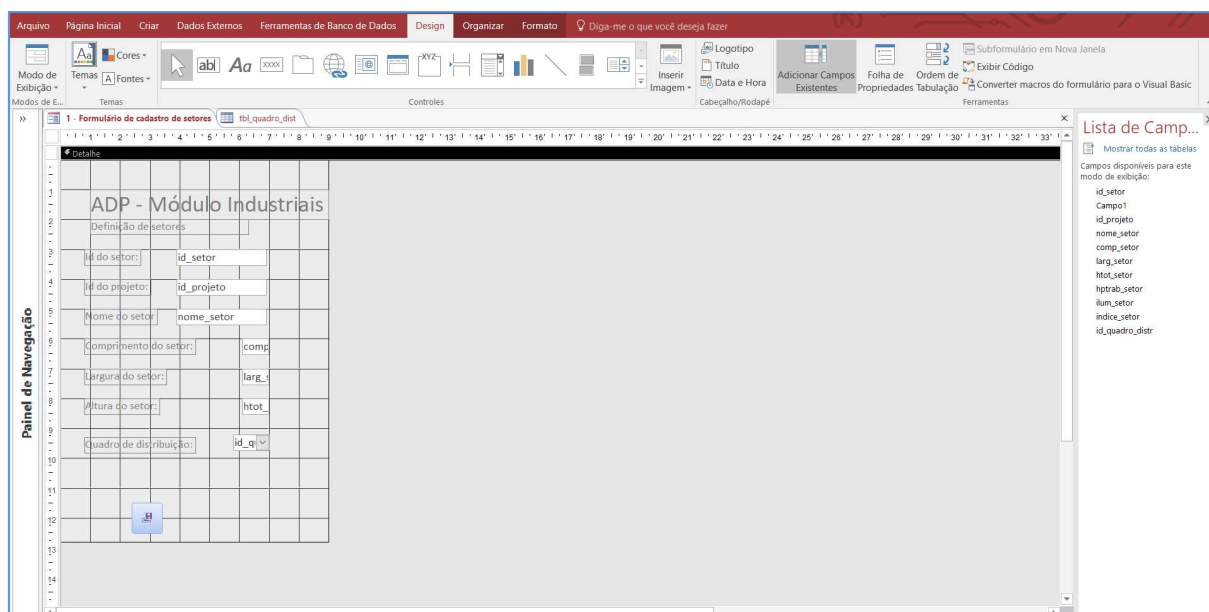
A implementação das tabelas na plataforma Access permite o desenvolvimento de diversas aplicações modulares. Este tópico trata da implementação de algumas aplicações para manipulação de dados e automatização de processos.

Em algumas das aplicações são propostos modelos bastante simplificados, contudo o objetivo principal é mostrar as possíveis estratégias de resolução de problemas para motivar novos desenvolvedores a implementar funcionalidades e aprofundar a complexidade dos modelos de entidade.

4.5.1 Inserção de dados nas tabelas padrão

A inserção dos dados de projeto nas tabelas criadas pode ser realizada a partir da utilização direta destas tabelas pelo Access ou pela utilização de Formulários personalizados criados a partir da ferramenta de Design de Formulários. A Figura 28 mostra uma tela de desenvolvimento de formulário para a tabela TBL_SETOR:

Figura 28 - Tela de desenvolvimento de formulários



Fonte: Próprio autor

A tela de design de formulário é uma interface que gera um código em VBA, armazenando as propriedades e eventos que são implementados visualmente pela ferramenta. Com maior conhecimento da linguagem é possível criar aplicações completas e com muitos recursos.

Após concluída a implementação do formulário, é possível acessá-lo para realizar a inserção dos dados. Os formulários estão conectados às suas respectivas tabelas e cada novo registro salvo é automaticamente inserido. A Figura 29 mostra o formulário resultante:

Figura 29 - Formulário para inserção de dados em TLB_SETOR

1 - Formulário de cadastro de setores

ADP - Módulo Industriais

Definição de setores

Id do setor:

Id do projeto:

Nome do setor:

Comprimento do setor:

Largura do setor:

Altura do setor:

Quadro de distribuição:

Registro: 1 de 1 | Sem Filtro | Pesquisar

Fonte: Próprio Autor

Para as diversas tabelas do modelo, foram criados formulários para preenchimento das informações. A principal vantagem dessa ferramenta é poder tornar mais intuitiva para um usuário não familiarizado com banco de dados a manipulação das tabelas.

4.5.2 Atualização de biblioteca de elementos de carga

A tabela TBL_ELEM_CARGA (ELEMENTOS DE CARGA) é a proposta de uma biblioteca de modelos de carga, que armazena todas as informações e características de dispositivos a fim de facilitar a realização de cálculos para dimensionamentos.

Para cada modelo, na tabela existem diversos campos a serem preenchidos, de acordo com as propriedades que podem ser consultadas em tabelas de fabricantes. Ainda levando em consideração a afirmação feita em 3.4 de que para este trabalho serão considerados apenas quatro tipos de carga, é possível prever que diferentes tipos de cargas podem possuir

características diferentes que não se atribuem aos outros tipos. Para atributos que não fazem sentido para um tipo de carga, atribui-se valor NULO.

Por exemplo, faz sentido para Cargas Motrizes o atributo “conjugado_nominal”, mas não faz sentido a definição de um valor deste campo para cargas de iluminação. Contudo, alguns atributos como “pot_ativa”, que representa a Potência Ativa em Watts de um elemento faz sentido para todos os modelos. Para esta tabela, por questões simplificação de aplicação, optou-se por definir-se o campo “corrente_nominal”, ainda que seja redundante dado que também fazem parte da tabela todos os campos que permitem calculá-lo.

Para caracterizar os tipos de elemento de carga, optou-se por utilizar o campo “id_tipo_elem_carga”, referenciado pela Tabela 17.

Tabela 17- Definições de Tipos de Elementos de Carga

id_tipo_elem_carga	Descrição
1	Iluminação
2	Tomadas de uso geral (TUGs)
3	Tomadas de uso específico (TUEs)
4	Cargas Motrizes

Fonte: Próprio autor

A Figura 30 mostra a configuração final da tabela de elementos de carga até o momento final deste trabalho:

Figura 30 - Detalhe da tabela de elementos de carga

id_elei	nome_elem_carg	id_tij	pot_a	fat	rend	num	tens	corre	inp_jr	conj	num	po	fluxc	fluxi	pot	vida	tipo_le	cfat_a2	cfat_a1	cfat_a0	fd
50	Luminária - T38VM	1	700	0,9	1	1	220	3,5			1	700	35000	35000	700	15000	Vapor de	-0,0293	0,22951	0,41565	0,7
14	Luminária Phillips - F	1	400	0,9	1	1	220	2,0			1	400	22000	22000	400	15000	Vapor de	-0,0293	0,22951	0,41565	0,7
13	Luminária Phillips - T	1	160	0,9	1	1	220	0,8			4	40	3000	12000	160	10000	Fluoresce	-0,03135	0,25785	0,22583	0,75
10	Luminária Phillips - T	1	65	0,9	1	1	220	0,3			1	65	4900	4900	65	10000	Fluoresce	-0,02955	0,25392	0,21146	0,75
12	Luminária Phillips - T	1	80	0,9	1	1	220	0,4			2	40	3000	6000	80	10000	Fluoresce	-0,0337	0,28183	0,2342	0,75
11	Luminária Phillips - T	1	130	0,9	1	1	220	0,7			2	65	4900	9800	130	10000	Fluoresce	-0,02897	0,24143	0,20971	0,75
51	Máquina de Embalaj	2	1900	0,9	1	1	220	9,6													
15	Tomada de uso gera	2	100	0,9	1	1	220	0,5													
16	Tomada de uso gera	2	600	0,9	1	1	220	3,0													
17	Tomada de uso espe	3	6000	0,9	1	3	380	10,1													
31	Motor XPTO - 100CV	4	75000	0,9	0,93	3	380	133,2	6,80	19,72	2										
47	Motor XPTO - 100CV	4	75000	0,87	0,92	3	380	135,4	6,70	39,67	4										
22	Motor XPTO - 10CV	4	7500	0,85	0,83	3	380	16,2	6,70	2,05	2										
38	Motor XPTO - 10CV	4	7500	0,85	0,86	3	380	15,4	6,60	4,11	4										
32	Motor XPTO - 125CV	4	90000	0,9	0,93	3	380	158,7	6,50	24,59	2										
48	Motor XPTO - 125CV	4	90000	0,87	0,94	3	380	160,9	6,50	49,31	4										
33	Motor XPTO - 150CV	4	110000	0,9	0,93	3	380	190,9	6,80	29,46	2										
49	Motor XPTO - 150CV	4	110000	0,87	0,95	3	380	194,2	6,80	59,17	4										
23	Motor XPTO - 15CV	4	11000	0,82	0,83	3	380	23,5	7,00	3,07	2										
39	Motor XPTO - 15CV	4	11000	0,75	0,86	3	380	26,0	7,80	6,12	4										
1	Motor XPTO - 180CV	4	132000	0,87	0,95	3	380	233,1	6,50	70,81	4										
18	Motor XPTO - 1CV -	4	700	0,76	0,81	3	380	1,9	6,20	0,21	2										
34	Motor XPTO - 1CV -	4	700	0,65	0,81	3	380	2,2	5,70	0,42	4										
2	Motor XPTO - 200CV	4	150000	0,87	0,95	3	380	271,2	6,90	80,00	4										
24	Motor XPTO - 20CV	4	15000	0,73	0,83	3	380	35,5	6,80	3,97	2										
40	Motor XPTO - 20CV	4	15000	0,86	0,88	3	380	28,8	6,80	7,98	4										
3	Motor XPTO - 220CV	4	160000	0,87	0,95	3	380	283,0	6,50	86,55	4										
4	Motor XPTO - 250CV	4	185000	0,87	0,95	3	380	327,4	6,80	95,35	4										
25	Motor XPTO - 25CV	4	18500	0,82	0,86	3	380	38,3	6,80	4,96	2										
41	Motor XPTO - 25CV	4	18500	0,84	0,9	3	380	35,5	6,70	9,97	4										
5	Motor XPTO - 300CV	4	220000	0,88	0,96	3	380	385,3	6,80	118,03	4										

Fonte: Próprio autor

Ainda foi feita a implementação de um formulário para consulta, edição e inserção de elementos de carga, conforme mostra a Figura 31:

Figura 31 - Formulário de interação com a biblioteca de elementos

Fonte: Próprio autor

4.5.3 Luminotécnico

Foi proposta uma aplicação simplificada de previsão de cargas de iluminação baseado no Método dos Lumens. É necessário, portanto, realizar uma breve introdução e definição de conceitos de luminotécnica, baseados na sequência proposta por Mamede (2012) e pela ABNT (1994). Recomenda-se a leitura do Capítulo 2 da referência bibliográfica para aprofundamento dos conceitos de Iluminação Industrial.

4.5.3.1 Resumo de conceitos base para Método dos lumens:

O método dos lumens se baseia na determinação do fluxo luminoso necessário para realizar o iluminamento médio desejado em um plano de trabalho. O fluxo luminoso pode ser definido, segundo Mamede (2012) como a potência de radiação emitida por uma fonte luminosa em todas as direções do espaço. A unidade de medida do fluxo luminoso é o Lúmen.

Para o ambiente a ser iluminado, é necessário que a ele seja fornecido um valor de Iluminância compatível de acordo com as referências da NBR-5413 para cada tipo de atividade desempenhada. A Iluminância é definida (ABNT,1992) como o limite da razão do fluxo luminoso recebido pela superfície em torno de um ponto considerado, para a área da superfície quando esta tende a zero. A unidade de iluminância é o lux.

A tabela 18 mostra o valor de iluminância indicado para alguns exemplos de diferentes tipos de atividade:

Tabela 18 - Iluminâncias mínima em lux por tipo de atividade (valores médios em serviço)

Tipo de ambiente	Tipo de atividade	Lux
Indústrias cerâmicas	Acabamento e moldagem	150
Indústrias de papéis	Trituração	200
Indústrias de papéis	Máquinas de papel	200
Indústrias químicas	Fornos, secadores	200
Indústrias químicas	Filtragem	200
Indústrias têxteis	Batedores	200
Indústrias têxteis	Cardação	300
Indústrias têxteis	Inspeção	500

Fonte: Adaptado de Mamede (2012)

Ainda segundo Mamede, é possível calcular o fluxo luminoso total requerido para um determinado plano de trabalho de um recinto a partir da equação 2:

$$\psi_t = \frac{E \times S}{F_u \times F_{dl}} \quad (2)$$

ψ_t – Fluxo total a ser emitido pelas lâmpadas, em lúmens;

E – Iluminamento médio requerido pelo ambiente a iluminar, em lux;

S – Área do recinto, em m²;

F_{dl} – Fator de depreciação do serviço da luminária;

F_u – Fator de utilização do recinto.

O fator de depreciação é a razão do fluxo luminoso emitido por uma luminária ao fim de um período de manutenção e do fluxo luminoso emitido no início de sua operação. Pode ser consultado por tabelas de referência ou manual do fabricante. A tabela 19 mostra fatores de depreciação típicos para serviços de luminárias:

Tabela 19 - Fator de depreciação do serviço da luminária

Tipo de Aparelho	Fator de depreciação
Aparelhos para embutir lâmpadas incandescentes	0,85
Aparelhos para embutir lâmpadas refletoras	0,85
Calha aberta e chanfrada	0,8
Refletor industrial para lâmpadas incandescentes	0,8
Luminária comercial	0,75
Luminária ampla utilizada em linhas contínuas	0,75
Refletor parabólico para 2 lâmpadas incandescentes	0,7
Refletor industrial para lâmpada VM	0,7
Aparelho para lâmpada incandescente para iluminação indireta	0,7
Luminária industrial tipo Miller	0,7
Luminária com difusor de acrílico	0,7
Globo de vidro fechado para lâmpada incandescente	0,7
Refletor com difusor plástico	0,6
Luminária comercial para lâmpada high output com colmeia	0,6

Fonte: Adaptado de Mamede

Já o fator de utilização é a razão entre o fluxo que chega ao plano de trabalho e o fluxo emitido pela luminária. A obtenção deste fator depende do tipo de luminária e do conhecimento das características de refletância do ambiente e do índice de recinto. O índice de recinto de um ambiente pode ser calculado pela equação 3:

$$K = \frac{A \times B}{H_{lp} \times (A + B)} \quad (3)$$

K – Índice do recinto;

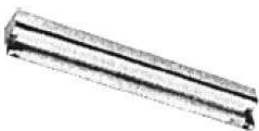
A – Comprimento do recinto, em m;

B – Largura do recinto, em m;

H_{lp} – altura da fonte de luz sobre o plano de trabalho, em m;

Uma vez calculado o Índice de recinto, é possível consultar tabelas fornecidas por fabricantes que o relacionam ao fator de utilização para diferentes graus de refletância do ambiente. A tabela 20 mostra a obtenção deste fator para um modelo de luminária padrão:

Tabela 20 - Valores de referência do fator de utilização para um modelo de lâmpada em função dos valor de refletância e do índice de recinto

Luminária	Teto	70%		50%		70%	50%	30%	
	Parede	50%	30%	50%	30%	10%	10%	30%	10%
	K	10% (valor de refletância percentual do piso)							
 TMS 1 - lâmpada de 65 W	0,6	0,32	0,25	0,29	0,22	0,2	0,18	0,2	0,17
	0,8	0,39	0,31	0,35	0,29	0,26	0,24	0,26	0,22
	1	0,45	0,37	0,4	0,34	0,32	0,29	0,31	0,27
	1,25	0,5	0,43	0,45	0,39	0,37	0,34	0,36	0,32
	1,5	0,55	0,48	0,49	0,44	0,42	0,39	0,4	0,36
	2	0,61	0,55	0,56	0,5	0,5	0,46	0,46	0,42
	2,5	0,66	0,6	0,6	0,55	0,55	0,51	0,5	0,47
	3	0,69	0,64	0,63	0,58	0,59	0,55	0,53	0,55
	4	0,73	0,69	0,67	0,63	0,65	0,6	0,57	0,55
	5	0,76	0,72	0,69	0,66	0,69	0,63	0,6	0,58

Fonte: Adaptado de Mamede (2012)

Uma vez calculado ψ_t , é possível calcular o número de luminárias utilizadas a partir da equação 4:

$$N_{lu} = \frac{\psi_t}{N_{la} \times \psi_l}$$

N_{lu} – Número de luminárias;

ψ_l – fluxo luminoso emitido por uma lâmpada, em lúmens;

N_{la} – Número de lâmpadas por luminária

Em vista das variáveis necessárias para o dimensionamento, e a percepção da necessidade de consulta de tabelas, o próximo tópico propõe uma abordagem de como resolver problemas simplificados de luminotécnica a partir de consultas de banco de dados.

4.5.3.2 Estratégias para simplificação do problema

As variáveis do problema dependem de atributos das luminárias e dos setores. Pretende-se implementar um fluxo que dependa o mínimo possível da consulta manual de tabelas.


Para determinação da iluminância por setor, é possível implementar um campo associado que recupera este valor de acordo com a atividade, escolhida pelo usuário. Mais detalhes sobre esta implementação estão contidos no próximo tópico.

O fator de depreciação é associado a cada tipo de luminária, portanto este pode ser inserido como um campo da tabela ELEMENTO DE CARGA para cada elemento do tipo luminária. Este processo foi feito para as luminárias da biblioteca de acordo com a Tabela 19.

O problema um pouco mais complexo identificado foi a necessidade de recuperar o valor do fator de utilização da luminária, dado que depende do índice de setor e do modelo da lâmpada, ainda precisando consultar tabelas semelhantes à Tabela 20.

Para resolver este empasse, optou-se por considerar por simplificação a situação mais comum, em que se possui reflexão de 70% para o teto, 50% para a parede e 10% para o piso. Portanto o problema se resumiu a identificar valores de F_u em função de K para diferentes tipos de luminária. Portanto, suponha a seguinte tabela para o modelo TMS 1 da Phillips:

Figura 32 - Simplificação do modelo para a luminária TMS 1

Luminária	K	Fu
 <p>TMS 1 - lâmpada de 65 W</p>	0,6	0,32
	0,8	0,39
	1	0,45
	1,25	0,5
	1,5	0,55
	2	0,61
	2,5	0,66
	3	0,69
	4	0,73
	5	0,76

Fonte: Adaptada de Mamede (2012)

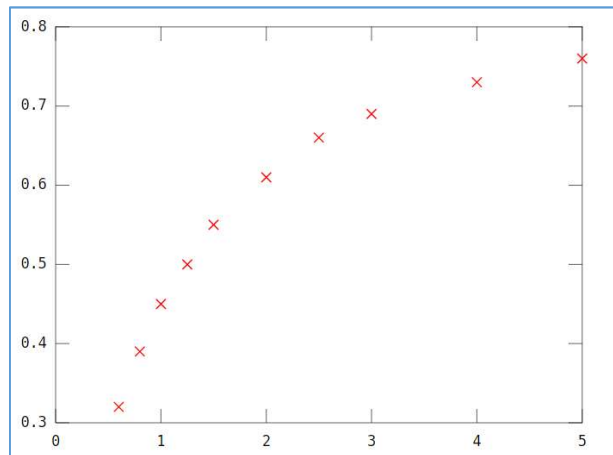
Podemos, para esta situação, modelar uma curva $F_u = f(K)$, de forma a obtermos uma equação que consiga interpolar os pontos de (K, F_u) . Os pontos foram plotados no software *Octave Online*. O resultado é mostrado na Figura 33:

Código 2 - Script para o *Octave Online*

```
x = [0.6, 0.8, 1, 1.25, 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5]
y = [0.32, 0.39, 0.45, 0.5, 0.55, 0.61, 0.66, 0.69, 0.73, 0.76]
plot(x,y,"x","markersize",3,"color","red")
```

Fonte: próprio autor

Figura 33 - Plotagem dos dados



Fonte: Próprio Autor

Observando o gráfico, optou-se por modelar a equação a partir de uma função do segundo grau. O mesmo software permite a obtenção da equação a partir do comando `polyfit(x,y,n)`, onde `x` substituiremos com o conjunto de valores de K , `y` com o conjunto de valores de F_u e `n` é o grau do polinômio que deseja obter, no caso 2. O resultado da função é mostrado na Figura 34:

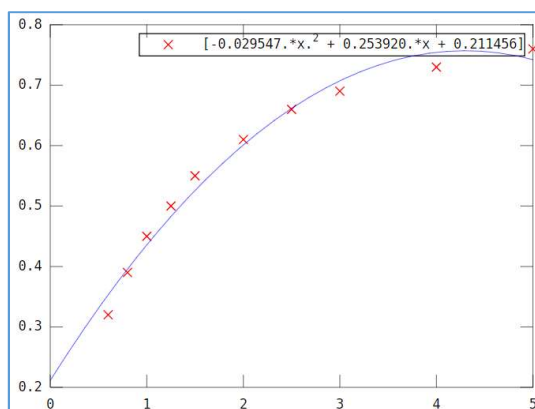
Figura 34 - Resultado da execução de código no *Octave Online*

```
octave:4> polyfit (x,y,2)
ans =
-0.029547  0.253920  0.211456
```

Fonte: Próprio autor

Portanto, plotando o polinômio obtido, tem-se o resultado na Figura 35:

Figura 35 - Interpolação para os pontos da tabela



Fonte: Próprio autor

Dessa forma, para realização do luminotécnico, a proposta é, para cada modelo de carga inserido na biblioteca, ser possível modelar uma equação em função do valor de K. A nível de aplicação, foi inserido os campos “cfat_a2”, “cfat_a1”, “cfat_a0” para armazenar os coeficientes das equações de segundo grau obtidas para cada curva. Nos resultados do capítulo 5, mostra-se que a metodologia foi satisfatória para o estudo de caso.

4.5.3.3 Implementação

Inicialmente, visto a necessidade de utilização das variáveis a nível de setor, foi implementado no Access uma nova tabela para guardar os dados de luminotécnico. A tabela TMP_tbl_setor_luminotecnico possui o prefixo TMP para indicar a utilização de uma tabela temporária a nível de aplicação. Os metadados definidos para a tabela estão representados na Figura 36:

Figura 36 - Design de tabela TMP_tbl_setor_luminotecnico

Nome do campo	Tipo de dados	Descrição (Opcional)
id_setor	Numeração Automática	Id do setor em tbl_setor
hptrab_setor	Número	Altura do plano de trabalho
ilum_setor	Número	Iluminância do setor
fd_adotado	Número	Fator de depreciação adotado
fu_adotado	Número	Fator de utilização adotado
id_elem_carga_luminaria	Número	Id do elemento de carga da luminária adotada
num_luminarias_adotado	Número	Número de luminárias adotadas

Fonte: Próprio Autor

Para desenvolvimento do luminotécnico de cada setor, é utilizando um formulário que possui campos automáticos baseado em uma consulta construída pela junção da tabela setor e a tabela elemento de carga.

A tabela temporária é atualizada sempre que a tabela TBL_setor recebe novos registros. Dessa forma, ao abrir para preenchimento a aplicação “Luminotécnico”, O usuário recupera automaticamente as informações de TLB_setor (id, nome, comprimento, largura, altura). Após adicionar a altura do plano de trabalho, a iluminância do setor e o modelo da luminária a ser utilizado, o programa automaticamente sugere um fator de depreciação, atribuído ao modelo da lâmpada e um fator de utilização, calculado a partir da metodologia proposta em 4.5.3.2. Uma vez confirmados o valor dos fatores, a aplicação sugere um número de luminárias a serem utilizadas. A Figura 37 mostra a interface da aplicação.

Figura 37 - Imagem do formulário de realização do luminotécnico

Luminotécnico - Método Lúmens

Controle de Qualidade

Definições de Luminotécnica:

Altura do plano de trabalho (m): 0,8

Iluminância setor (lux): 800

Fator de depreciação adotado: 0,75

Fator de utilização adotado: 0,47

Modelo luminária: Luminária Phillips - TCH

Número de luminárias adotadas: 27

Dados do modelo:

Modelo: Luminária Phillips - TCK427

Pot total (W): 160 Lâmpadas: 4

Fluxo por luminária (lumens): 12000

Número de luminárias sugeridas: 25

Dados de lâmpada:

Pot Lâmpada (W): 40

Vida média da lâmpada: 10000

Tipo de lâmpada: Fluorescente Comum

Fator de depreciação sugerido: 0,75

Fator de utilização sugerido: 0,46

Fluxo por lâmpada (lumens): 3000

Total lâmpadas sugeridas: 100

Dados de setor:

Comprimento do setor (m): 16,00

Largura do setor (m): 8,15

Altura do setor (m): 6,00

Índice de recinto: 1,04

Registro: 1 de 29 Sem Filtro Pesquisar

Fonte: Próprio autor

Depois de realizado o projeto luminotécnico para todos os setores, é executada uma *query* chamada “Deploy luminotécnico” (vide apêndice A, Código 5), que permite a inserção da quantidade e do id_elemento_carga obtido para cargas de iluminação na tabela tbl_bloco_carga.

4.5.4 Segmentação de blocos de carga

A segmentação de blocos de carga automática foi implementada seguindo a metodologia proposta no item 3.6. Uma vez preenchidos todos os blocos de carga da instalação, é necessário executar a rotina “Gerar segmentos de carga”, mostrado na Figura 38:

Figura 38 - Formulário para executar a geração de segmentos de carga

Gerar segmentos de carga

Gerar segmentos de carga

Fonte: Próprio autor

Ao clicar no botão, uma *query* atualiza a tabela de segmentos de carga. O Código relacionado pode ser analisado no Apêndice A.

4.5.5 Dimensionamento de condutores

Para realizar o dimensionamento dos condutores de baixa tensão de uma instalação, é necessário seguir uma série de diretrizes de acordo com a norma NBR-5410 (ABNT-5410). Contudo, uma das atividades que mais demanda tempo, caso feita manualmente é a escolha da seção baseado no método de condução de corrente.

A norma apresenta diversas tabelas que permitem consultar, de acordo com as definições de Tipo de Isolação, Condutor, Método de Referência de Instalação e Número de condutores carregados e a capacidade de condução de corrente de projeto para cada seção nominal.

De maneira simplificada, define-se como corrente de projeto de um circuito o valor obtido após realizar a aplicação de coeficientes de correção a uma corrente nominal por este não se encontrar em condições normais previstas pelo seu método de instalação.

Os principais fatores de correção de corrente são:

- Fator de correção de temperatura (F_t) ;
- Fator de correção de agrupamento (F_a);
- Fator de correção de resistividade (F_r).

Portanto, pode-se calcular a corrente de projeto por:

$$I_P = \frac{I_N}{F_t \times F_a \times F_r} \quad (5)$$

Para exemplificar a utilização das tabelas, suponha que já foi identificada a necessidade de utilizar o Método de Referência de Instalação A1 para 3 condutores utilizando condutor de Cobre e isolamento de PVC. Suponha também que a corrente de projeto já foi calculada e o resultado foi 152 A. A Figura 39 mostra o detalhe da tabela na NBR-5410 para um condutor de cobre e isolamento de PVC. Dadas estas condições, precisamos encontrar um valor maior que 152 A na coluna 3 da tabela 36 da Norma. O valor de seção encontrado, portanto, pela coluna 1 é 95 mm².

Figura 39 - Detalhe da tabela 36 da NBR-5410

Condutores: cobre e alumínio												
Isolação: PVC												
Temperatura no condutor: 70°C												
Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)												
Seções nominais mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196	309	275	265	236	344	299	278	230
185	273	245	248	223	353	314	300	268	392	341	312	258
240	321	286	291	261	415	370	351	313	461	403	361	297
300	367	328	334	298	477	426	401	358	530	464	408	336
400	438	390	398	355	571	510	477	425	634	557	478	394
500	502	447	456	406	656	587	545	486	729	642	540	445
630	578	514	526	467	758	678	626	559	843	743	614	506
800	669	593	609	540	881	788	723	645	978	865	700	577
1 000	767	679	698	618	1 012	906	827	738	1 125	996	792	652

Fonte: ABNT (2004)

Imaginemos agora uma forma de identificar o valor encontrado a partir das diretrizes de tabela. Sabemos o material de isolação, o condutor, o método de referência, o número de condutores. A esta combinação daremos o nome de ref_instalacao e a eles atribuiremos um id_instalacao.

Figura 40 - Registro de ref_instalacao

id_instalacao	tipo_isol	mat_condutor	metodo_ref	num_cond
1	PVC	Cobre	A1	3

Fonte: Próprio autor

Uma próxima etapa consiste em definir a tabela ref_condutor, que registra a corrente máxima suportada por um condutor de uma determinada seção para um tipo de instalação. Para auxiliar na criação de aplicações, adicionaremos também para cada registro

nesta tabela, a corrente de projeto máxima suportada pelo condutor de seção imediatamente inferior. Para o condutor de seção mínima, será atribuído o valor 0. Dessa forma, é possível, considerando as colunas 1 e 3 da figura 35, preencher a tabela:

Figura 41 - Registros da tabela ref_condutor

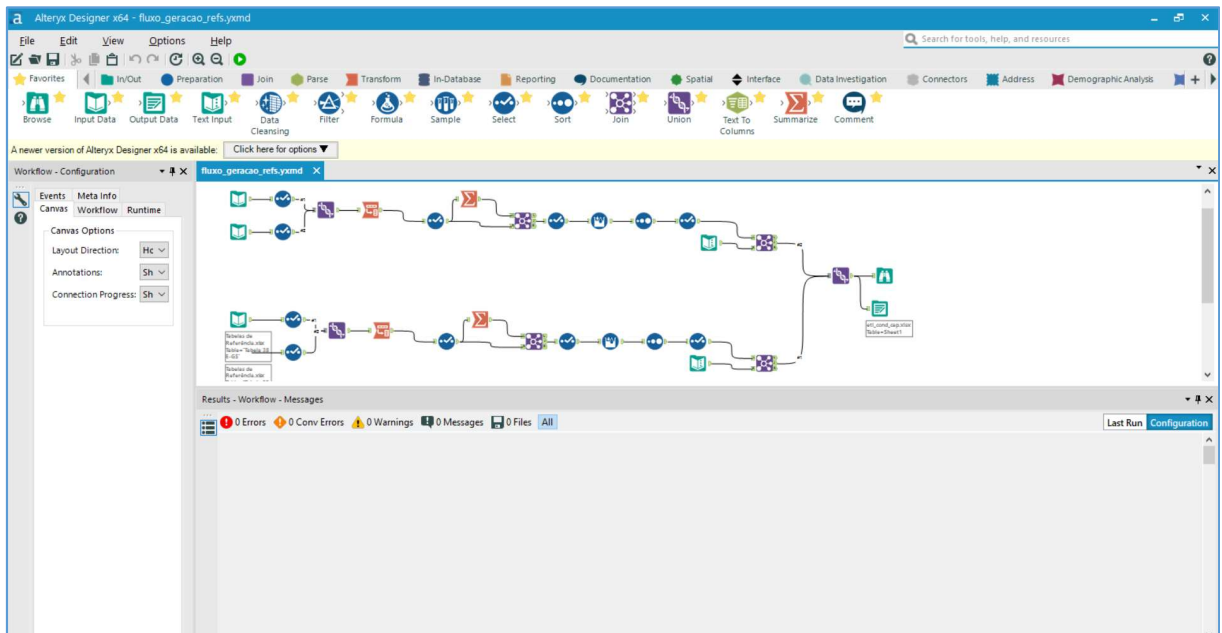
id_condutor	id_instalacao	limax_cap_cond	liminf_cap_cond	secao
1	1	7	0	0,5
2	1	9	7	0,75
3	1	10	9	1
4	1	13,5	10	1,5
5	1	18	13,5	2,5
6	1	24	18	4
7	1	31	24	6
8	1	42	31	10
9	1	56	42	16
10	1	73	56	25
11	1	89	73	35
12	1	108	89	50
13	1	136	108	70
14	1	164	136	95
15	1	188	164	120
16	1	216	188	150
17	1	245	216	185
18	1	286	245	240
19	1	328	286	300
20	1	390	328	400
21	1	447	390	500
22	1	514	447	630
23	1	593	514	800
24	1	679	593	1000

Fonte: Próprio autor

Este procedimento foi realizado para todas as tabelas de referência utilizadas para dimensionamento de condutores de baixa tensão disponíveis na norma NBR-5410. Para isso, foi utilizado o *software* de tratamento de dados *Alteryx*. O software pago permite fazer diversos fluxos de transformação de tabela de maneira automatizada, resultando em uma tabela análoga ao resultado da Figura 41

Existem também ferramentas alternativas de código aberto que permitem realizar o tratamento de dados de maneira análoga. A Figura 42 mostra um exemplo de fluxo construído no programa:

Figura 42 - Fluxo no Alteryx



Fonte: Próprio autor

Para realizar o dimensionamento de condutores de baixa tensão de circuitos terminais, precisamos incluir novos campos na tabela TBL_CIRC_TERM. Determina-se o id_instalacao e os fatores de correção de temperatura, agrupamento e resistividade térmica.

Tabela 21 - Novos campos na tabela TBL_CIRC_TERM

id_circ_term	id_quadro_distr	num_circ_quadro	nome_circ_term	fct	fca	fcr	id_instalacao
1	1	1	CCM1 – Circuito 1	0,8	0,7	0,9	1

Fonte: Próprio Autor

Uma vez que se realize a consulta da corrente nominal total atribuída ao circuito, pelo cruzamento com os segmentos de carga, efetua-se a correção para obter a corrente de projeto e realiza-se o cruzamento com a tabela ref_condutor utilizando a chave id_instalacao e a restrição de que a corrente de projeto resultante deve estar entre o limite superior e inferior do cabo.

No Apêndice A é possível encontrar os códigos das rotinas de dimensionamento e é possível observar os resultados no capítulo 5.

A definição dos fatores de correção depende da consulta de outras tabelas, porém a automatização destes será sugerida como trabalho futuro.

4.6 Conclusão

Em vista que o capítulo teve como objetivo implementar o modelo proposto no Microsoft Access e desenvolver aplicações para auxiliar nos dimensionamentos de projeto chegou-se às seguintes conclusões, pode-se dizer que estes foram cumpridos com sucesso.

Apesar de não ter sido possível implementar as aplicações de maneira totalmente amigável ao usuário, foi possível fazer muitos avanços dado que o objetivo é a construção modular até que se consiga representar em máximo de detalhes o desenvolvimento de um projeto elétrico.

5. ESTUDO DE CASO

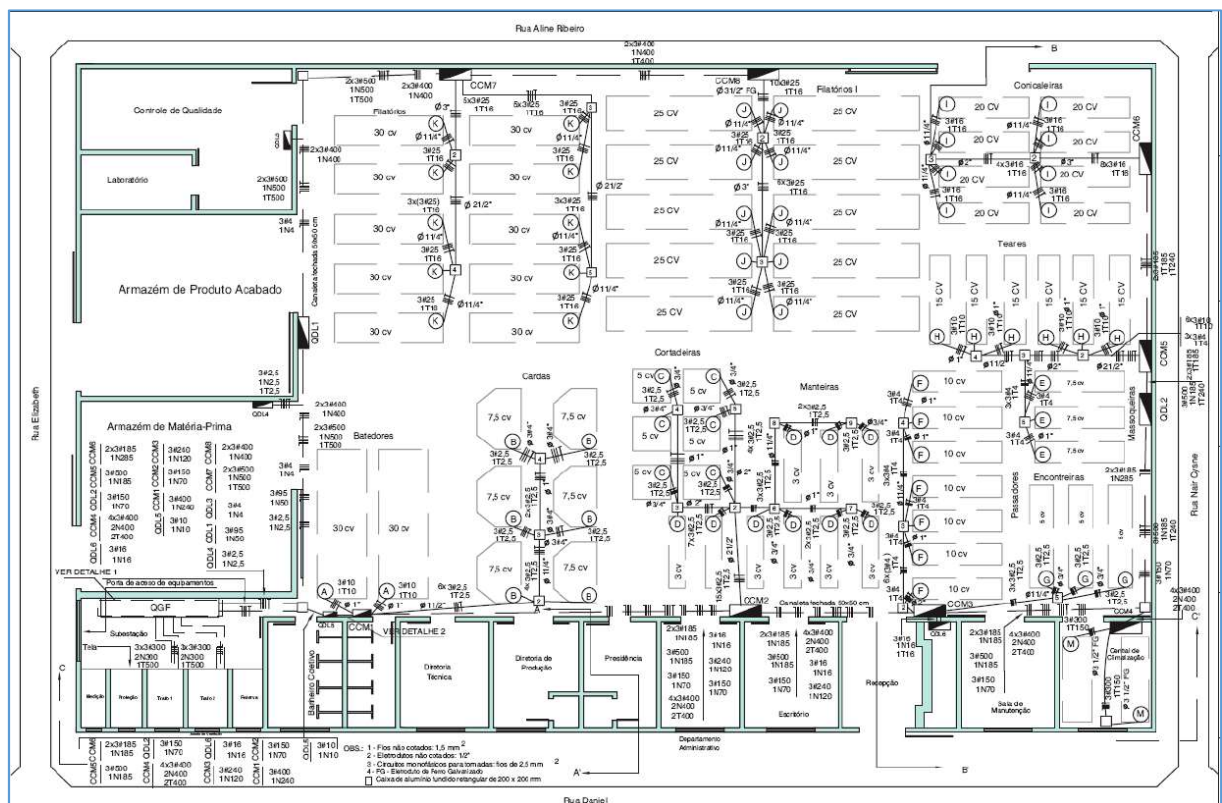
5.1. Introdução

Após implementada a modelagem e as aplicações propostas, o estudo de caso tem como objetivo mostrar a utilização do banco para armazenar os dados de projeto de acordo com a modelagem e fazer uso das ferramentas desenvolvidas.

5.2. Projeto

O projeto utilizado como base é uma Industria Textil, utilizada como Exemplo de Aplicação no material anexo de Mamede (2012). A planta (Figura 43) disponibilizada no material já dispõe dos dimensionamentos realizados e durante o desenvolvimento serão feitas comparações com as decisões de projeto utilizadas pelo autor.

Figura 43 - Planta Industrial



Fonte: Mamede (2012)

5.3 Desenvolvimento

O primeiro passo para realização do projeto é criar um registro na tabela TBL_projeto. O nome referência dado é “Projeto de Indústria Textil – Livro de Instalações Elétricas” e foram adicionados endereço e responsável fictícios. O id_projeto auto incremental é gerado automaticamente e o id_tipo_projeto foi preenchido de acordo com as diretrizes já abordadas nos tópicos anteriores. A Figura 44 mostra o cadastro de um novo projeto.

Figura 44 - Registro de novo projeto

	id_projeto	nome_projeto	id_tipo_projeto	endereco	responsavel
+	2	Projeto de Indústria Textil - Livro de Instalações Elétricas	3	Rua 1	João
*	(Novo)		1 Instalação Residencial 2 Instalação Predial 3 Instalação Industrial 4 Instalação Hospitalar		

Fonte: Próprio autor

Em seguida, criou-se registros nas tabelas id_trafo e id_quadro_geral. Uma vez criado um registro de transformador, a tabela tbl_quadro_geral permite escolher por meio de pesquisa a qual deles o QGBT está ligado. A Figura 45 mostra o cadastro de um novo transformador, enquanto a Figura 46 mostra o registro de um novo quadro geral

Figura 45 - Registro de novo transformador

	id_trafo	nome_trafo
+	2	Transformador Indústria Textil
*	(Novo)	

Fonte: Próprio autor

Figura 46 - Registro de um novo quadro geral

	id_quadro_geral	nome_quadro	id_trafo	Clique para Adicionar
+	4	QGBT1	2	
*	(Novo)		2 Transformador Indústria	

Fonte: Próprio autor

Foi realizado um levantamento dos quadros que seriam utilizados para realizar a alimentação das cargas. Os dados foram inseridos na tabela tbl_quadro_dist. Esta tabela também permite definir a qual quadro geral o quadro de distribuição está ligado. Apesar de no campo id_quadro_geral a figura mostrar o texto “QGBT1”, o valor armazenado real é 4, se referindo ao id_quadro_geral da figura anterior. Esta é uma configuração que permite o Access se mostrar mais intuitivo para o usuário. A Figura 47 mostra o resultado dos registros:

Figura 47 - Registro de quadros na tbl_quadro_dist

tbl_projeto		tbl_trafo		tbl_quadro_geral		tbl_quadro_dist	
		id_quadro_dist		nome_quadro_dist		id_quadro_geral	quantidade_circuitos
	+	29	CCM1			QGBT1	8
	+	30	CCM2			QGBT1	15
	+	31	CCM3			QGBT1	10
	+	32	CCM4			QGBT1	2
	+	33	CCM5			QGBT1	9
	+	34	CCM6			QGBT1	8
	+	35	CCM7			QGBT1	10
	+	36	CCM8			QGBT1	10
	+	37	QDL1			QGBT1	9
	+	38	QDL2			QGBT1	9
	+	39	QDL3			QGBT1	4
	+	40	QDL4			QGBT1	3
	+	41	QDL5			QGBT1	7
	+	42	QDL6			QGBT1	5

Fonte: Próprio autor

A inserção dos dados de quadros de distribuição na tabela TBL_QUADRO_DIST automaticamente gerou os registros de circuitos relacionados na tabela TBL_CIRC_TERM. A Figura 48 mostra este detalhe.

Figura 48 - Registros em tbl_circ_term

tbl_projeto	tbl_trafo	tbl_quadro_geral	tbl_quadro_dist	tbl_setor	tbl_bloco_carga
id_circuito_term	id_quadro_dist	numeracao_circuito_quadro	nome_circuito_qu		
331	29	1	CCM1 - Circuito 1		
332	29	2	CCM1 - Circuito 2		
333	29	3	CCM1 - Circuito 3		
334	29	4	CCM1 - Circuito 4		
335	29	5	CCM1 - Circuito 5		
336	29	6	CCM1 - Circuito 6		
337	29	7	CCM1 - Circuito 7		
338	29	8	CCM1 - Circuito 8		
339	30	1	CCM2 - Circuito 1		
340	30	2	CCM2 - Circuito 2		
341	30	3	CCM2 - Circuito 3		
342	30	4	CCM2 - Circuito 4		
343	30	5	CCM2 - Circuito 5		
344	30	6	CCM2 - Circuito 6		
345	30	7	CCM2 - Circuito 7		
346	30	8	CCM2 - Circuito 8		
347	30	9	CCM2 - Circuito 9		
348	30	10	CCM2 - Circuito 10		
349	30	11	CCM2 - Circuito 11		
350	30	12	CCM2 - Circuito 12		
351	30	13	CCM2 - Circuito 13		
352	30	14	CCM2 - Circuito 14		
353	30	15	CCM2 - Circuito 15		
354	31	1	CCM3 - Circuito 1		
355	31	2	CCM3 - Circuito 2		
356	31	3	CCM3 - Circuito 3		
357	31	4	CCM3 - Circuito 4		
358	31	5	CCM3 - Circuito 5		
359	31	6	CCM3 - Circuito 6		
360	31	7	CCM3 - Circuito 7		
361	31	8	CCM3 - Circuito 8		

Fonte: Próprio Autor

O passo seguinte foi armazenar todos os dados de setores. O usuário entra com os dados de id_projeto, o nome do setor, suas dimensões e o quadro de distribuição que o atende. O setor “Área Industrial” constante no projeto mostrou-se com uma área bastante grande, e como se observou nos resultados do material consultado, iriam ser necessários dois quadros de distribuição. Por este motivo, optou-se por dividir este setor em dois. O resultado é mostrado na Figura 49

Figura 49 - Cadastro de setores

tbl_projeto	tbl_trafo	tbl_quadro_geral	tbl_quadro_dist	tbl_setor	tbl_bloco_carga	TMP_tbl_setor_luminotecnico
id_setor	id_projeto	nome_setor	comp_setor	larg_setor	htot_setor	id_quadro_dist
3	Projeto de Indústria Textil	Batedores A				CCM1
4	Projeto de Indústria Textil	Cardas B				CCM1
5	Projeto de Indústria Textil	Cortadeiras C				CCM2
6	Projeto de Indústria Textil	Manteiras D				CCM2
7	Projeto de Indústria Textil	Passadores F				CCM3
8	Projeto de Indústria Textil	Encontreiras G				CCM3
9	Projeto de Indústria Textil	Maçaroqueiras E				CCM5
10	Projeto de Indústria Textil	Teares H				CCM5
11	Projeto de Indústria Textil	Conicaleiras I				CCM6
12	Projeto de Indústria Textil	Filatórios I J				CCM8
13	Projeto de Indústria Textil	Filatórios II K				CCM7
14	Projeto de Indústria Textil	Central de Climatização M				CCM4
15	Projeto de Indústria Textil	Controle de Qualidade	16,00	8,15	6,00	QDL3
16	Projeto de Indústria Textil	Laboratório	8,20	4,00	3,80	QDL3
17	Projeto de Indústria Textil	Armazém de produto acabado	16,00	14,00	6,00	QDL4
18	Projeto de Indústria Textil	Armazém de matéria-prima	16,00	14,00	6,00	QDL4
19	Projeto de Indústria Textil	Subestação	14,00	10,00	5,10	QDL5
20	Projeto de Indústria Textil	Banheiro coletivo feminino	8,00	5,30	3,80	QDL5
21	Projeto de Indústria Textil	Banheiro coletivo masculino 2	8,00	3,20	3,80	QDL5
22	Projeto de Indústria Textil	Diretoria técnica	8,00	7,00	3,80	QDL5
23	Projeto de Indústria Textil	Diretoria de produção	8,00	6,50	3,80	QDL5
24	Projeto de Indústria Textil	Presidência	8,00	5,50	3,80	QDL5
25	Projeto de Indústria Textil	Departamento administrativo	8,00	6,00	3,80	QDL5
26	Projeto de Indústria Textil	Escritório	8,00	7,00	3,80	QDL6
27	Projeto de Indústria Textil	Recepção	8,00	8,80	3,80	QDL6
28	Projeto de Indústria Textil	Sala de manutenção	8,00	7,00	3,80	QDL6
29	Projeto de Indústria Textil	Sala de climatização	8,00	6,80	3,80	QDL6
30	Projeto de Indústria Textil	Área Industrial Esquerda	66,00	21,00	7,00	QDL1
31	Projeto de Indústria Textil	Área Industrial Direita	66,00	21,00	7,00	QDL2

Fonte: Próprio autor

Após o levantamento dos setores, todos os registros da tabela TMP_tbl_setor_luminotecnico foram atualizados e, por meio de utilização da ferramenta de luminotécnico, foi feito o levantamento das cargas de iluminação, que resultaram nas mesmas decisões do projeto de Mamede (2012). O procedimento de luminotécnica foi realizado apenas para os setores correspondentes a cômodos (excluindo setores de motores). Após a tabela resultante ter sido obtida, foi executada a *query* “Deploy Luminotécnico”.

O armazenamento de registros em BLOCO DE CARGA, por sua vez, é realizado. Identifica-se a presença das cargas de iluminação já adicionadas pelo luminotécnico. Em seguida foram registrados os motores dos setores de produção. A Figura 50 mostra a maneira como estes dados são armazenados na tabela. Optou-se por mostrar também uma visão com o recurso que mostra o texto ao invés do ID na Figura 51.

Figura 50 - Registro de tbl_bloco_carga

tbl_projeto	tbl_trafo	tbl_quadro_geral	tbl_quadro_dist	tbl_setor	tbl_bloco_carga	TMP_tbl_setor_luminotecnico
id_bloco_carga	id_setor	id_elem_carga	quantidade_elem	Clique para Adicionar		
195	3	42	2			
196	4	37	6			
197	5	36	6			
198	6	35	9			
199	7	38	7			
200	8	36	3			
201	9	37	3			
202	10	39	6			
203	11	40	8			
204	12	41	10			
205	13	42	10			
206	14	4	2			
244	15	13	27			
245	16	13	6			
246	17	15	9			
247	18	16	9			
248	19	51	6			
249	20	17	4			
250	21	1	3			
251	22	2	8			
252	23	3	6			
253	24	4	6			
254	25	5	6			
255	26	6	6			
256	27	7	6			
257	28	8	8			
258	29	18	6			
259	30	19	4			
260	31	20	42			
261	15	21	42			

Figura 51 - Registro de tbl_bloco_carga com substituição de IDs

tbl_projeto	tbl_trafo	tbl_quadro_geral	tbl_quadro_dist	tbl_setor	tbl_bloco_carga	TMP_tbl_setor_luminotecnico
id_bloco_carga	id_setor	id_elem_carga	quantidade_elem			
195	Batedores A	Motor XPTO - 30CV - 4 Polos	2			
196	Cardas B	Motor XPTO - 7,5CV - 4 Polos	6			
197	Cortadeiras C	Motor XPTO - 5CV - 4 Polos	6			
198	Manteiras D	Motor XPTO - 3CV - 4 Polos	9			
199	Passadores F	Motor XPTO - 10CV - 4 Polos	7			
200	Encontreiras G	Motor XPTO - 5CV - 4 Polos	3			
201	Maçaroqueiras E	Motor XPTO - 7,5CV - 4 Polos	3			
202	Teares H	Motor XPTO - 15CV - 4 Polos	6			
203	Conicaleiras I	Motor XPTO - 20CV - 4 Polos	8			
204	Filatórios I J	Motor XPTO - 25CV - 4 Polos	10			
205	Filatórios II K	Motor XPTO - 30CV - 4 Polos	10			
206	Central de Climatização M	Motor XPTO - 250CV - 4 Polos	2			
244	Controle de Qualidade	Luminária Phillips - TCK427	27			
261	Controle de Qualidade	Tomada de uso geral tipo 1 - 100W	17			
245	Laboratório	Luminária Phillips - TCK427	6			
262	Laboratório	Tomada de uso geral tipo 1 - 100W	8			
246	Armazém de produto acabado	Luminária Phillips - TCK427	9			
263	Armazém de produto acabado	Tomada de uso geral tipo 1 - 100W	4			
247	Armazém de matéria-prima	Luminária Phillips - TCK427	9			
264	Armazém de matéria-prima	Tomada de uso geral tipo 1 - 100W	4			
248	Subestação	Luminária Phillips - TCK427	6			
265	Subestação	Tomada de uso geral tipo 1 - 100W	4			
249	Banheiro coletivo feminino	Luminária Phillips - TMS426	4			
266	Banheiro coletivo feminino	Tomada de uso geral tipo 1 - 100W	4			
250	Banheiro coletivo masculino 2	Luminária Phillips - TMS426	3			
267	Banheiro coletivo masculino 2	Tomada de uso geral tipo 1 - 100W	3			
251	Diretoria técnica	Luminária Phillips - TMS426	8			
268	Diretoria técnica	Tomada de uso geral tipo 1 - 100W	3			
252	Diretoria de produção	Luminária Phillips - TMS426	6			
269	Diretoria de produção	Tomada de uso geral tipo 1 - 100W	3			

Fonte: Próprio autor

Após a execução da *query* “Gerar segmentos de carga”, foram definidos todos os segmentos de carga automaticamente, conforme mostra a Figura 52. Foi necessário, entretanto, definir todos os circuitos aos quais eles se relacionam manualmente, com auxílio da ferramenta “Divisão de circuitos”.

Figura 52 - Tela de "Divisão de Circuitos"

ID Quadro	Designação da Carga	Tipo de Carga	Setor	Polo	Quantid	Potência T	Corre	Fator de uso d	ID Circuito	Termi
29	1x Motor XPTO - 30CV - 4 Polos	Motor Batedores A		3	1	22000	43,3	1	331	331
29	1x Motor XPTO - 30CV - 4 Polos	Motor Batedores A		3	1	22000	43,3	1	331	CCM1 - Circuito 2
29	1x Motor XPTO - 7,5CV - 4 Polos	Motor Cardas B		3	1	5500	11,9	1	333	CCM1 - Circuito 3
29	1x Motor XPTO - 7,5CV - 4 Polos	Motor Cardas B		3	1	5500	11,9	1	334	CCM1 - Circuito 4
29	1x Motor XPTO - 7,5CV - 4 Polos	Motor Cardas B		3	1	5500	11,9	1	335	CCM1 - Circuito 5
29	1x Motor XPTO - 7,5CV - 4 Polos	Motor Cardas B		3	1	5500	11,9	1	336	CCM1 - Circuito 6
29	1x Motor XPTO - 7,5CV - 4 Polos	Motor Cardas B		3	1	5500	11,9	1	337	CCM1 - Circuito 7
29	1x Motor XPTO - 7,5CV - 4 Polos	Motor Cardas B		3	1	5500	11,9	1	338	CCM1 - Circuito 8

Fonte: Próprio autor

Um exemplo de situação onde se atribui dois segmentos de carga para o mesmo circuito está na Figura 53. Para os dois últimos segmentos foram adotados o mesmo ID de Circuito:

Figura 53 - Detalhe de dois segmentos atribuídos ao mesmo circuito

ID Quadro	Designação da Carga	Tipo de Carga	Setor	Polo	Quantid	Potência T	Corre	Fator de uso d	ID Circuito	Termi
39	27x Luminária Phillips - TCK427	Iluminação	Controle de Qualic		1	27	4320	21,8	0,87	421
39	6x Luminária Phillips - TCK427	Iluminação	Laboratório		1	6	960	4,8	0,19	422
39	17x Tomada de uso geral tipo 1 - 100W	TUGs	Controle de Qualic		1	17	1700	8,6	0,34	423
39	8x Tomada de uso geral tipo 1 - 100W	TUGs	Laboratório		1	8	800	4	0,16	423

Fonte: Próprio autor

Após a conclusão do processo de inserção dos dados, foi possível consultar a corrente total por circuito. O código relacionado encontra-se no Apêndice A. O resultado foi obtido com sucesso, como mostra a Figura 54:

Figura 54 - Resultado da *query* para obtenção da corrente de circuito

id_circuito_term	num	nome_quadro_dist	nome_circuito_qu	corrente_cir
331	3	CCM1	CCM1 - Circuito 1	43,3
332	3	CCM1	CCM1 - Circuito 2	43,3
333	3	CCM1	CCM1 - Circuito 3	11,9
334	3	CCM1	CCM1 - Circuito 4	11,9
335	3	CCM1	CCM1 - Circuito 5	11,9
336	3	CCM1	CCM1 - Circuito 6	11,9
337	3	CCM1	CCM1 - Circuito 7	11,9
338	3	CCM1	CCM1 - Circuito 8	11,9
339	3	CCM2	CCM2 - Circuito 1	7,9
340	3	CCM2	CCM2 - Circuito 2	7,9
341	3	CCM2	CCM2 - Circuito 3	7,9
342	3	CCM2	CCM2 - Circuito 4	7,9
343	3	CCM2	CCM2 - Circuito 5	7,9
344	3	CCM2	CCM2 - Circuito 6	7,9
345	3	CCM2	CCM2 - Circuito 7	5,5
346	3	CCM2	CCM2 - Circuito 8	5,5
347	3	CCM2	CCM2 - Circuito 9	5,5
348	3	CCM2	CCM2 - Circuito 10	5,5
349	3	CCM2	CCM2 - Circuito 11	5,5
350	3	CCM2	CCM2 - Circuito 12	5,5
351	3	CCM2	CCM2 - Circuito 13	5,5
352	3	CCM2	CCM2 - Circuito 14	5,5
353	3	CCM2	CCM2 - Circuito 15	5,5
354	3	CCM3	CCM3 - Circuito 1	15,4
355	3	CCM3	CCM3 - Circuito 2	15,4
356	3	CCM3	CCM3 - Circuito 3	15,4
357	3	CCM3	CCM3 - Circuito 4	15,4
358	3	CCM3	CCM3 - Circuito 5	15,4
359	3	CCM3	CCM3 - Circuito 6	15,4
360	3	CCM3	CCM3 - Circuito 7	15,4

Fonte: Próprio autor

Por fim, a consulta de cruzamento para realizar o dimensionamento dos condutores de fase foi efetuada salvando a consulta na tabela TMP_dim_condutor. Para realizar a demonstração de funcionamento do algoritmo, foram inseridos diretamente os fatores de correção resultantes e em seguida, executou-se a *query* no Código 8, disponível no apêndice. Os resultados são mostrados na Figura 55:

Figura 55 - Resultado da *query* de dimensionamento de circuito

id_circuito_t	num_fases	nome_quadro	nome_circuit	corrente_cir	fat_corr_result	instalacao	secao	secao_adot
331	3	CCM1	CCM1 - Circuito	43,3	1	12	10	10
332	3	CCM1	CCM1 - Circuito	43,3	1	12	10	10
333	3	CCM1	CCM1 - Circuito	11,9	1	12	0,75	2,5
334	3	CCM1	CCM1 - Circuito	11,9	1	12	0,75	2,5
335	3	CCM1	CCM1 - Circuito	11,9	1	12	0,75	2,5
336	3	CCM1	CCM1 - Circuito	11,9	1	12	0,75	2,5
337	3	CCM1	CCM1 - Circuito	11,9	1	12	0,75	2,5
338	3	CCM1	CCM1 - Circuito	11,9	1	12	0,75	2,5
339	3	CCM2	CCM2 - Circuito	7,9	0,45	12	1,5	2,5
340	3	CCM2	CCM2 - Circuito	7,9	0,45	12	1,5	2,5
341	3	CCM2	CCM2 - Circuito	7,9	0,45	12	1,5	2,5
342	3	CCM2	CCM2 - Circuito	7,9	0,45	12	1,5	2,5
343	3	CCM2	CCM2 - Circuito	7,9	0,45	12	1,5	2,5
344	3	CCM2	CCM2 - Circuito	7,9	0,45	12	1,5	2,5
345	3	CCM2	CCM2 - Circuito	5,5	0,45	12	1	2,5
346	3	CCM2	CCM2 - Circuito	5,5	0,45	12	1	2,5
347	3	CCM2	CCM2 - Circuito	5,5	0,45	12	1	2,5
348	3	CCM2	CCM2 - Circuito	5,5	0,45	12	1	2,5
349	3	CCM2	CCM2 - Circuito	5,5	0,45	12	1	2,5
350	3	CCM2	CCM2 - Circuito	5,5	0,45	12	1	2,5

Fonte: Próprio Autor

Todas as tabelas resultantes do estudo de caso se encontram disponíveis no anexo.

6. CONCLUSÃO

A modelagem de dados realizada foi um exercício bastante exigente de definição de conceitos e raciocínio lógico. Por meio dela, foi provada a possibilidade de representação de uma instalação elétrica por meio de um banco de dados. Além de provar que é possível, foi realizada a implementação de fato, permitindo a criação de aplicações que demonstram a real utilidade desta metodologia.

Percebeu-se, durante a pesquisa, a necessidade de interdisciplinaridade de um possível desenvolvedor para a plataforma, visto que abrange o aprofundamento dos estudos de Instalações Elétricas e demanda uma relativa familiaridade com Banco de Dados.

Ainda que a metodologia e as aplicações fossem eficientes para a resolução dos problemas, estas ainda não se encontram em um estado de fácil utilização pelos usuários, apesar de ter avançado muitos passos nesta direção, pela elaboração de formulários que permitiram a manipulação dos dados das tabelas.

No que concerne a avaliação da modelagem, percebe-se que seria possível também, ao invés das entidades SEGMENTO DE CARGA e BLOCO DE CARGA, utilizar apenas uma entidade denominada CARGA, que consolidaria cada uma das cargas da instalação, atribuindo diretamente aos circuitos que as alimentam. Contudo, esta possibilidade necessitaria de algoritmos mais sofisticados para a aplicação.

Foi possível perceber também durante a implementação a dificuldade em implementar todas as necessidades de projeto, provando que ainda existe muito a se desenvolver na pesquisa e que a colaboração de outros desenvolvedores pode dar caminho à consolidação de uma ferramenta bastante completa.

Para diversas etapas do trabalho, foi necessário realizar simplificações de modelo, devido à complexidade de implementar todos os detalhes. Por isso também, se justificou a redução do escopo a demonstrar ao leitor as possibilidades de se trabalhar com banco de dados.

Como trabalhos futuros oriundos dessa pesquisa, são possíveis inúmeras melhorias à interface do programa, como a facilitação de compreensão de formulários e o desenvolvimento de um método mais simples e automático de atribuição dos segmentos de carga a circuitos.

Além disso, um aprofundamento maior no algoritmo de dimensionamento de condutores é fundamental. É necessário prever novos algoritmos que calculem automaticamente os fatores de correção de agrupamento, que pode ser realizada com a modelagem de uma nova tabela que represente uma entidade ELETRODUTOS. Além de permitir o dimensionamento destes, é possível realizar uma consulta que calcule os agrupamentos de circuito dentro de cada um e atualize os fatores de agrupamento.

A pesquisa não contemplou também o dimensionamento dos condutores de baixa tensão que ligam o QGBT aos quadros de distribuição, sendo possível realizá-lo com a estrutura atual a partir da produção de novas *queries* que envolvem a definição das demandas por quadro. Esta tarefa também pode ser automatizada visto que cálculos de demanda em geral são feitos baseado nos tipos de carga, que já são passíveis de identificação pelos dados na tabela TBL_ELEMENTO_CARGA.

Da mesma forma, com base na metodologia proposta para dimensionamento de condutores, é possível realizá-los para o dimensionamento dos condutores do QGBT e dos condutores de média que alimentam o transformador, realizando a mesma transformação das tabelas feitas para a NBR-5410, para as tabelas de referência da NBR-14039 (ABNT 2003).

A pesquisa de fato não abordou o dimensionamento de disjuntores, que são essenciais para a conclusão de um projeto. Cabe uma análise mais apurada para decidir se a melhor metodologia para o fazer é criando uma nova entidade PROTECAO ou adicionando atributos em resultados de dimensionamento.

Por fim, o trabalho realizado foi considerado satisfatório, dado que cumpriu as resoluções do escopo proposto.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR-5413**. São Paulo: [s.n.], 1992.

ABNT. **NBR-5410**. 2ª. ed. São Paulo: [s.n.], 2004.

ELMASRI, R.; NAVATHE, S. B. **Sistemas de Banco de Dados**. 4ª. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2005.

MAMEDE FILHO, J. **Instalações Elétricas Industriais**. 8ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

NISKIER, J.; MACINTYRE, A. J.; COSTA, L. S. **Instalações Elétricas**. 6ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

SILBERSCHATZ, A.; KORTH, H. F.; SUDARSHAN, S. **Sistema de Banco de Dados**. 6ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

APÊNDICE A – CÓDIGOS DE MANIPULAÇÃO DE DADOS

Código 3 - *Query* para geração de circuitos terminais

```
1. INSERT INTO tbl_circuito_term
2. ( id_quadro_dist,
3.   numeracao_circuito_quadro,
4.   nome_circuito_quadro )
5. SELECT QDD.id_quadro_dist,
6.        REP.reply,
7.        QDD.nome_quadro_dist & ' - Circuito ' & REP.reply AS nome_circuito_quadro
8. FROM tbl_quadro_dist AS QDD
9.
10. LEFT JOIN func_reply AS REP ON
11. QDD.quantidade_circuitos >= REP.reply;
```

Código 4 - *Query* utilizada como base do formulário de luminotécnico

```
1. SELECT
2. ROUND((C.comp_setor*C.larg_setor)/((C.htot_setor-
3.   A.hptra_b_setor)*(C.comp_setor+C.larg_setor)),2) AS indice_recinto,
4. round(((B.cfat_a2)*(indice_recinto)^2+(B.cfat_a1)*(indice_recinto)+B.cfat_a0),2) AS
5.   fu_sugerido,
6. b.fd AS fd_sugerido,
7. A.fd_adotado AS fd_adotado,
8. A.fu_adotado AS fu_adotado,
9. A.illum_setor AS illum_setor,
10. round(((illum_setor*C.comp_setor*C.larg_setor)/(fu_adotado*fd_adotado))/(B.fluxo_po
11.   r_luminaria),0) AS num_luminarias_sugerido,
12. num_luminarias_sugerido*num_lampadas AS num_lampadas_sugerido, *
13. FROM
14. (TMP_tbl_setor_luminotecnico AS A LEFT JOIN tbl_elem_carga AS B ON A.id_elem_carga
15.   _luminaria = B.id_elem_carga)
16. LEFT JOIN tbl_setor AS C ON A.id_setor = C.id_setor;
```

Código 5 - *Query* para inserir na tabela de blocos de carga o resultado do luminotécnico

```
1. INSERT INTO tbl_bloco_carga ( id_setor, id_elem_carga, quantidade_elem )
2. SELECT id_setor, id_elem_carga_luminaria, num_luminarias_adotado
3. FROM TMP_tbl_setor_luminotecnico
4. WHERE num_luminarias_adotado > 0;
```

Código 6 - Query para inserção de dados na tabela TBL_SEGMENTO_CARGA

```

1. INSERT INTO
2.
3. tbl_segmento_carga (
4.     label_id_segmento_carga,
5.     id_bloco_carga, id_setor,
6.     segmento_bloco, id_elem_carga,
7.     quantidade_elem_segmento,
8.     nome_segmento_carga,
9.     id_quadro_dist,
10.    id_circuito_term )
11. SELECT
12. BLC.id_bloco_carga & '-' & REP.reply AS label_id_segmento_carga,
13. BLC.id_bloco_carga, BLC.id_setor, REP.reply AS segmento_bloco,
14. BLC.id_elem_carga,
15. Switch(
16.     REP.reply<=quantidade_elem Mod quantidade_segmentos_carga,yfix(BLC.quantidade_
17.     elem/BLC.quantidade_segmentos_carga)+1,
18.     REP.reply>quantidade_elem Mod quantidade_segmentos_carga,
19.     fix(BLC.quantidade_elem/BLC.quantidade_segmentos_carga)
20. ) AS quantidade_elem_segmento,
21. quantidade_elem_segmento & 'x ' & BLC.nome_elem_carga AS nome_segmento_carga,
22. BLC.id_quadro_dist, 99 AS id_circuito_term
23. FROM
24. (SELECT
25.     A.id_bloco_carga,
26.     A.id_setor,
27.     A.id_elem_carga,
28.     A.quantidade_elem,
29.     C.id_quadro_dist,
30.     B.nome_elem_carga,
31.     round(A.quantidade_elem*B.corrente_nominal,1) AS corrente_total_bloco,
32.     Switch(
33.         B.id_tipo_elem_carga=5,A.quantidade_elem,
34.         B.id_tipo_elem_carga=4,A.quantidade_elem,
35.         B.id_tipo_elem_carga=1,round(((A.quantidade_elem*B.corrente_nominal)/25),1
36.     ),
37.         B.id_tipo_elem_carga=2,round(((A.quantidade_elem*B.corrente_nominal)/25),1
38.     ),
39.         B.id_tipo_elem_carga=3,round(((A.quantidade_elem*B.corrente_nominal)/65),1
40.     )
41.     )
42.     AS fat_uso_circ,
43.     Switch(fat_uso_circ<1,1,
44.         fat_uso_circ-Int(fat_uso_circ)=0,Int(fat_uso_circ),
45.         fat_uso_circ-Int(fat_uso_circ)>0,Int(fat_uso_circ)+1
46.     )
47.     AS quantidade_segmentos_carga
48. FROM (tbl_bloco_carga AS A
49. INNER JOIN tbl_elem_carga AS B ON
50. A.id_elem_carga = B.id_elem_carga)
51. INNER JOIN tbl_setor AS C ON
52. A.id_setor = C.id_setor) AS BLC
53. LEFT JOIN func_reply AS REP ON REP.reply <= BLC.quantidade_segmentos_carga;

```

Código 7 - Query para inserção de dados na tabela temporária TMP_dim_condutor

```

1. SELECT
2. SEG.id_circuito_term,
3. ELM.num_fases,
4. QDR.nome_quadro_dist,
5. CTERM.nome_circuito_quadro,
6. ROUND(Sum(SEG.quantidade_elem_segmento*ELM.corrente_nominal),2) AS corrente_circui
to,
7. 1 as fat_corr_result,
8. 12 as instalacao
9.
10. INTO TMP_dim_condutor
11.
12. FROM
13.
14. (SELECT * FROM
15.     (
16.         (
17.             (tbl_segmento_carga AS SEG
18.              LEFT JOIN tbl_elem_carga AS ELM ON
19.                SEG.id_elem_carga = ELM.id_elem_carga)
20.             LEFT JOIN tbl_quadro_dist AS QDR ON
21.                SEG.id_quadro_dist = QDR.id_quadro_dist)
22.             LEFT JOIN tbl_setor AS STR ON SEG.id_setor = STR.id_setor)
23.         LEFT JOIN tbl_circuito_term AS CTERM ON
24.             CTERM.id_circuito_term = SEG.id_circuito_term) AS A
25. GROUP BY SEG.id_circuito_term, QDR.nome_quadro_dist, CTERM.nome_circuito_quadro, E
LM.num_fases;

```

Código 8 - Query para consulta do resultado de dimensionamento do condutor de fase

```

1. SELECT
2. A.*,
3. B.secao,
4. Switch(secao<2.5,2.5,'true',secao) AS secao_adot
5. FROM TMP_dim_condutor AS A INNER JOIN ref_tb_condutores AS B ON A.instalacao = B.i
d_instalacao
6. WHERE ((([A].[corrente_circuito]/[A].[fat_corr_result]) Between [B].[liminf_cond_c
orrente] And [B].[limax_cond_corrente]));

```

APÊNDICE B – TABELAS DE RESULTADOS

Tabela 22 - Resultado para TBL_PROJETO

id_projeto	nome_projeto	id_tipo_projeto	endereço	responsavel
2	Projeto de Indústria Textil - Livro de Instalações Elétricas	3	Rua 1	João

Fonte: Próprio autor

Tabela 23 - Resultado para TBL_TRAFO

id_trafo	nome_trafo
2	Transformador Indústria Textil

Fonte: Próprio autor

Tabela 24 - Resultado para TBL_QUADRO_GERAL

id_quadro_geral	nome_quadro_geral	id_trafo
4	QGBT1	2

Fonte: Próprio autor

Tabela 25 - Resultado para TBL_QUADRO_DIST

id_quadro_dist	nome_quadro_dist	id_quadro_geral	quantidade_circuitos
29	CCM1	4	8
30	CCM2	4	15
31	CCM3	4	10
32	CCM4	4	2
33	CCM5	4	9
34	CCM6	4	8
35	CCM7	4	10
36	CCM8	4	10
37	QDL1	4	9
38	QDL2	4	9
39	QDL3	4	4
40	QDL4	4	3
41	QDL5	4	7
42	QDL6	4	5

Fonte: Próprio autor

Tabela 26 - Resultados para TBL_CIRC_TERM

id_circuito_term	id_quadro_dist	numeracao_circuito_quadro	nome_circuito_quadro
331	29	1	CCM1 - Circuito 1
332	29	2	CCM1 - Circuito 2
333	29	3	CCM1 - Circuito 3
334	29	4	CCM1 - Circuito 4
335	29	5	CCM1 - Circuito 5
336	29	6	CCM1 - Circuito 6
337	29	7	CCM1 - Circuito 7
338	29	8	CCM1 - Circuito 8
339	30	1	CCM2 - Circuito 1
340	30	2	CCM2 - Circuito 2
341	30	3	CCM2 - Circuito 3
342	30	4	CCM2 - Circuito 4
343	30	5	CCM2 - Circuito 5
344	30	6	CCM2 - Circuito 6
345	30	7	CCM2 - Circuito 7
346	30	8	CCM2 - Circuito 8
347	30	9	CCM2 - Circuito 9
348	30	10	CCM2 - Circuito 10
349	30	11	CCM2 - Circuito 11
350	30	12	CCM2 - Circuito 12
351	30	13	CCM2 - Circuito 13
352	30	14	CCM2 - Circuito 14
353	30	15	CCM2 - Circuito 15
354	31	1	CCM3 - Circuito 1
355	31	2	CCM3 - Circuito 2
356	31	3	CCM3 - Circuito 3
357	31	4	CCM3 - Circuito 4
358	31	5	CCM3 - Circuito 5
359	31	6	CCM3 - Circuito 6
360	31	7	CCM3 - Circuito 7
361	31	8	CCM3 - Circuito 8
362	31	9	CCM3 - Circuito 9
363	31	10	CCM3 - Circuito 10
364	32	1	CCM4 - Circuito 1
365	32	2	CCM4 - Circuito 2
366	33	1	CCM5 - Circuito 1
367	33	2	CCM5 - Circuito 2
368	33	3	CCM5 - Circuito 3
369	33	4	CCM5 - Circuito 4
370	33	5	CCM5 - Circuito 5
371	33	6	CCM5 - Circuito 6
372	33	7	CCM5 - Circuito 7
373	33	8	CCM5 - Circuito 8
374	33	9	CCM5 - Circuito 9

375	34	1	CCM6 - Circuito 1
376	34	2	CCM6 - Circuito 2
377	34	3	CCM6 - Circuito 3
378	34	4	CCM6 - Circuito 4
379	34	5	CCM6 - Circuito 5
380	34	6	CCM6 - Circuito 6
381	34	7	CCM6 - Circuito 7
382	34	8	CCM6 - Circuito 8
383	35	1	CCM7 - Circuito 1
384	35	2	CCM7 - Circuito 2
385	35	3	CCM7 - Circuito 3
386	35	4	CCM7 - Circuito 4
387	35	5	CCM7 - Circuito 5
388	35	6	CCM7 - Circuito 6
389	35	7	CCM7 - Circuito 7
390	35	8	CCM7 - Circuito 8
391	35	9	CCM7 - Circuito 9
392	35	10	CCM7 - Circuito 10
393	36	1	CCM8 - Circuito 1
394	36	2	CCM8 - Circuito 2
395	36	3	CCM8 - Circuito 3
396	36	4	CCM8 - Circuito 4
397	36	5	CCM8 - Circuito 5
398	36	6	CCM8 - Circuito 6
399	36	7	CCM8 - Circuito 7
400	36	8	CCM8 - Circuito 8
401	36	9	CCM8 - Circuito 9
402	36	10	CCM8 - Circuito 10
403	37	1	QDL1 - Circuito 1
404	37	2	QDL1 - Circuito 2
405	37	3	QDL1 - Circuito 3
406	37	4	QDL1 - Circuito 4
407	37	5	QDL1 - Circuito 5
408	37	6	QDL1 - Circuito 6
409	37	7	QDL1 - Circuito 7
410	37	8	QDL1 - Circuito 8
411	37	9	QDL1 - Circuito 9
412	38	1	QDL2 - Circuito 1
413	38	2	QDL2 - Circuito 2
414	38	3	QDL2 - Circuito 3
415	38	4	QDL2 - Circuito 4
416	38	5	QDL2 - Circuito 5
417	38	6	QDL2 - Circuito 6
418	38	7	QDL2 - Circuito 7
419	38	8	QDL2 - Circuito 8
420	38	9	QDL2 - Circuito 9

421	39	1	QDL3 - Circuito 1
422	39	2	QDL3 - Circuito 2
423	39	3	QDL3 - Circuito 3
424	39	4	QDL3 - Circuito 4
425	40	1	QDL4 - Circuito 1
426	40	2	QDL4 - Circuito 2
427	40	3	QDL4 - Circuito 3
428	41	1	QDL5 - Circuito 1
429	41	2	QDL5 - Circuito 2
430	41	3	QDL5 - Circuito 3
431	41	4	QDL5 - Circuito 4
432	41	5	QDL5 - Circuito 5
433	41	6	QDL5 - Circuito 6
434	41	7	QDL5 - Circuito 7
435	42	1	QDL6 - Circuito 1
436	42	2	QDL6 - Circuito 2
437	42	3	QDL6 - Circuito 3
438	42	4	QDL6 - Circuito 4
439	42	5	QDL6 - Circuito 5

Fonte: Próprio autor

Tabela 27 - Resultados para TBL_SETOR

id_setor	id_projeto	nome_setor	comp_setor	larg_setor	htot_setor	id_quadro_dist
3	Projeto de Indústria Têxtil - Livro de Instalações Elétricas	Batedores A				29
4	Projeto de Indústria Têxtil - Livro de Instalações Elétricas	Cardas B				29
5	Projeto de Indústria Têxtil - Livro de Instalações Elétricas	Cortadeiras C				30
6	Projeto de Indústria Têxtil - Livro de Instalações Elétricas	Manteiras D				30
7	Projeto de Indústria Têxtil - Livro de Instalações Elétricas	Passadores F				31
8	Projeto de Indústria Têxtil - Livro de Instalações Elétricas	Encontreiras G				31
9	Projeto de Indústria Têxtil - Livro de Instalações Elétricas	Maçaroqueiras E				33
10	Projeto de Indústria Têxtil - Livro de Instalações Elétricas	Teares H				33
11	Projeto de Indústria Têxtil - Livro de Instalações Elétricas	Conicaleiras I				34
12	Projeto de Indústria Têxtil - Livro de Instalações Elétricas	Filatórios I J				36
13	Projeto de Indústria Têxtil - Livro de Instalações Elétricas	Filatórios II K				35
14	Projeto de Indústria Têxtil - Livro de Instalações Elétricas	Central de Climatização M				32
15	Projeto de Indústria Têxtil - Livro de Instalações Elétricas	Controle de Qualidade	16	8,15	6	39
16	Projeto de Indústria Têxtil - Livro de Instalações Elétricas	Laboratório	8,2	4	3,8	39
17	Projeto de Indústria Têxtil - Livro de Instalações Elétricas	Armazém de produto acabado	16	14	6	40
18	Projeto de Indústria Têxtil - Livro de Instalações Elétricas	Armazém de matéria-prima	16	14	6	40
19	Projeto de Indústria Têxtil - Livro de Instalações Elétricas	Subestação	14	10	5,1	41
20	Projeto de Indústria Têxtil - Livro de Instalações Elétricas	Banheiro coletivo feminino	8	5,3	3,8	41
21	Projeto de Indústria Têxtil - Livro de Instalações Elétricas	Banheiro coletivo masculino 2	8	3,2	3,8	41
22	Projeto de Indústria Têxtil - Livro de Instalações Elétricas	Diretoria técnica	8	7	3,8	41
23	Projeto de Indústria Têxtil - Livro de Instalações Elétricas	Diretoria de produção	8	6,5	3,8	41
24	Projeto de Indústria Têxtil - Livro de Instalações Elétricas	Presidência	8	5,5	3,8	41
25	Projeto de Indústria Têxtil - Livro de Instalações Elétricas	Departamento administrativo	8	6	3,8	41
26	Projeto de Indústria Têxtil - Livro de Instalações Elétricas	Escritório	8	7	3,8	42
27	Projeto de Indústria Têxtil - Livro de Instalações Elétricas	Recepção	8	8,8	3,8	42
28	Projeto de Indústria Têxtil - Livro de Instalações Elétricas	Sala de manutenção	8	7	3,8	42
29	Projeto de Indústria Têxtil - Livro de Instalações Elétricas	Sala de climatização	8	6,8	3,8	42
30	Projeto de Indústria Têxtil - Livro de Instalações Elétricas	Área Industrial Esquerda	66	21	7	37
31	Projeto de Indústria Têxtil - Livro de Instalações Elétricas	Área Industrial Direita	66	21	7	38

Fonte: Próprio Autor

Tabela 28 - Resultados de TMP_TBL_SETOR_LUMINOTECNICO

id_setor	hptra_b_setor	ilum_setor	fd_adotado	fu_adotado	id_elem_carga_luminaria	num_luminarias_adotado
3	0,8	200	0,75	0,4		0
4	0,8	200	0,75	0,4		0
5	0,8	200	0,75	0,4		0
6	0,8	200	0,75	0,4		0
7	0,8	200	0,75	0,4		0
8	0,8	200	0,75	0,4		0
9	0,8	200	0,75	0,4		0
10	0,8	200	0,75	0,4		0
11	0,8	200	0,75	0,4		0
12	0,8	200	0,75	0,4		0
13	0,8	200	0,75	0,4		0
14	0,8	200	0,75	0,4		0
15	0,8	800	0,75	0,47	13	27
16	0,8	600	0,75	0,47	13	6
17	0,8	200	0,75	0,56	13	9
18	0,8	200	0,75	0,4	13	9
19	0,8	200	0,75	0,4	13	6
20	0,8	200	0,75	0,4	12	4
21	0,8	200	0,75	0,4	12	3
22	0,8	200	0,75	0,4	12	8
23	0,8	200	0,75	0,4	12	6
24	0,8	200	0,75	0,4	12	6
25	0,8	200	0,75	0,4	12	6
26	0,8	200	0,75	0,4	12	6
27	0,8	200	0,75	0,4	12	8
28	0,8	200	0,75	0,4	12	6
29	0,8	200	0,75	0,4	12	4
30	0,8	200	0,75	0,4	50	42
31	0,8	200	0,75	0,4	50	42

Fonte: Próprio Autor

Tabela 29 - Resultados para TBL_BLOCO_CARGA

id_bloco_carga	id_setor	id_elem_carga	quantidade_elem
195	3	42	2
196	4	37	6
197	5	36	6
198	6	35	9
199	7	38	7
200	8	36	3
201	9	37	3
202	10	39	6
203	11	40	8
204	12	41	10
205	13	42	10
206	14	4	2
244	15	13	27
245	16	13	6
246	17	13	9
247	18	13	9
248	19	13	6
249	20	12	4
250	21	12	3
251	22	12	8
252	23	12	6
253	24	12	6
254	25	12	6
255	26	12	6
256	27	12	8
257	28	12	6
258	29	12	4
259	30	50	42
260	31	50	42
261	15	15	17
262	16	15	8
263	17	15	4
264	18	15	4
265	19	15	4
266	20	15	4
267	21	15	3
268	22	15	3
269	23	15	3
270	24	15	3
271	25	15	3
272	26	15	3
273	27	15	3
274	28	15	3
275	29	15	2
276	30	15	5
277	31	15	5
278	30	17	5
279	31	17	5

Fonte: Próprio Autor

Tabela 30 - Resultado para TBL_SEGMENTO_CARGA

Id_segmento_carga	label_id_segmento_carga	id_bloco_carga	id_setor	segmento_bloco	id_elemento_carga	quantidade_elem_segmento	nome_segmento_carga	Id_quadro_dist	id_circuito_term
1106	195-1	195	3	1	42	1	1x Motor XPTO - 30CV - 4 Polos	29	331
1107	195-2	195	3	2	42	1	1x Motor XPTO - 30CV - 4 Polos	29	332
1108	196-1	196	4	1	37	1	1x Motor XPTO - 7,5CV - 4 Polos	29	333
1109	196-2	196	4	2	37	1	1x Motor XPTO - 7,5CV - 4 Polos	29	334
1110	196-3	196	4	3	37	1	1x Motor XPTO - 7,5CV - 4 Polos	29	335
1111	196-4	196	4	4	37	1	1x Motor XPTO - 7,5CV - 4 Polos	29	336
1112	196-5	196	4	5	37	1	1x Motor XPTO - 7,5CV - 4 Polos	29	337
1113	196-6	196	4	6	37	1	1x Motor XPTO - 7,5CV - 4 Polos	29	338
1114	197-1	197	5	1	36	1	1x Motor XPTO - 5CV - 4 Polos	30	339
1115	197-2	197	5	2	36	1	1x Motor XPTO - 5CV - 4 Polos	30	340
1116	197-3	197	5	3	36	1	1x Motor XPTO - 5CV - 4 Polos	30	341
1117	197-4	197	5	4	36	1	1x Motor XPTO - 5CV - 4 Polos	30	342
1118	197-5	197	5	5	36	1	1x Motor XPTO - 5CV - 4 Polos	30	343
1119	197-6	197	5	6	36	1	1x Motor XPTO - 5CV - 4 Polos	30	344
1120	198-1	198	6	1	35	1	1x Motor XPTO - 3CV - 4 Polos	30	345
1121	198-2	198	6	2	35	1	1x Motor XPTO - 3CV - 4 Polos	30	346
1122	198-3	198	6	3	35	1	1x Motor XPTO - 3CV - 4 Polos	30	347
1123	198-4	198	6	4	35	1	1x Motor XPTO - 3CV - 4 Polos	30	348
1124	198-5	198	6	5	35	1	1x Motor XPTO - 3CV - 4 Polos	30	349
1125	198-6	198	6	6	35	1	1x Motor XPTO - 3CV - 4 Polos	30	350
1126	198-7	198	6	7	35	1	1x Motor XPTO - 3CV - 4 Polos	30	351
1127	198-8	198	6	8	35	1	1x Motor XPTO - 3CV - 4 Polos	30	352
1128	198-9	198	6	9	35	1	1x Motor XPTO - 3CV - 4 Polos	30	353
1129	199-1	199	7	1	38	1	1x Motor XPTO - 10CV - 4 Polos	31	354
1130	199-2	199	7	2	38	1	1x Motor XPTO - 10CV - 4 Polos	31	355
1131	199-3	199	7	3	38	1	1x Motor XPTO - 10CV - 4 Polos	31	356
1132	199-4	199	7	4	38	1	1x Motor XPTO - 10CV - 4 Polos	31	357
1133	199-5	199	7	5	38	1	1x Motor XPTO - 10CV - 4 Polos	31	358
1134	199-6	199	7	6	38	1	1x Motor XPTO - 10CV - 4 Polos	31	359
1135	199-7	199	7	7	38	1	1x Motor XPTO - 10CV - 4 Polos	31	360
1136	200-1	200	8	1	36	1	1x Motor XPTO - 5CV - 4 Polos	31	361
1137	200-2	200	8	2	36	1	1x Motor XPTO - 5CV - 4 Polos	31	362
1138	200-3	200	8	3	36	1	1x Motor XPTO - 5CV - 4 Polos	31	363
1139	201-1	201	9	1	37	1	1x Motor XPTO - 7,5CV - 4 Polos	33	366
1140	201-2	201	9	2	37	1	1x Motor XPTO - 7,5CV - 4 Polos	33	367
1141	201-3	201	9	3	37	1	1x Motor XPTO - 7,5CV - 4 Polos	33	368
1142	202-1	202	10	1	39	1	1x Motor XPTO - 15CV - 4 Polos	33	369

1143	202-2	202	10	2	39	1	1x Motor XPTO - 15CV - 4 Polos	33	370
1144	202-3	202	10	3	39	1	1x Motor XPTO - 15CV - 4 Polos	33	371
1145	202-4	202	10	4	39	1	1x Motor XPTO - 15CV - 4 Polos	33	372
1146	202-5	202	10	5	39	1	1x Motor XPTO - 15CV - 4 Polos	33	373
1147	202-6	202	10	6	39	1	1x Motor XPTO - 15CV - 4 Polos	33	374
1148	203-1	203	11	1	40	1	1x Motor XPTO - 20CV - 4 Polos	34	375
1149	203-2	203	11	2	40	1	1x Motor XPTO - 20CV - 4 Polos	34	376
1150	203-3	203	11	3	40	1	1x Motor XPTO - 20CV - 4 Polos	34	377
1151	203-4	203	11	4	40	1	1x Motor XPTO - 20CV - 4 Polos	34	378
1152	203-5	203	11	5	40	1	1x Motor XPTO - 20CV - 4 Polos	34	379
1153	203-6	203	11	6	40	1	1x Motor XPTO - 20CV - 4 Polos	34	380
1154	203-7	203	11	7	40	1	1x Motor XPTO - 20CV - 4 Polos	34	381
1155	203-8	203	11	8	40	1	1x Motor XPTO - 20CV - 4 Polos	34	382
1156	204-1	204	12	1	41	1	1x Motor XPTO - 25CV - 4 Polos	36	393
1157	204-2	204	12	2	41	1	1x Motor XPTO - 25CV - 4 Polos	36	394
1158	204-3	204	12	3	41	1	1x Motor XPTO - 25CV - 4 Polos	36	395
1159	204-4	204	12	4	41	1	1x Motor XPTO - 25CV - 4 Polos	36	396
1160	204-5	204	12	5	41	1	1x Motor XPTO - 25CV - 4 Polos	36	397
1161	204-6	204	12	6	41	1	1x Motor XPTO - 25CV - 4 Polos	36	398
1162	204-7	204	12	7	41	1	1x Motor XPTO - 25CV - 4 Polos	36	399
1163	204-8	204	12	8	41	1	1x Motor XPTO - 25CV - 4 Polos	36	400
1164	204-9	204	12	9	41	1	1x Motor XPTO - 25CV - 4 Polos	36	401
1165	204-10	204	12	10	41	1	1x Motor XPTO - 25CV - 4 Polos	36	402
1166	205-1	205	13	1	42	1	1x Motor XPTO - 30CV - 4 Polos	35	383
1167	205-2	205	13	2	42	1	1x Motor XPTO - 30CV - 4 Polos	35	384
1168	205-3	205	13	3	42	1	1x Motor XPTO - 30CV - 4 Polos	35	385
1169	205-4	205	13	4	42	1	1x Motor XPTO - 30CV - 4 Polos	35	386
1170	205-5	205	13	5	42	1	1x Motor XPTO - 30CV - 4 Polos	35	387
1171	205-6	205	13	6	42	1	1x Motor XPTO - 30CV - 4 Polos	35	388
1172	205-7	205	13	7	42	1	1x Motor XPTO - 30CV - 4 Polos	35	389
1173	205-8	205	13	8	42	1	1x Motor XPTO - 30CV - 4 Polos	35	390
1174	205-9	205	13	9	42	1	1x Motor XPTO - 30CV - 4 Polos	35	391
1175	205-10	205	13	10	42	1	1x Motor XPTO - 30CV - 4 Polos	35	392
1176	206-1	206	14	1	4	1	1x Motor XPTO - 250CV - 4 Polos	32	364
1177	206-2	206	14	2	4	1	1x Motor XPTO - 250CV - 4 Polos	32	365
1178	244-1	244	15	1	13	27	27x Luminária Phillips - TCK427	39	421
1179	245-1	245	16	1	13	6	6x Luminária Phillips - TCK427	39	422
1180	246-1	246	17	1	13	9	9x Luminária Phillips - TCK427	40	425
1181	247-1	247	18	1	13	9	9x Luminária Phillips - TCK427	40	426
1182	248-1	248	19	1	13	6	6x Luminária Phillips - TCK427	41	428
1183	249-1	249	20	1	12	4	4x Luminária Phillips - TMS426	41	428
1184	250-1	250	21	1	12	3	3x Luminária Phillips - TMS426	41	428
1185	251-1	251	22	1	12	8	8x Luminária Phillips - TMS426	41	428

1186	252-1	252	23	1	12	6	6x Luminária Phillips - TMS426	41	429
1187	253-1	253	24	1	12	6	6x Luminária Phillips - TMS426	41	429
1188	254-1	254	25	1	12	6	6x Luminária Phillips - TMS426	41	429
1189	255-1	255	26	1	12	6	6x Luminária Phillips - TMS426	42	435
1190	256-1	256	27	1	12	8	8x Luminária Phillips - TMS426	42	435
1191	257-1	257	28	1	12	6	6x Luminária Phillips - TMS426	42	436
1192	258-1	258	29	1	12	4	4x Luminária Phillips - TMS426	42	436
1193	259-1	259	30	1	50	7	7x Luminária - T38VM	37	403
1194	259-2	259	30	2	50	7	7x Luminária - T38VM	37	404
1195	259-3	259	30	3	50	7	7x Luminária - T38VM	37	405
1196	259-4	259	30	4	50	7	7x Luminária - T38VM	37	406
1197	259-5	259	30	5	50	7	7x Luminária - T38VM	37	407
1198	259-6	259	30	6	50	7	7x Luminária - T38VM	37	408
1199	260-1	260	31	1	50	7	7x Luminária - T38VM	38	412
1200	260-2	260	31	2	50	7	7x Luminária - T38VM	38	413
1201	260-3	260	31	3	50	7	7x Luminária - T38VM	38	414
1202	260-4	260	31	4	50	7	7x Luminária - T38VM	38	415
1203	260-5	260	31	5	50	7	7x Luminária - T38VM	38	416
1204	260-6	260	31	6	50	7	7x Luminária - T38VM	38	417
1205	261-1	261	15	1	15	17	17x Tomada de uso geral tipo 1 - 100W	39	423
1206	262-1	262	16	1	15	8	8x Tomada de uso geral tipo 1 - 100W	39	423
1207	263-1	263	17	1	15	4	4x Tomada de uso geral tipo 1 - 100W	40	427
1208	264-1	264	18	1	15	4	4x Tomada de uso geral tipo 1 - 100W	40	427
1209	265-1	265	19	1	15	4	4x Tomada de uso geral tipo 1 - 100W	41	430
1210	266-1	266	20	1	15	4	4x Tomada de uso geral tipo 1 - 100W	41	430
1211	267-1	267	21	1	15	3	3x Tomada de uso geral tipo 1 - 100W	41	431
1212	268-1	268	22	1	15	3	3x Tomada de uso geral tipo 1 - 100W	41	431
1213	269-1	269	23	1	15	3	3x Tomada de uso geral tipo 1 - 100W	41	432
1214	270-1	270	24	1	15	3	3x Tomada de uso geral tipo 1 - 100W	41	432
1215	271-1	271	25	1	15	3	3x Tomada de uso geral tipo 1 - 100W	41	433
1216	272-1	272	26	1	15	3	3x Tomada de uso geral tipo 1 - 100W	42	437
1217	273-1	273	27	1	15	3	3x Tomada de uso geral tipo 1 - 100W	42	437
1218	274-1	274	28	1	15	3	3x Tomada de uso geral tipo 1 - 100W	42	438
1219	275-1	275	29	1	15	2	2x Tomada de uso geral tipo 1 - 100W	42	438
1220	276-1	276	30	1	15	5	5x Tomada de uso geral tipo 1 - 100W	37	409
1221	277-1	277	31	1	15	5	5x Tomada de uso geral tipo 1 - 100W	38	418
1222	278-1	278	30	1	17	5	5x Tomada de uso específico - 6000W	37	410
1223	279-1	279	31	1	17	5	5x Tomada de uso específico - 6000W	38	419

Fonte: Próprio Autor

Tabela 31 - Resultado para consulta de dimensionamento de condutores

id_circuito_term	num_fases	nome_quadro_dist	nome_circuito_quadro	corrente_circuito	fat_corr_result	instalacao	secao	secao_adot
331	3	CCM1	CCM1 - Circuito 1	43,3	1	12	10	10
332	3	CCM1	CCM1 - Circuito 2	43,3	1	12	10	10
333	3	CCM1	CCM1 - Circuito 3	11,9	1	12	0,75	2,5
334	3	CCM1	CCM1 - Circuito 4	11,9	1	12	0,75	2,5
335	3	CCM1	CCM1 - Circuito 5	11,9	1	12	0,75	2,5
336	3	CCM1	CCM1 - Circuito 6	11,9	1	12	0,75	2,5
337	3	CCM1	CCM1 - Circuito 7	11,9	1	12	0,75	2,5
338	3	CCM1	CCM1 - Circuito 8	11,9	1	12	0,75	2,5
339	3	CCM2	CCM2 - Circuito 1	7,9	0,45	12	1,5	2,5
340	3	CCM2	CCM2 - Circuito 2	7,9	0,45	12	1,5	2,5
341	3	CCM2	CCM2 - Circuito 3	7,9	0,45	12	1,5	2,5
342	3	CCM2	CCM2 - Circuito 4	7,9	0,45	12	1,5	2,5
343	3	CCM2	CCM2 - Circuito 5	7,9	0,45	12	1,5	2,5
344	3	CCM2	CCM2 - Circuito 6	7,9	0,45	12	1,5	2,5
345	3	CCM2	CCM2 - Circuito 7	5,5	0,45	12	1	2,5
346	3	CCM2	CCM2 - Circuito 8	5,5	0,45	12	1	2,5
347	3	CCM2	CCM2 - Circuito 9	5,5	0,45	12	1	2,5
348	3	CCM2	CCM2 - Circuito 10	5,5	0,45	12	1	2,5
349	3	CCM2	CCM2 - Circuito 11	5,5	0,45	12	1	2,5
350	3	CCM2	CCM2 - Circuito 12	5,5	0,45	12	1	2,5
351	3	CCM2	CCM2 - Circuito 13	5,5	0,45	12	1	2,5
352	3	CCM2	CCM2 - Circuito 14	5,5	0,45	12	1	2,5
353	3	CCM2	CCM2 - Circuito 15	5,5	0,45	12	1	2,5
354	3	CCM3	CCM3 - Circuito 1	15,4	0,54	12	4	4
355	3	CCM3	CCM3 - Circuito 2	15,4	0,54	12	4	4
356	3	CCM3	CCM3 - Circuito 3	15,4	0,54	12	4	4
357	3	CCM3	CCM3 - Circuito 4	15,4	0,54	12	4	4

358	3	CCM3	CCM3 - Circuito 5	15,4	0,54	12	4	4
359	3	CCM3	CCM3 - Circuito 6	15,4	0,54	12	4	4
360	3	CCM3	CCM3 - Circuito 7	15,4	0,54	12	4	4
361	3	CCM3	CCM3 - Circuito 8	7,9	0,7	12	0,75	2,5
362	3	CCM3	CCM3 - Circuito 9	7,9	0,7	12	0,75	2,5
363	3	CCM3	CCM3 - Circuito 10	7,9	0,7	12	0,75	2,5
364	3	CCM4	CCM4 - Circuito 1	327,4	1	12	300	300
365	3	CCM4	CCM4 - Circuito 2	327,4	1	12	300	300
366	3	CCM5	CCM5 - Circuito 1	11,9	0,5	12	2,5	2,5
367	3	CCM5	CCM5 - Circuito 2	11,9	0,5	12	2,5	2,5
368	3	CCM5	CCM5 - Circuito 3	11,9	0,5	12	2,5	2,5
369	3	CCM5	CCM5 - Circuito 4	26	0,5	12	10	10
369	3	CCM5	CCM5 - Circuito 4	26	0,5	12	16	16
370	3	CCM5	CCM5 - Circuito 5	26	0,5	12	10	10
370	3	CCM5	CCM5 - Circuito 5	26	0,5	12	16	16
371	3	CCM5	CCM5 - Circuito 6	26	0,5	12	10	10
371	3	CCM5	CCM5 - Circuito 6	26	0,5	12	16	16
372	3	CCM5	CCM5 - Circuito 7	26	0,5	12	10	10
372	3	CCM5	CCM5 - Circuito 7	26	0,5	12	16	16
373	3	CCM5	CCM5 - Circuito 8	26	0,5	12	10	10
373	3	CCM5	CCM5 - Circuito 8	26	0,5	12	16	16
374	3	CCM5	CCM5 - Circuito 9	26	0,5	12	10	10
374	3	CCM5	CCM5 - Circuito 9	26	0,5	12	16	16
375	3	CCM6	CCM6 - Circuito 1	28,8	0,52	12	16	16
376	3	CCM6	CCM6 - Circuito 2	28,8	0,52	12	16	16
377	3	CCM6	CCM6 - Circuito 3	28,8	0,52	12	16	16
378	3	CCM6	CCM6 - Circuito 4	28,8	0,52	12	16	16
379	3	CCM6	CCM6 - Circuito 5	28,8	0,52	12	16	16
380	3	CCM6	CCM6 - Circuito 6	28,8	0,52	12	16	16
381	3	CCM6	CCM6 - Circuito 7	28,8	0,52	12	16	16

382	3	CCM6	CCM6 - Circuito 8	28,8	0,52	12	16	16
383	3	CCM7	CCM7 - Circuito 1	43,3	0,6	12	25	25
384	3	CCM7	CCM7 - Circuito 2	43,3	0,6	12	25	25
385	3	CCM7	CCM7 - Circuito 3	43,3	0,6	12	25	25
386	3	CCM7	CCM7 - Circuito 4	43,3	0,6	12	25	25
387	3	CCM7	CCM7 - Circuito 5	43,3	0,6	12	25	25
388	3	CCM7	CCM7 - Circuito 6	43,3	0,6	12	25	25
389	3	CCM7	CCM7 - Circuito 7	43,3	0,6	12	25	25
390	3	CCM7	CCM7 - Circuito 8	43,3	0,6	12	25	25
391	3	CCM7	CCM7 - Circuito 9	43,3	0,6	12	25	25
392	3	CCM7	CCM7 - Circuito 10	43,3	0,6	12	25	25
393	3	CCM8	CCM8 - Circuito 1	35,5	0,5	12	25	25
394	3	CCM8	CCM8 - Circuito 2	35,5	0,5	12	25	25
395	3	CCM8	CCM8 - Circuito 3	35,5	0,5	12	25	25
396	3	CCM8	CCM8 - Circuito 4	35,5	0,5	12	25	25
397	3	CCM8	CCM8 - Circuito 5	35,5	0,5	12	25	25
398	3	CCM8	CCM8 - Circuito 6	35,5	0,5	12	25	25
399	3	CCM8	CCM8 - Circuito 7	35,5	0,5	12	25	25
400	3	CCM8	CCM8 - Circuito 8	35,5	0,5	12	25	25
401	3	CCM8	CCM8 - Circuito 9	35,5	0,5	12	25	25
402	3	CCM8	CCM8 - Circuito 10	35,5	0,5	12	25	25
403	1	QDL1	QDL1 - Circuito 1	24,5	0,65	3	6	6
404	1	QDL1	QDL1 - Circuito 2	24,5	0,65	3	6	6
405	1	QDL1	QDL1 - Circuito 3	24,5	0,65	3	6	6
406	1	QDL1	QDL1 - Circuito 4	24,5	0,65	3	6	6
407	1	QDL1	QDL1 - Circuito 5	24,5	0,65	3	6	6
408	1	QDL1	QDL1 - Circuito 6	24,5	0,65	3	6	6
409	1	QDL1	QDL1 - Circuito 7	2,53	1	3	0,5	2,5
410	3	QDL1	QDL1 - Circuito 8	50,64	1	3	10	10
412	1	QDL2	QDL2 - Circuito 1	24,5	0,65	3	6	6

413	1	QDL2	QDL2 - Circuito 2	24,5	0,65	3	6	6
414	1	QDL2	QDL2 - Circuito 3	24,5	0,65	3	6	6
415	1	QDL2	QDL2 - Circuito 4	24,5	0,65	3	6	6
416	1	QDL2	QDL2 - Circuito 5	24,5	0,65	3	6	6
417	1	QDL2	QDL2 - Circuito 6	24,5	0,65	3	6	6
418	1	QDL2	QDL2 - Circuito 7	2,53	0,8	3	0,5	2,5
419	3	QDL2	QDL2 - Circuito 8	50,64	1	3	10	10
421	1	QDL3	QDL3 - Circuito 1	21,82	1	3	2,5	2,5
422	1	QDL3	QDL3 - Circuito 2	4,85	1	3	0,5	2,5
423	1	QDL3	QDL3 - Circuito 3	12,63	1	3	1	2,5
425	1	QDL4	QDL4 - Circuito 1	7,27	1	3	0,5	2,5
426	1	QDL4	QDL4 - Circuito 2	7,27	1	3	0,5	2,5
427	1	QDL4	QDL4 - Circuito 3	4,04	1	3	0,5	2,5
428	1	QDL5	QDL5 - Circuito 1	10,91	0,8	3	1	2,5
429	1	QDL5	QDL5 - Circuito 2	7,27	0,8	3	0,75	2,5
430	1	QDL5	QDL5 - Circuito 3	4,04	0,8	3	0,5	2,5
431	1	QDL5	QDL5 - Circuito 4	3,03	0,8	3	0,5	2,5
432	1	QDL5	QDL5 - Circuito 5	3,03	0,8	3	0,5	2,5
433	1	QDL5	QDL5 - Circuito 6	1,52	0,8	3	0,5	2,5
435	1	QDL6	QDL6 - Circuito 1	5,66	0,8	3	0,5	2,5
436	1	QDL6	QDL6 - Circuito 2	4,04	0,8	3	0,5	2,5
437	1	QDL6	QDL6 - Circuito 3	3,03	0,8	3	0,5	2,5
438	1	QDL6	QDL6 - Circuito 4	2,53	0,8	3	0,5	2,5

Fonte: Próprio autor

Figura 56 - Tabela TBL_ELEM_CARGA

id_ele m_carg a	nome_elem_carga	id_tipo _elem_ carga	pot_ativ a	fat_po t	rendi mento	num_f ases	tensa o_no minal	corrente_nomi nal	inp_i n	conjugad o_nomin al	num_p olos_ otor	num_l amp das	pot_la mpada	fluxo_p or_lam pada	fluxo_po r_lumina ria	or_lu minari a	media _lamp ada	tipo_lampada	cfat_a2	cfat_a1	cfat_a0	fd
1	Motor XPTO - 180CV - 4 Polos	4	132000	0,87	0,95	3	380	233,1	6,5	70,81	4											
2	Motor XPTO - 200CV - 4 Polos	4	150000	0,87	0,95	3	380	271,2	6,9	80	4											
3	Motor XPTO - 220CV - 4 Polos	4	160000	0,87	0,95	3	380	283,0	6,5	86,55	4											
4	Motor XPTO - 250CV - 4 Polos	4	185000	0,87	0,95	3	380	327,4	6,8	95,35	4											
5	Motor XPTO - 300CV - 4 Polos	4	220000	0,88	0,96	3	380	385,2	6,8	118,02	4											
6	Motor XPTO - 380CV - 4 Polos	4	280000	0,89	0,96	3	380	479,5	6,9	149,09	4											
7	Motor XPTO - 475CV - 4 Polos	4	355000	0,89	0,96	3	380	610,5	7,6	186,55	4											
8	Motor XPTO - 600CV - 4 Polos	4	450000	0,89	0,96	3	380	768,1	7,8	265,37	4											
10	Luminária Phillips - TMS1	1	65	0,9	1	1	220	0,3				1	65	4900	4900	65	10000	luorescente Comur	-0,03	0,254	0,211	0,8
11	Luminária Phillips - TMS500	1	130	0,9	1	1	220	0,7				2	65	4900	9800	130	10000	luorescente Comur	-0,029	0,241	0,21	0,8
12	Luminária Phillips - TMS426	1	80	0,9	1	1	220	0,4				2	40	3000	6000	80	10000	luorescente Comur	-0,034	0,282	0,234	0,8
13	Luminária Phillips - TCK427	1	160	0,9	1	1	220	0,8				4	40	3000	12000	160	10000	luorescente Comur	-0,031	0,258	0,226	0,8
14	Luminária Phillips - HDK472	1	400	0,9	1	1	220	2,0				1	400	22000	22000	400	15000	Vapor de Mercúrio	-0,029	0,23	0,416	0,7
15	omada de uso geral tipo 1 - 100V	2	100	0,9	1	1	220	0,5														
16	omada de uso geral tipo 2 - 600V	2	600	0,9	1	1	220	3,0														
17	omada de uso específico - 6000V	3	6000	0,9	1	3	380	10,1														
18	Motor XPTO - 1CV - 2 Polos	4	700	0,76	0,81	3	380	1,9	6,2	0,208	2											
19	Motor XPTO - 3CV - 2 Polos	4	2200	0,76	0,82	3	380	5,3	8,3	0,619	2											
20	Motor XPTO - 5CV - 2 Polos	4	4000	0,83	0,83	3	380	7,9	9	1,02	2											
21	Motor XPTO - 7,5CV - 2 Polos	4	5500	0,83	0,83	3	380	11,5	7,4	1,54	2											
22	Motor XPTO - 10CV - 2 Polos	4	7500	0,85	0,83	3	380	16,2	6,7	2,05	2											
23	Motor XPTO - 15CV - 2 Polos	4	11000	0,82	0,83	3	380	23,5	7	3,07	2											
24	Motor XPTO - 20CV - 2 Polos	4	15000	0,73	0,83	3	380	35,5	6,8	3,97	2											
25	Motor XPTO - 25CV - 2 Polos	4	18500	0,82	0,86	3	380	38,3	6,8	4,96	2											
26	Motor XPTO - 30CV - 2 Polos	4	22000	0,88	0,89	3	380	40,5	6,3	5,96	2											
27	Motor XPTO - 40CV - 2 Polos	4	30000	0,89	0,9	3	380	54,4	6,8	7,97	2											
28	Motor XPTO - 50CV - 2 Polos	4	37000	0,89	0,91	3	380	66,6	6,8	9,92	2											
29	Motor XPTO - 60CV - 2 Polos	4	45000	0,89	0,91	3	380	81,0	6,5	11,88	2											
30	Motor XPTO - 75CV - 2 Polos	4	55000	0,89	0,92	3	380	98,8	6,9	14,84	2											
31	Motor XPTO - 100CV - 2 Polos	4	75000	0,9	0,93	3	380	133,2	6,8	19,72	2											
32	Motor XPTO - 125CV - 2 Polos	4	90000	0,9	0,93	3	380	158,7	6,5	24,59	2											
33	Motor XPTO - 150CV - 2 Polos	4	110000	0,9	0,93	3	380	190,9	6,8	29,46	2											
34	Motor XPTO - 1CV - 4 Polos	4	700	0,65	0,81	3	380	2,2	5,7	0,42	4											
35	Motor XPTO - 3CV - 4 Polos	4	2200	0,73	0,82	3	380	5,5	6,6	1,23	4											
36	Motor XPTO - 5CV - 4 Polos	4	4000	0,83	0,83	3	380	7,9	7	2,07	4											
37	Motor XPTO - 7,5CV - 4 Polos	4	5500	0,81	0,84	3	380	11,9	7	3,1	4											
38	Motor XPTO - 10CV - 4 Polos	4	7500	0,85	0,86	3	380	15,4	6,6	4,11	4											
39	Motor XPTO - 15CV - 4 Polos	4	11000	0,75	0,86	3	380	26,0	7,8	6,12	4											
40	Motor XPTO - 20CV - 4 Polos	4	15000	0,86	0,88	3	380	28,8	6,8	7,98	4											
41	Motor XPTO - 25CV - 4 Polos	4	18500	0,84	0,9	3	380	35,5	6,7	9,97	4											
42	Motor XPTO - 30CV - 4 Polos	4	22000	0,83	0,9	3	380	43,3	6,8	11,97	4											
43	Motor XPTO - 40CV - 4 Polos	4	30000	0,85	0,91	3	380	56,6	6,7	15,96	4											
44	Motor XPTO - 50CV - 4 Polos	4	37000	0,86	0,92	3	380	68,8	6,4	19,95	4											
45	Motor XPTO - 60CV - 4 Polos	4	45000	0,86	0,92	3	380	83,3	6,7	23,87	4											
46	Motor XPTO - 75CV - 4 Polos	4	55000	0,86	0,92	3	380	101,1	6,8	29,75	4											
47	Motor XPTO - 100CV - 4 Polos	4	75000	0,87	0,92	3	380	135,4	6,7	39,67	4											
48	Motor XPTO - 125CV - 4 Polos	4	90000	0,87	0,94	3	380	160,9	6,5	49,31	4											
49	Motor XPTO - 150CV - 4 Polos	4	110000	0,87	0,95	3	380	194,2	6,8	59,17	4											
50	Luminária - T38VM	1	700	0,9	1	1	220	3,5				1	700	35000	35000	700	15000	Vapor de Mercúrio	-0,029	0,23	0,416	0,7
51	Máquina de Embalagem	2	1900	0,9	1	1	220	9,6														
53	Reserva de carga trifásica	5	6000	0,9	1	3	380	10,1														

Fonte: Próprio Autor