



**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-
BRASILEIRA
INSTITUTO DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
CURSO DE ENGENHARIA DE ENERGIAS**

ÉVERTON DEÂNGELES LOPES DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE *SOFTWARE* COMO FERRAMENTA FACILITADORA
PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS DE BAIXA TENSÃO**

**ACARAPE
2018**

ÉVERTON DEÂNGELES LOPES DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE *SOFTWARE* COMO FERRAMENTA FACILITADORA
PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS DE BAIXA TENSÃO**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à coordenação do curso
de Engenharia de Energias da
Universidade da Integração da
Lusofonia Afro-Brasileira, como
requisito para obtenção do título de
graduação em Engenharia de Energias.**

**Orientador: Prof. Dr. Gustavo Alves de
Lima Henn**

**ACARAPE
2018**

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Sistema de Bibliotecas da UNILAB
Catalogação de Publicação na Fonte.

Silva, Éverton Deangeles Lopes da.

S578d

Desenvolvimento de software como ferramenta facilitadora para instalações elétricas residenciais de baixa tensão / Éverton Deangeles Lopes da Silva. - Redenção, 2018.
52f: il.

Monografia - Curso de Engenharia De Energias, Instituto De Engenharias E Desenvolvimento Sustentável, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2018.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Alves de Lima Henn.

1. Instalações elétricas residenciais. 2. Desenvolvimento de software. 3. Programação orientada a objeto. I. Título

CE/UF/BSCL

CDD 62131942

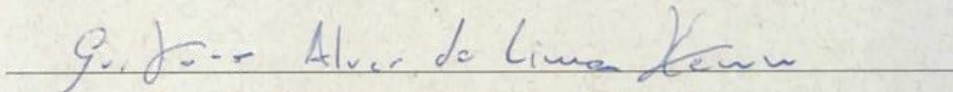
ÉVERTON DEANGELES LOPES DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE COMO FERRAMENTA
FACILITADORA PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS DE
BAIXA TENSÃO**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Energias do Instituto de Engenharia e Desenvolvimento Sustentável da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Energias.

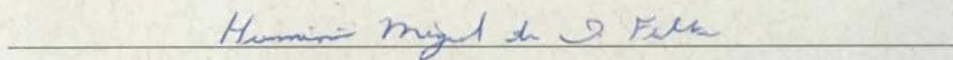
Aprovado em 09/10/2018.

BANCA EXAMINADORA



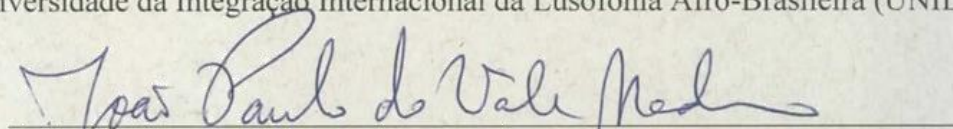
Prof. Dr. Gustavo Alves de Lima Henn (Orientador)

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)



Prof. Dr. Hermínio Miguel de Oliveira Filho

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)



Prof. Dr. João Paulo do Vale Madeiro

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

A Deus.

Aos meus pais, Antônio e Elilda.

A minha esposa, Aslana Nargila.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente agradeço a Deus por ter me ajudado, cuidado, protegido e me direcionado para o caminho certo, pois sem ele eu nem estaria vivo.

Aos meus pais, Antônio e Elilda por ter me apoiado em momentos difíceis, sempre me incentivado a continuar lutando contra as dificuldades, e acima de tudo por ter me instruído durante toda minha vida a fazer o certo, independente da situação. Obrigado pai e mãe, sem vocês nada disto teria dado certo, e nem muito menos teria sentido.

A minha esposa, Aslana Nargila, que esteve do meu lado durante toda esta trajetória, me motivando e acreditando que eu poderia superar os problemas até quando tudo parecida perdido, além de ser inspiração, pois se trata sem dúvidas de uma das pessoas mais inteligentes e esforçadas que já vi na minha vida. Te amo bebê, obrigado!

Aos que conheci na universidade, que torceram pelo meu sucesso e que me auxiliaram durante toda esta jornada, sou grato. E até mesmo aqueles que torceram pelo meu fracasso, saibam que me motivaram ainda mais a dar a volta por cima.

Em especial dedico aos meus amigos mais chegados, que zoaram comigo nas notas baixas e tiraram onda até quando tirei notas boas: Adriano, Luís Paulo, Tadeu, Mardônio, Ivan, Tom, Matheus, Charles, Lucão, Guilherme, Aldemário, Jairo e outros. Obrigado glr!

Aos professores do IEDS, e em especial o professor Gustavo pela paciência, transparência, cuidado e auxílio durante o desenvolvimento deste trabalho, e por ter me dado à honra de ser seu orientando. Obrigado por tudo Professor, que Deus continue lhe abençoado cada vez mais.

“Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso! Não se apavore nem desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar”. (Josué 1:9).

RESUMO

Ao realizar a construção de uma residência, diversos aspectos são importantes para realização do projeto, entre estes, o desenvolvimento de um projeto de instalações elétricas adequado, considerando a norma brasileira regulamentadora 5410, que atua padronizando e garantindo a segurança das pessoas e funcionamento correto dos equipamentos presentes na residência. A necessidade de realizar o desenvolvimento de um *software*, utilizando conhecimentos de engenharia e de programação orientada a objeto, destaca-se a partir do momento em que o profissional lido com grande quantidade de informações, realizando cálculos diversos e condições aplicadas pela norma, como por exemplo: determinar a quantidade de tomadas, cálculos de potências das tomadas e potência instalada, dimensionamento de condutores e escolha de disjuntores. O *software* desenvolvido neste trabalho realiza o cálculo e manejo das informações, aplicando as condições da NBR 5410 e fazendo uso apenas das dimensões de cada um dos cômodos presentes na residência. Para o desenvolvimento do sistema utilizou-se a linguagem java, empregando o paradigma orientada ao objeto, através do ambiente de desenvolvimento integrado Netbeans, além de um sistema de gerenciamento de banco de dados denominado SQLite utilizado para tratar e armazenar os dados do software. Portanto, este sistema computacional apresentou-se como ferramenta importante para o profissional, tornando o projeto de instalações elétrico residenciais menos laborioso, e de rápida obtenção de informações.

Palavras-chaves: Instalações elétricas residenciais. Desenvolvimento de *software*. Programação orientada a objeto.

ABSTRACT

When constructing a residence, several aspects are important for the realization of the project, among these, the development of a suitable electrical installation project, considering the Brazilian regulatory standard 5410, which acts by standardizing and guaranteeing the safety of people and correct functioning of the equipment present in the residence. The need to carry out the development of software, using engineering knowledge and object-oriented programming, stands out from the moment that the professional handles with a lot of information, performing various calculations and conditions applied by the standard, such as: determine the number of sockets, power ratings of the sockets and installed power, conductor design and choice of circuit breakers. The software developed in this work calculates and manages the information, applying the conditions of NBR 5410 and making use only of the dimensions of each of the rooms present in the residence. For the development of the system was used the language java, employing the paradigm oriented to the object, through the integrated development environment Netbeans, in addition to a database management system called SQLite used to process and store the software data. Therefore, this computational system presented itself as an important tool for the professional, making the design of residential electrical installations less cumbersome, and faster information gathering.

Keywords: Electrical installations residential. Development of *software*. Object-oriented programming.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 4.1 - Ilustração da relação: Fases vs Disciplinas.....	27
Figura 4.2 - Diagrama de caso de uso.....	28
Figura 4.3 - Interface da IDE Netbens 8.1.....	31
Figura 4.4 - Interface do sistema de banco de dados SQLite.....	32
Figura 4.5 - Diagrama de classe do <i>software</i>	33
Figura 4.6 - Pacotes e demais componentes presente no projeto.....	34
Figura 4.7 - Pacote de tabelas criadas no banco de dados.....	35
Figura 4.8 - Banco de dados referente ao cadastro de equipamentos.....	36
Figura 4.9 - Dados da tabela norma_tomadas referentes à NBR 5410.....	36
Figura 4.10- Tabela do banco de dados para os condutores.....	37
Figura 4.11- Fatores de correção aplicados aos condutores.....	37
Figura 4.12 - Dados referente ao login, inseridos no banco de dados.....	38
Figura 4.13 – Interface gráfica de acesso ao sistema.....	40
Figura 4.14 – Interface gráfica apresentando a opção de cadastramento.....	41
Figura 4.15 – Tela de cadastramento de equipamentos.....	42
Figura 4.16 – Interface gráfica principal de operação do <i>software</i>	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Previsão de carga para iluminação.....	18
Tabela 3.2 - Determinação de quantidade de tomadas de uso geral.....	19
Tabela 3.3 - Previsão de carga para tomadas de uso geral.....	20
Tabela 3.4 - Número de condutores carregados, em função do tipo de circuito.....	22
Tabela 3.5 - Capacidade de condução de corrente para o fio condutor.....	23
Tabela 3.6 - Fatores de correção aplicáveis a condutores.....	24
Tabela 4.1 - Requisitos funcionais e sua descrição.....	29
Tabela 4.2 - Requisitos não funcionais com suas descrições.....	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação brasileira de normas técnicas
API	Interface de Programação de Aplicativos
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
POO	Programação Orientada a Objeto
RUP	Processo Unificado da Rational
TUG	Tomada de Uso Geral
TUE	Tomada de Uso Específico

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolos adotados nos equacionamentos

Símbolo	Descrição	Unidade
I_{COR}	Corrente corrigida	A
I_{TAB}	Corrente tabela	A
F_C	Fator de correção	Adimensional
V	Tensão	V
I	Corrente	A
P	Potência ativa	W
S	Potência aparente	VA
FP	Fator de potência	Adimensional

Unidades e suas descrições

Unidade	Descrição
A	Ampère
V	Volt
VA	Volt-Ampère
W	Watt

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS	16
1.1.1 <i>Objetivo geral</i>	16
1.1.2 <i>Objetivos específicos</i>	16
2 JUSTIFICATIVA	17
3 NBR 5410.....	18
3.1 DISPOSIÇÕES INICIAIS.....	18
3.2 ILUMINAÇÃO	18
3.3 TOMADAS DE USO GERAL E ESPECÍFICO	19
3.4 DIVISÕES DE CIRCUITOS.....	22
3.5 POTÊNCIA INSTALADA	22
3.6 CONDUTORES.....	23
3.7 DISJUNTORES	25
4 DESENVOLVIMENTO DO <i>SOFTWARE</i>	27
5 ESTUDO DE CASO	46
6 CONCLUSÃO.....	51
REFERÊNCIAS.....	52

1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica, de importância imensurável, é caracterizada como elemento essencial para a humanidade, e quando utilizada de maneira adequada é uma garantia de segurança e bem estar (GOMES; VIEIRA, 2009). Aparelhos eletrônicos, iluminação e internet são alguns exemplos de inovações tecnológicas que revolucionaram o modo de viver e dependem da energia elétrica para funcionar (SÁNCHEZ; PAULA, 2010). Para cada uma destas aplicações citadas acima, é essencial que seja realizado um estudo por profissionais qualificados, onde será feita a análise da aplicação e assim desenvolver um projeto de instalações elétricas para sua utilização.

Estas atividades, quando executadas em obediência às normas vigentes, proporcionam diminuição das perdas de energia, maior eficiência, além de garantir a comodidade, segurança e confiabilidade no sistema, proporcionando conforto aos indivíduos da residência. Para isto, é considerada a NBR 5410, norma que tem como objetivo possibilitar aos profissionais qualificados realizar projetos de instalações elétricas de maneira adequada, impondo normas e padronizações sobre cada conteúdo pertinente em projetos de baixa tensão.

Os projetos de baixa tensão apresentam detalhadamente os elementos fundamentais para uma instalação, como: tipo de fornecimento, localização dos componentes, dimensionamento de condutores e eletrodutos, dispositivos de proteção, divisão de circuitos, demanda, entre outros. Em suma, devem então contemplar, obrigatoriamente, todas as informações relevantes para instalações elétricas (CREDER, 2007).

Nestes projetos, os profissionais qualificados seguem diversas etapas para uma elaboração adequada. Entre elas destaca-se a previsão de carga, na qual é feito uso das dimensões dos compartimentos, juntamente com as condições apresentadas na NBR 5410, determinando então a quantidade de tomadas e lâmpadas, juntamente com as potências equivalentes, considerando para cada um dos cômodos presente na residência. Além da previsão da carga, é feita a divisão dos circuitos, considerando assim como anteriormente a norma regulamentadora, onde serão determinados quantos circuitos estarão presentes na instalação, assim

como sua aplicação, seja para iluminação ou para alimentação de equipamentos da residência. Com estes dados, torna-se possível determinar a potência instalada na residência, que se trata do somatório das potências nominais de todos os aparelhos.

Em seguida, pode ser determinado o dimensionamento de condutores, onde será calculada a área da seção transversal do cabo para cada um dos circuitos anteriormente definidos. Feito isto, é então possível determinar quais os dispositivos de proteção para cada um dos circuitos, garantindo a proteção contra possíveis danos causados por curtos-circuitos e sobrecargas. Além destas informações, é importante que o projeto contenha plantas, diagramas unifilares, memorial descritivo, memorial de cálculo e lista de materiais, possibilitando uma visão ampla do que será executado, diminuindo a possibilidade de eventuais erros.

É relevante que o profissional leve em consideração que não existe uma ordem pré-definida para realização das etapas em um projeto de instalações elétricas. Porém, para realização da maioria das atividades, percebe-se que há uma conexão entre as atividades a serem realizadas, sendo dependentes entre si.

Portanto, visto a série de informações científicas e normas que devem ser consideradas no desenvolvimento destas atividades, surgiu a necessidade de desenvolver um *software* que realize cálculos e maneje os diversos parâmetros importantes presentes em uma instalação elétrica, considerando a norma NBR 5410, adotando a tecnologia como ferramenta facilitadora para o profissional da área.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Desenvolver um *software* como meio facilitador para cálculos e obtenção de informações pertinentes em um projeto de instalações elétricas residenciais.

1.1.2 Objetivos específicos

- I. Realizar o levantamento dos requisitos funcionais e não funcionais que devem estar presentes no *software*;
- II. Criar um banco de dados para análise e manejo dos dados;
- III. Aplicar metodologias de Engenharia de *Software*;
- IV. Possibilitar a obtenção de dados atendendo o cumprimento da NBR 5410;
- V. Gerar relatório contendo dados pertinentes para um projeto de instalações elétricas residenciais.

2 JUSTIFICATIVA

Em um projeto de instalações elétricas de baixa tensão, os profissionais da área lidam com diversas informações apresentadas pela NBR 5410, além de realizar cálculos diversos para todas as etapas do projeto, tornando-o laborioso e, conseqüentemente, levando a um tempo maior para sua finalização e ao encarecimento do mesmo.

Visto a quantidade de informações com que os profissionais lidam, e abundância de cálculos para as etapas do projeto, surgiu a possibilidade de desenvolver um *software* que pudesse trabalhar com os diversos parâmetros presentes em um projeto de instalações elétricas, tornando assim uma ferramenta facilitadora para auxiliar aos profissionais especializados.

A produção de um *software* que proporcione ao profissional trabalhar com facilidade, confiabilidade e eficiência, permite ao profissional obter dados rapidamente através de relatórios. A utilização deste *software* acarretará na diminuição de erros causados por excesso de dados utilizados, ou até mesmo pela quantidade de cálculos a serem realizados, além de garantir a praticidade de estar fazendo jus à NBR 5410.

Portanto, a produção deste trabalho busca incrementar o uso de tecnologias de desenvolvimento para criação de um *software* que torne ágil e menos laborioso a realização de um projeto de instalações elétricas de baixa tensão, possibilitando aos profissionais especializados gerar um relatório contendo diversas informações sobre iluminação, quantidade de tomadas de uso geral e específico, previsão de carga, potência instalada, divisão de circuitos, dimensionamento de disjuntores e demais informações essenciais em um projeto de instalações elétricas residenciais.

3 NBR 5410

3.1 DISPOSIÇÕES INICIAIS

A associação brasileira de normas técnicas (ABNT) é um órgão sem fins lucrativos, responsável pela normalização técnica no Brasil. Entre as normas produzidas, há a NBR 5410, desenvolvida no comitê brasileiro de eletricidade, onde foi formada uma comissão constituída por indivíduos especialistas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

A NBR 5410 tem como principal objetivo impor as condições capazes de atender às necessidades presentes em instalações elétricas de baixa tensão, visando à integridade de pessoas e bens presentes naquele ambiente. Esta norma vem como um guia de padronização, possibilitando aos profissionais desenvolver diversas atividades voltadas a instalações elétricas de baixa tensão (COTRIM, 2008).

A mesma pode ser aplicada em instalações elétricas de edificações, até mesmo em áreas descobertas, canteiros de obras, etc. Porém, esta norma só se aplica a circuitos elétricos de onda senoidal com tensão eficaz igual ou menor que 1000 V, já para circuitos de corrente contínua, estas tensões não podem ultrapassar 1500 V.

Em instalações residenciais de baixa tensão, esta norma rege desde os componentes que devem estar presente na instalação com as diversas especificações, como por exemplo, a sua aplicação, localização, cores padronizadas, entre outros, a medidas de prevenção de choques elétricos e demais riscos presentes em uma instalação elétrica.

3.2 ILUMINAÇÃO

Entre os componentes anteriormente citados pode-se destacar a iluminação, elemento essencial em uma residência. A norma especifica que em qualquer dependência ou cômodo deve-se utilizar pelo menos um ponto de luz fixa no teto, admitindo-se que este ponto de luz fixa no teto seja substituído por ponto na parede em dependências como escadas, lavabos, depósitos e varandas e despensas, desde que sejam de pequenas dimensões ou em lugares em que seja laboriosa sua aplicação. Para acionamento dessas lâmpadas, faz-se necessário uso de

interruptores, possibilitando ao usuário o acionamento de acordo com suas necessidades.

Para o cálculo da previsão de carga de iluminação, é necessário fazer uso das dimensões do cômodo. Segundo a norma NBR 5410, para cada 6 m² ou inferior, deve-se utilizar uma potência de 100 VA, e para área superior aos 6 m², é necessário adicionar 60 VA para cada 4 m² inteiros. A tabela 3.1 apresenta estas condições.

Tabela 3.1 - Previsão de carga para iluminação

ILUMINAÇÃO – PREVISÃO DE CARGA	
Área	Potência
Área $\leq$ 6 m ²	100 VA
Área > 6 m ²	100 VA + 60 VA (4 m ² adicionais)

Fonte: Adaptado de NBR 5410, 2004.

Apesar de tais condições serem mencionadas na norma, é importante ter conhecimento de que estes valores não serão necessariamente os dados de potência nominal das lâmpadas, mas trata-se de um dimensionamento a ser considerado previamente para o circuito. Além destas informações, para circuitos de iluminação, a seção mínima permitida para o condutor de cobre é de 1,5 mm², e para o condutor de alumínio é 16 mm².

3.3 TOMADAS DE USO GERAL E ESPECÍFICO

Outro componente importante em um projeto de instalações elétricas, são as tomadas, responsáveis por energizar os equipamentos em uma residência. Para estas, a norma especifica três alturas possíveis para instalação das mesmas, onde temos a tomada baixa, que deve estar em uma altura de 0,30 m, tomada média, instalada na altura de 1,20 m à 1,30 m e, por fim, a tomada alta, instalada em uma altura de 2,0 m até 2,25 m. Porém, em determinadas aplicações, torna-se necessário fazer alteração de acordo com a necessidade do cliente.

As tomadas podem ser classificadas em tomadas de uso geral e tomadas de uso específico. As TUG's, são tomadas indicadas para energizar equipamentos com correntes que não ultrapassem 10 A, seja secador, televisão, carregadores de celular, notebooks ou demais equipamentos com potência moderada. Logo, para se

dimensionar a quantidade de tomadas, juntamente com suas potências, é necessário conhecer as dimensões do cômodo e em qual dependência será feito o dimensionamento, visto que a norma aplica quantidades específicas para cada compartimento.

Para áreas de serviço, cozinha, copas, copas-cozinhas, lavanderias e locais análogos, deve-se colocar, no mínimo, um ponto de tomada para cada 3,5 metros espaçados. Contudo, a norma especifica que para as bancadas com no mínimo 0,30 m de largura, faz-se necessário colocar pelo menos um ponto de tomada sobre a bancada.

Em banheiro, deve ser instalada pelo menos uma tomada de uso geral próximo ao lavatório. Já em garagens, subsolo, sótão, varandas ou sala de equipamentos, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada para cada 5 metros. E, por fim, para os demais cômodos com área menor que 6 m², deve-se implantar no mínimo um ponto de tomada. Para áreas superiores a 6 m², instala-se um ponto de tomada para cada 5 m espaçados. A tabela 3.2 apresenta estas condições resumidamente, em que é especificado como determinar a quantidade de tomadas para cada um dos compartimentos.

Tabela 3.2 - Determinação de quantidade de tomadas de uso geral

TOMADAS DE USO GERAL – PREVISÃO DE CARGA		
Área	Quantidade mínima (ponto)	Compartimento
Independe	1 (Para cada 3,5 metros espaçados)	Cozinha, copa, copa-cozinha, área de serviço e locais análogos.
Independe	1 (Para cada 5 metros espaçados)	Garagens, subsolo, sótão, varandas ou sala de equipamentos.
Área > 6 m ²	1 (Para cada 5 metros espaçados)	Demais cômodos
Área ≤ 6 m ²	1	

Fonte: Adaptado de NBR 5410, 2004.

A norma ainda afirma que para as varandas onde não há possibilidade, ou locais de difícil instalação, as tomadas podem ser instaladas em outras dependências, porém, devem ser instaladas o mais próximo possível de seu

ingresso (CREDER, 2007). Portanto, apesar da norma especificar o mínimo necessário para o projeto de instalações elétricas da residência, o profissional deve verificar possíveis necessidades de maiores quantidades de tomadas de acordo com o tipo de utilização daquele ambiente.

Além de condicionar a mínima quantidade de tomadas de uso geral em um ambiente residencial, a NBR 5410 trata também das potências atribuídas para cada uma das tomadas, considerando em quais dependências serão instaladas.

Para área de serviços, banheiros, copas, copas-cozinhas, cozinha, lavanderia e locais análogos, deve-se aplicar uma potência de 600 VA. Porém, ao ultrapassar três pontos de tomadas nestes ambientes, as demais tomadas deverão utilizar potências de 100 VA, e para os demais cômodos, deverá ser utilizada potência de, no mínimo, 100 VA por tomada (CREDER, 2007).

Na tabela 3.3, apresenta-se a previsão da potência para as tomadas de uso geral, que contém para cada um dos compartimentos, a potência a ser considerada.

Tabela 3.3 - Previsão de carga para tomadas de uso geral

TOMADAS DE USO GERAL – PREVISÃO DE CARGA	
Potência	Compartimento
600 VA (Até 3 pontos) 100 VA (Demais cômodos)	Área de serviços, banheiros, copas, copas-cozinhas, cozinha, lavanderia e locais análogos.
100 VA	Demais dependências

Fonte: Adaptado de NBR 5410, 2004.

Além dos pontos de tomadas de uso geral, existem também as tomadas de uso específico, que são utilizadas para energizar equipamentos com corrente nominal superior a 10 A, como por exemplo: ar condicionado, chuveiro elétrico, torneira elétrica, etc. Para estas tomadas, deve-se considerar a potência nominal do equipamento que será utilizado. Caso não se tenha conhecimento sobre a potência deste equipamento, é aconselhado considerar o equipamento de maior potência que venha a ser instalado no local, ou calcular a potência considerando a corrente do projeto e a tensão sobre aquele determinado circuito.

3.4 DIVISÕES DE CIRCUITOS

Em uma instalação elétrica residencial, após determinar as potências e número de tomadas e iluminação, é necessário determinar quantos circuitos devem estar presentes na instalação, realizando adequadamente a divisão de circuitos. Um circuito pode ser definido como um grupo de cargas consumidoras, em que são conectadas aos mesmos condutores, e ao mesmo dispositivo de proteção.

A norma trata que podem ser projetadas quantos circuitos forem necessários, desde que haja garantia de segurança, impedindo que outras áreas fiquem inutilizáveis caso algum dos circuitos venham a falhar, e que ocorra garantia de conservação de energia, possibilitando o acionamento de acordo com a necessidade do usuário, seja ela para iluminação, climatização ou demais meios presentes. Por fim, visando uma garantia de produção e manutenção, visto que em eventuais problemas, é feito o isolamento daquele determinado circuito, possibilitando o funcionamento dos demais e desenergizar para possíveis manutenções.

A norma estabelece que para os equipamentos com potência igual ou superior a 1500 VA, deve-se ter um circuito autônomo para o mesmo. Já para as tomadas de usos geral, a norma especifica que para áreas de serviço, cozinhas, copas-cozinhas, copas, lavanderias e locais análogos, é necessário conter circuitos independentes (CREDER, 2007).

Para os demais cômodos, a norma possibilita a utilização de tomada e iluminação para o mesmo circuito, desde que a corrente deste circuito não seja superior a 16 A, e nem somente seja um único circuito para todas as tomadas e iluminação dos demais cômodos.

3.5 POTÊNCIA INSTALADA

É o somatório das potências nominais de equipamentos elétricos instalados na residência, com possibilidade de funcionamento (COTRIM, 2009). A norma afirma que deve-se admitir, para as potências de iluminação, um fator de potência (FP) unitário, enquanto para tomadas de uso geral é aceitável considerar um fator de potência de 0,8. Para as tomadas de uso específico, para equipamentos resistivos,

utiliza-se FP unitário. Para os demais equipamentos indutivos é preciso considerar o FP disponibilizado pelo fabricante.

3.6 CONDUTORES

Usualmente utilizam-se dois metais designados para a fabricação dos condutores elétricos, sendo eles o cobre e o alumínio. Os de cobre são os mais vendidos no mercado, destinados a instalações elétricas residenciais. Já o alumínio, apesar de ser possível sua aplicação, torna-se dificultoso visto que a NBR 5410 só permite a sua utilização para condutores com seção igual ou superior a 16mm² (MAMEDE, 2012).

Uma instalação elétrica contém diversos componentes com suas responsabilidades funcionais, assim como diversos circuitos de iluminação, tomadas de uso geral e específico. Estes circuitos apresentam variações de corrente, visto as cargas associadas ao mesmo, logo, pode-se destacar os condutores que são responsáveis pelo transporte a corrente elétrica na instalação.

Para dimensionamento da seção do condutor para um determinado circuito, a norma especifica a seção mínima para cada uma das aplicações. Para a iluminação, é apresentada uma seção mínima de 1,5 mm², e para circuitos de força utiliza-se uma seção mínima de 2,5 mm².

Outro fator a ser considerado ao realizar o dimensionamento é a quantidade ideal de cabos carregados no circuito. A tabela 3.4 apresenta os esquemas dos condutores vivos do circuito, com o respectivo número de condutores carregados a ser adotado.

Tabela 3.4 - Número de condutores carregados, em função do tipo de circuito

Esquema de condutores vivos do circuito	Número de condutores carregados a ser adotado
Monofásico a dois condutores	2
Monofásico a três condutores	2
Duas fases sem neutro	2
Duas fases com neutro	3
Trifásico sem neutro	3

Fonte: NBR 5410, 2004.

Para as instalações elétricas residenciais, o cabo com isolamento em PVC, com condutor de cobre, é utilizado com maior frequência. Logo, conhecendo o método de referência e a quantidade de condutores carregados, é necessário realizar a busca na tabela 3.5, disponibilizada pela NBR 5410, a procura de um valor de corrente igual ou superior à corrente do circuito projetado.

Tabela 3.5 - Capacidade de condução de corrente para o fio condutor

Seções nominais mm²	Métodos de referência			
	B1		B2	
	Número de condutores carregados			
	2	3	2	3
Cobre				
0.5	9	8	9	8
0.75	11	10	11	10
1	14	12	13	12
1.5	17.5	15.5	16,5	15
2.5	24	21	23	20
4	32	28	30	27
6	41	36	38	34
10	57	50	52	46
16	76	68	69	62
25	101	89	90	80
35	125	110	111	99

Fonte: NBR 5410, 2004.

Por fim, é necessário levar em consideração a quantidade de circuitos que passarão pelo mesmo eletroduto, obtendo assim através da tabela 3.6, o valor do fator de correção, que será multiplicado pela corrente encontrada na tabela 3.5, obtendo assim a corrente de condução corrigida para o circuito.

Tabela 3.6 - Fatores de correção aplicáveis a condutores

Ref	Forma de agrupamento de condutores	Número de circuitos ou de cabos multipolares								Tabelas dos métodos de referência
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	36 a 39 (métodos A a F)
2	Camada única sobre parede, piso, ou em bandeja não perfurada ou prateleira	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	36 e 37 (método C)
3	Camada única no teto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	
4	Camada única em bandeja perfurada	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	38 e 39 (métodos E e F)
5	Camada única sobre leito, suporte etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	

Fonte: NBR 5410, 2004.

A equação 3.1 apresenta o cálculo citado anteriormente, onde temos corrente corrigida (I_{COR}), dado pelo produto da corrente tabelada (I_{TAB}) e o fator de correção (F_C).

$$I_{COR} = I_{TAB} \cdot F_C \quad (3.1)$$

3.7 DISJUNTORES

O disjuntor é um dispositivo eletromecânico, que opera como um interruptor automático, com a finalidade de proteger um determinado circuito contra possíveis danos causados por curtos-circuitos e sobrecargas elétricas.

Para determinar o disjuntor para um determinado circuito, faz-se necessário conhecer a potência total dos equipamentos, bem como a tensão a ser utilizada. Alguns equipamentos específicos apresentam a corrente nominal, outros disponibilizam somente a potência do aparelho. Nestes casos, é preciso utilizar a equação 3.2, onde a corrente é dada pela razão entre a potência e a tensão utilizada.

$$I = \frac{P}{V} \quad (3.2)$$

A norma afirma que para tomadas de uso geral, a corrente do circuito não pode ultrapassar 20 A, sendo necessário dividir em demais circuitos em caso de exceder este valor.

Além disso, é geralmente necessário multiplicar a corrente obtida pela equação 3.2, aplicando um fator de tolerância que pode variar de 15 a 30%, salvo casos em que se tenham circuitos com tomadas de uso específico. Portanto, os disjuntores são escolhidos com base na corrente anteriormente citada.

4 DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE

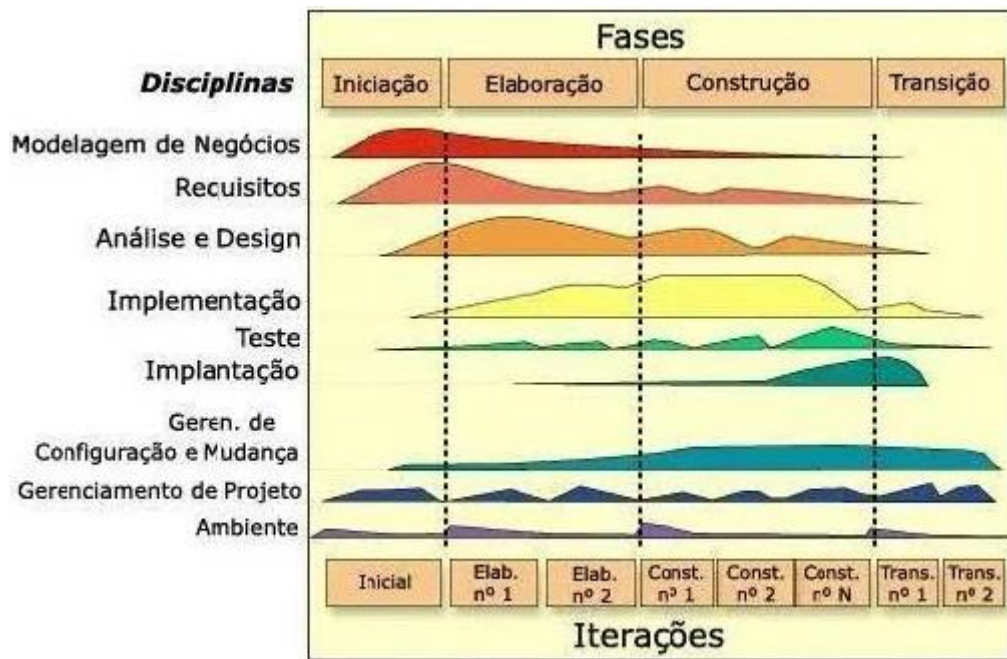
Para o desenvolvimento de um *software*, é necessário utilizar processos que venham tornar a sua produção confiável e menos suscetíveis a erros, visto a quantidade de informações consideradas no decorrer da produção do mesmo. Para sua criação, inicialmente foi adotado o Processo Unificado da Rational (RUP), o qual trata-se de um processo de engenharia de *software*, desenvolvida pela Rational Software Corporation, que tem como finalidade proporcionar uma garantia de desenvolvimento do sistema com qualidade, que possa atender as necessidades estabelecidas. O RUP utiliza a abordagem da orientação a objetos, e emprega a notação UML para produção da documentação do *software*.

O RUP atua organizando o desenvolvimento do *software* através da aplicação de fases a serem seguidas, sendo elas: fase de iniciação ou concepção, fase de elaboração, fase de construção e por fim, a fase de transição. Estas fases contém disciplinas que atuam aplicando varias atividades, sendo elas as disciplinas de modelagem de negócios, requisitos, análise e projeto, implementação, teste e implantação.

Além das disciplinas supracitadas, existem disciplinas de apoio que atuam remodelando e complementando informações, como por exemplo a disciplina de configuração e gerência de mudança, que opera analisando possíveis mudanças e controle de versões do *software*.

Portanto, no decorrer destas fases acontece o tratamento de diversas informações importantes no desenvolvimento do *software*, desde levantamento de requisitos à implantação e instalação do sistema final. A figura 4.1 explana a relação das disciplinas com as fases, bem como identifica a atuação destas disciplinas no decorrer das fases de iniciação, elaboração, construção e transição.

Figura 4.1 - Ilustração da relação: Fases vs Disciplinas



Fonte: RATIONAL, 2001.

Na fase concepção, foi feita a análise e a identificação do problema, e sequencialmente a identificação das necessidades para solução do mesmo, determinando assim quais os requisitos funcionais do sistema. Os requisitos definem as funções que devem estar presente no *software*, e podem ser cálculos, processamento de dados, modelagem de dados e demais detalhes técnicos.

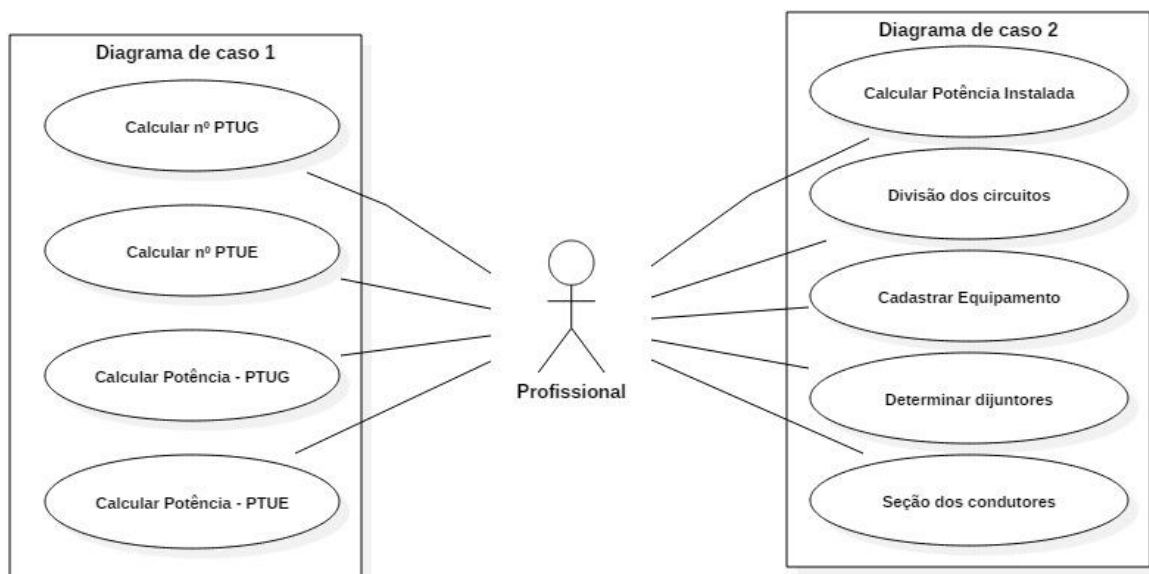
Os requisitos são divididos em dois tipos: os funcionais, que apresentam as funcionalidades determinadas pelo usuário para solução do seu problema, e os não-funcionais, que não possuem relação propriamente dita com as funcionalidades do sistema, porém são de grande importância para um sistema de qualidade (SOMMERVILLE, 2011).

Para facilitar a obtenção destes requisitos, utiliza-se uma ferramenta denominada de diagramas de caso de uso, que consiste em apresentar graficamente uma representação das interações e funções do sistema (GUEDES, 2011).

O diagrama possui representações para atores, casos de uso e a relação entre os elementos, sendo este último uma simples associação ou uma generalização entre os elementos do diagrama.

A figura 4.2 apresenta os diagramas de uso obtido para o *programa* proposto, apresentando cada uma das interações para as diversas funcionalidades que deverão estar presente no *software*.

Figura 4.2 - Diagrama de caso de uso



Fonte: Autor, 2018.

Posteriormente, foi iniciada a fase de elaboração, que trata da modelagem do sistema, onde é realizada a busca por possíveis erros tomados na fase anterior, solucionando os mesmos, garantindo que os requisitos antes apresentados atuem resolvendo o problema para qual o *software* foi desenvolvido.

Após esta análise, os requisitos funcionais foram definidos, e listados resumidamente na tabela 4.1, onde se apresenta as especificações para cada um, possibilitando uma melhor compreensão da sua função.

Tabela 4.1 - Requisitos funcionais e sua descrição

REQUISITOS	DESCRIÇÃO
Calcular quantidade de pontos de tomadas de uso geral, e suas respectivas potências.	Determina a quantidade de PTUG's e potência, de acordo com as normas especificadas pela NBR 5410, considerando as dimensões e dependência.
Calcular quantidade de pontos de tomadas de uso específico, e suas respectivas potências.	Determina a quantidade de PTUE's de acordo com as normas especificadas pela NBR 5410, considerando o uso de equipamentos específicos. E a potência depende exclusivamente da potência determinada pelo fabricante.
Cadastrar equipamentos para TUE	Possibilita ao usuário cadastrar equipamentos para as TUE's, podendo adicionar potência e FP imposta pelo fabricante do aparelho.
Calcular potência Instalada	Calcula a potência instalada com base no somatório das potências de iluminação e das tomadas de uso geral e específico, considerando para iluminação FP unitário, e para tomadas um FP de 0,8.
Divisão de circuitos	Realiza a divisão dos circuitos de acordo com as condições impostas pela NBR 5410, porém o <i>software</i> irá apresentar apenas uma possibilidade de divisão, visto a quantidade de divisões possíveis.
Determinar seção dos condutores	Determina a seção dos condutores considerando a NBR 5410, através das tabelas, considerando a instalação em alvenaria, e sistema monofásico.
Determinar disjuntores	Possibilita determinar os disjuntores com base na corrente de cada circuito, considerando um fator de tolerância.
Gerar relatório	Permite ao usuário gerar um relatório contendo todas as informações anteriormente citada, onde apresenta a análise detalhada para melhor entendimento do profissional.

Fonte: Autor, 2018.

A tabela 4.2 apresenta os requisitos não-funcionais do sistema, juntamente com o resumo de suas especificações. Apesar de não apresentar as funções do sistema diretamente, os requisitos não-funcionais são essenciais para uma *software* confiável, seguro e versátil.

Tabela 4.2 - Requisitos não funcionais com suas descrições

Requisitos não funcionais	Descrição
Usabilidade	Um <i>software</i> de fácil utilização, sem necessidade de aplicar cursos para usuários.
Paradigma de programação	Utiliza-se do paradigma orientado a objeto, visto a complexidade e quantidade de código a ser desenvolvido, utilizar POO facilita a compreensão e resolução dos problemas.
Confiabilidade e segurança	O <i>software</i> deve ser tolerante a falhas, e garantir a integridade dos dados a ser obtido.
Desempenho	Para um bom funcionamento, é interessante que o <i>software</i> apresente bom desempenho na sua operação, logo, deve-se ter um <i>software</i> eficiente.
Relatório de fácil compreensão	O relatório a ser gerado, deve apresentar informações de fácil compreensão, possibilitando ao profissional conhecer da melhor maneira os dados do projeto.

Fonte: Autor, 2018.

No decorrer das duas fases iniciais, fez-se necessário determinar diversos fatores importantes no desenvolvimento do *software*. Entre elas pode-se destacar a linguagem e as ferramentas utilizadas para a construção do sistema.

Para o desenvolvimento, utilizou-se a programação orientada a objeto (POO), por se tratar de um padrão de desenvolvimento que atua permitindo a interação entre ambas as partes do sistema.

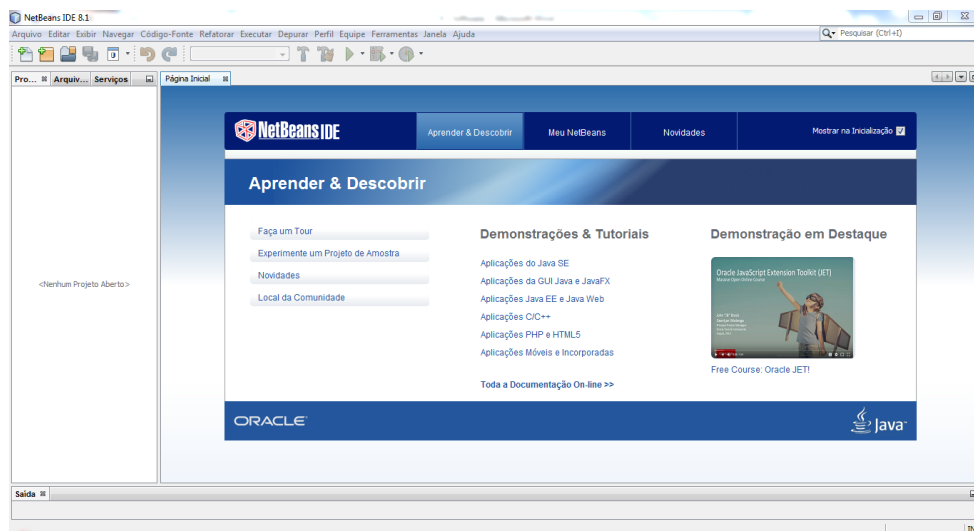
A intenção do paradigma orientado a objeto é apresentar a realidade do mundo real para um sistema computacional, onde um objeto pode ser caracterizado por atributos, responsáveis por apresentar as propriedades do objeto, e por métodos, que expressam as ações que o objeto pode realizar. As classes exibem todas as informações referentes ao objeto, nela estão atributos, métodos e o controle de acesso entre si (DEITEL, 2010).

A linguagem de programação JAVA foi escolhida, por ser considerada por muitos, como um tipo de plataforma de desenvolvimento, visto que é possível desenvolver aplicações para *desktop*, celular, web, e etc. Além disto, JAVA está entre as linguagens mais utilizadas no mundo, possuindo grande quantidade de

material disponível, e suporte ativo para eventuais problemas, além de fornecer implementações dos conceitos orientados a objetos (BARNES E KÖLLING,2004).

Outro fator a ser considerado é o ambiente de desenvolvimento integrado a ser utilizado, onde para ocasião utilizou-se a IDE Netbens por ser uma ferramenta que possibilita aos programadores escrever, compilar, debugar e demais funcionalidades, de maneira rápida e eficaz. A interface desta IDE é apresentada na figura 4.3 (DEITEL, 2010).

Figura 4.3 - Interface da IDE Netbens 8.1



Fonte: Autor, 2018.

Para criação e análise dos dados, utilizou-se um sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD), denominado SQLite. Sua escolha se dá por ser leve e ágil, bastante parecido com Mysql, além de ser sistema livre. A figura 4.4 apresenta a interface do sistema de banco de dados SQLite (DEV MEDIA, 2007).

Figura 4.4 – Interface do sistema de banco de dados SQLite

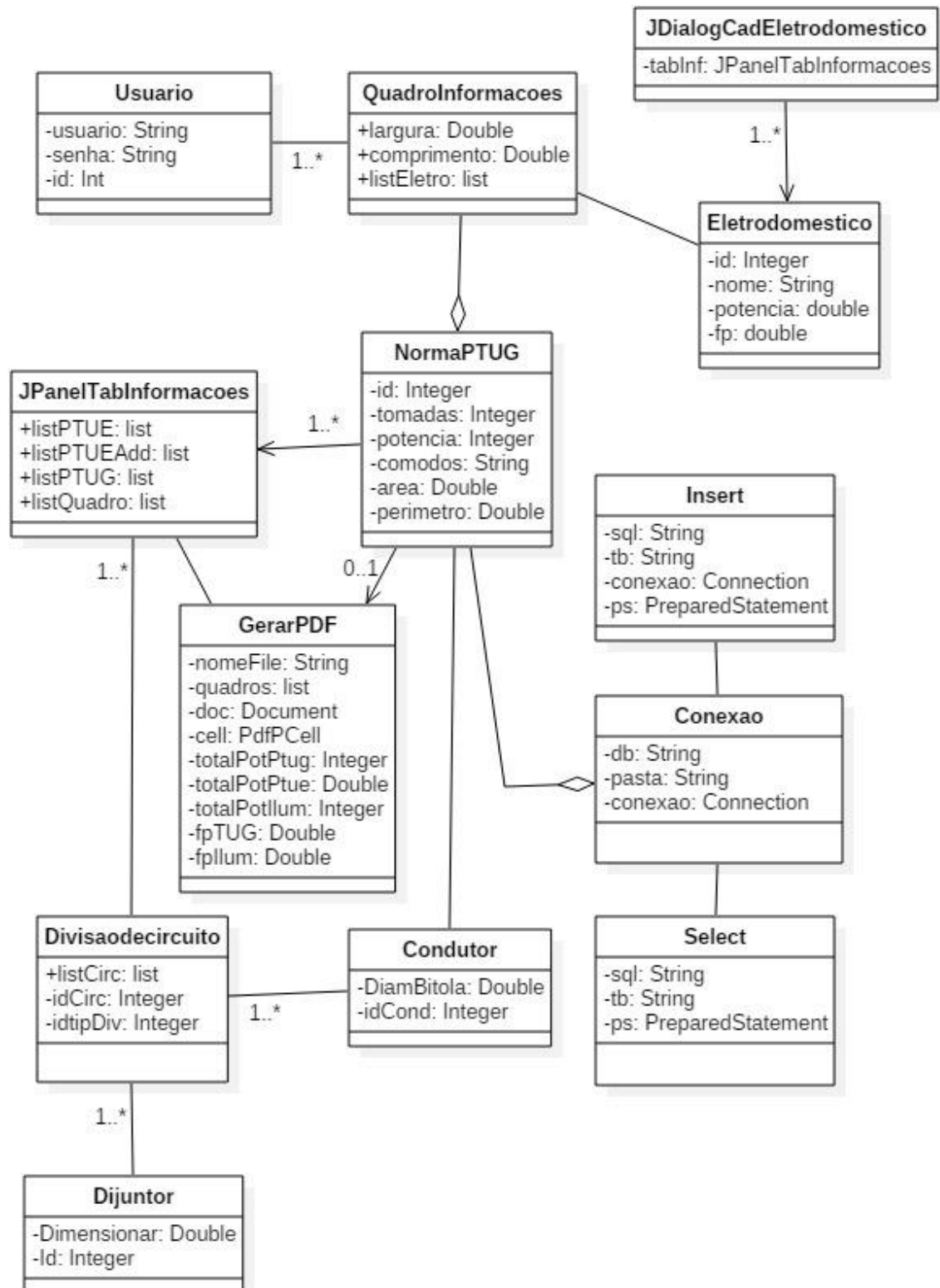
The screenshot shows the SQLiteStudio 3.1.1 interface. On the left, a tree view displays the database structure, including tables like 'tb_eletrrodomesticos', 'tb_norma_tomadas', and 'tb_usuarios'. The 'tb_norma_tomadas' table is selected. The main area shows the 'Grid view' of this table, displaying 19 rows of data. The columns are: id, comodoss, num_tomadas, area, perimetro, and potencia_buz. The data includes various rooms and their associated metrics.

	id	comodoss	num_tomadas	area	perimetro	potencia_buz
1	1	Cozinha	1	0	3.5	600
2	2	Varanda	1	0	0	100
3	3	Suite	1	0	5	100
4	4	Sótão	1	0	0	100
5	5	Sala de Jantar	1	0	5	100
6	6	Sala Intima	1	0	5	100
7	7	Sala de Estar	1	0	5	100
8	8	Sacada	1	0	0	100
9	9	Lavadeira	1	0	3.5	600
10	10	Hall	1	0	0	100
11	11	Garagem	1	0	0	100
12	12	Dormitório	1	0	5	100
13	13	Copa	1	0	3.5	600
14	14	Cômodo Especifico	1	0	0	100
15	15	Closet	1	0	0	100
16	16	Circulação	1	0	0	100
17	17	Banheiro	1	0	0	600
18	18	Área de Serviço	1	0	3.5	600
19	19	Copa-Cozinha	1	0	3.5	600

Fonte: Autor, 2018.

Após determinar as ferramentas para criação do sistema computacional, foi desenvolvido um diagrama de classes, que descreve a estrutura de um sistema, exibindo suas classes, atributos, operações e relacionamento entre as classes. Este diagrama é criado a partir dos requisitos do sistema anteriormente definidos, onde uma classe é representada por um retângulo dividido em partes, contendo o nome da classe, atributos e no final, os métodos. Além disto, é possível identificar no diagrama de classe os níveis de visibilidade, possibilitando ter um melhor controle sobre o acesso das classes aos códigos. A figura 4.5 apresenta os diagramas de classes definidos para este *software*, desenvolvido através do *software* StarUML.

Figura 4.5 – Diagrama de classe do software

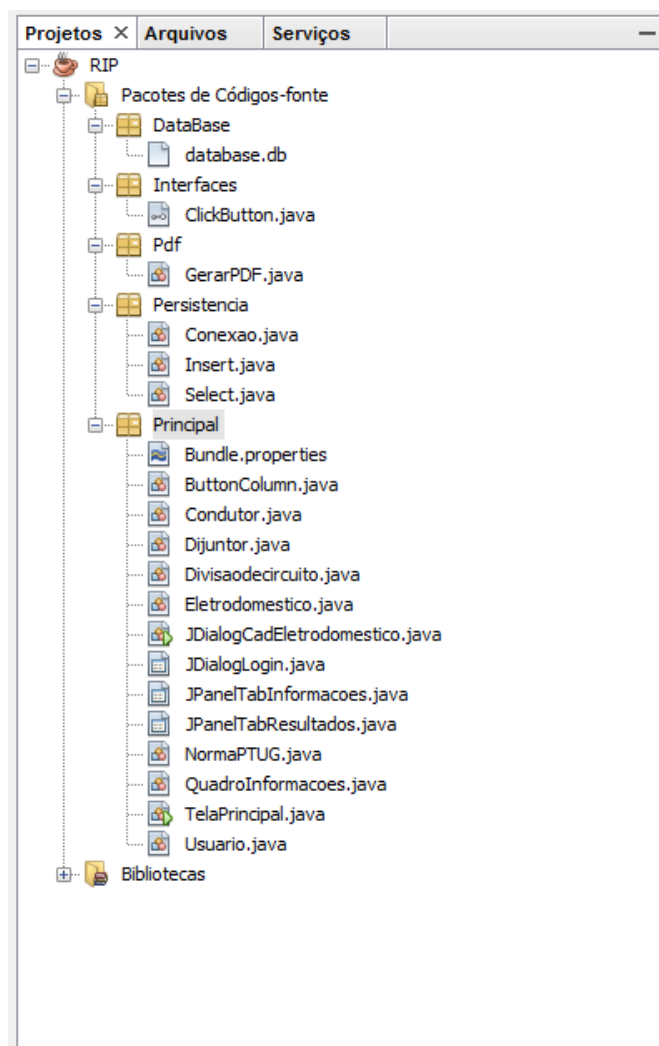


Fonte: Autor, 2018.

Posteriormente, finalizadas as fases de iniciação e elaboração determinadas pelo RUP, foi dado início a fase de construção do *software*, onde se trata da criação dos diversos componentes, e demais recursos do sistema, ou seja, o desenvolvimento propriamente dito da aplicação, utilizando as informações obtidas no diagrama de caso de uso, diagrama de classe e diagramas de componentes.

Nesta fase, foi inicialmente criado um novo projeto denominado de Rip, em seguida para melhor organização das classes, foi criado pacotes de códigos-fontes contendo as classes que foram definidas pelo diagrama de classes, e adaptações para facilitar o desenvolvimento do programa. A figura 4.6 apresenta todos os pacotes de códigos-fontes com arquivos e classes, presente no programa.

Figura 4.6 – Pacotes e demais componentes presente no projeto

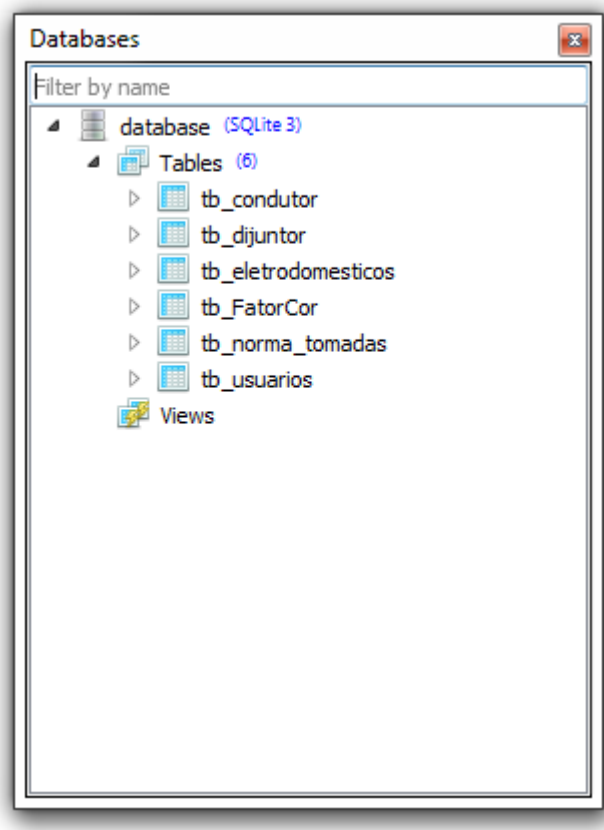


Fonte: Autor, 2018.

O primeiro pacote apresentado na figura 4.6, trata do pacote DataBase, onde encontra-se um arquivo denominado database.db, que apresenta um banco de dados interno, atuando com o propósito de manter sempre disponível na aplicação para utilização dos dados, sem que haja a necessidade do usuário instalar uma aplicação de banco de dados para execução do sistema.

Ao executar o programa, um novo arquivo de banco de dados é criado, atuando até mesmo como garantia caso o arquivo anteriormente instalado seja deletado. Logo, a figura 4.7 apresenta o conjunto de tabelas criadas no banco de dados para suprir a necessidade do sistema.

Figura 4.7 – Pacote de tabelas criadas no banco de dados



Fonte: Autor, 2018.

Este banco de dados apresenta uma tabela contendo a estrutura para receber dados no momento em que o usuário realize o cadastro de eletrodoméstico, como apresentada na figura 4.8.

Figura 4.8 – Banco de dados referente ao cadastro de equipamentos

SQL Studio 3.1.1 - [tb_eletrodomesticos (database)]

Database Structure View Tools Help

Grid view Form view

Filter data Total rows loaded: 1

id	nome	potencia	fp
1	Chuveiro Elétrico	2400	1

tb_FatorCor (database) SQL editor 1 New table 1 (database) tb_condutor (database) tb_dijuntor (database) tb_eletrodomesticos (database) tb_norma_tomadas (database) tb_usuarios (database)

Fonte: Autor, 2018.

Além destes dados, o banco de dados apresenta uma tabela com informações sobre cômodos, número de tomadas e a potência para tomadas de uso geral, considerando a área e o perímetro para aplicação da norma NBR 5410, instituindo condições para cada um dos cômodos, como pode ser visualizado na figura 4.9.

Figura 4.9 – Dados da tabela norma_tomadas referentes à NBR 5410

SQL Studio 3.1.1 - [tb_norma_tomadas (database)]

Database Structure View Tools Help

Grid view Form view

Filter data Total rows loaded: 19

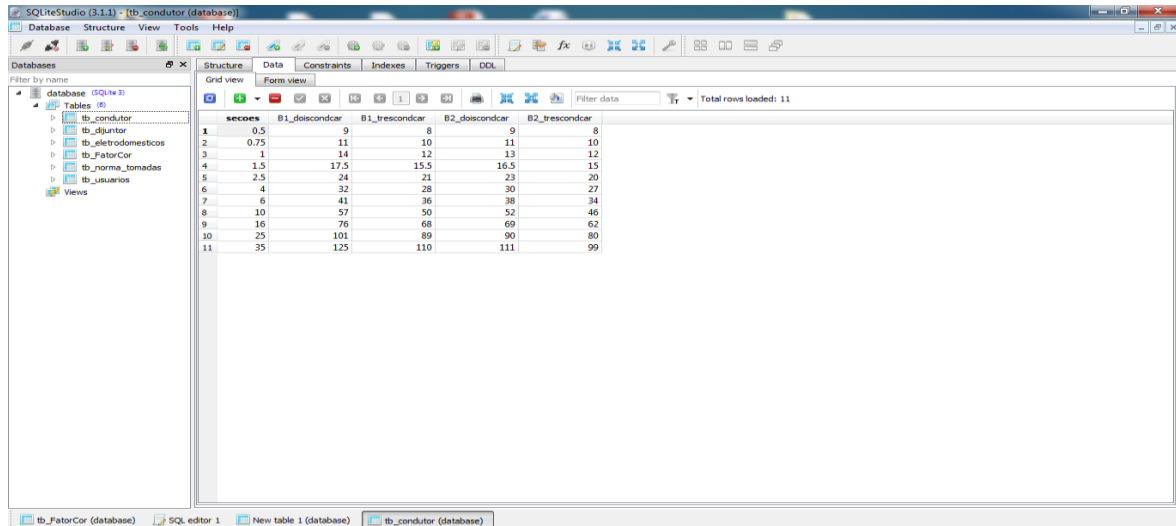
id	comodo	num_tomadas	area	perimetro	potencia_lug
1	1 Cozinha	1	0	3,5	600
2	2 Varanda	1	0	0	100
3	3 Suíte	1	0	5	100
4	4 Sótão	1	0	0	100
5	5 Sala de Jantar	1	0	5	100
6	6 Sala Intima	1	0	5	100
7	7 Sala de Estar	1	0	5	100
8	8 Sacada	1	0	0	100
9	9 Lavadeira	1	0	3,5	600
10	10 Hall	1	0	0	100
11	11 Garagem	1	0	0	100
12	12 Dormitório	1	0	5	100
13	13 Copa	1	0	3,5	600
14	14 Cômodo Especifico	1	0	0	100
15	15 Closet	1	0	0	100
16	16 Circulação	1	0	0	100
17	17 Banheiro	1	0	0	600
18	18 Área de Serviço	1	0	3,5	600
19	19 Copa-Cozinha	1	0	3,5	600

tb_FatorCor (database) SQL editor 1 New table 1 (database) tb_condutor (database) tb_dijuntor (database) tb_eletrodomesticos (database) tb_norma_tomadas (database)

Fonte: Autor, 2018.

Outra tabela presente no banco de dados, é a tabela referente aos condutores, com informações sobre a sua capacidade de condução de corrente dentro das especificações da NBR 5410, como apresentado na figura 4.10.

Figura 4.10- Tabela do banco de dados para os condutores



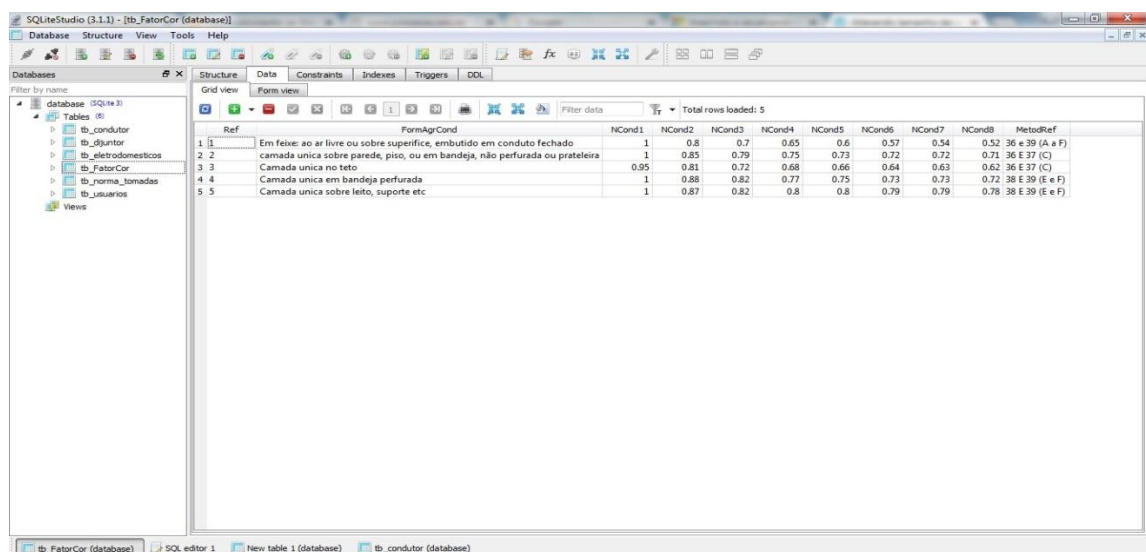
The screenshot shows the SQLiteStudio interface with the 'tb_condutor' table selected. The table contains 11 rows of data. The columns are: 'secoes', 'B1_doiscondcar', 'B1_trescondcar', 'B2_doiscondcar', and 'B2_trescondcar'.

secoes	B1_doiscondcar	B1_trescondcar	B2_doiscondcar	B2_trescondcar
1	0.5	9	8	9
2	0.75	11	10	11
3	1	14	12	13
4	1.5	17.5	15.5	16.5
5	2.5	24	21	23
6	4	32	28	30
7	6	41	36	38
8	10	57	50	52
9	16	76	68	69
10	25	101	89	90
11	35	125	110	111

Fonte: Autor, 2018.

Além da tabela anteriormente apresentada, realizou-se a construção de uma tabela referente aos fatores de correção aplicados aos condutores, como pode ser visto na figura 4.11.

Figura 4.11- Fatores de correção aplicados aos condutores



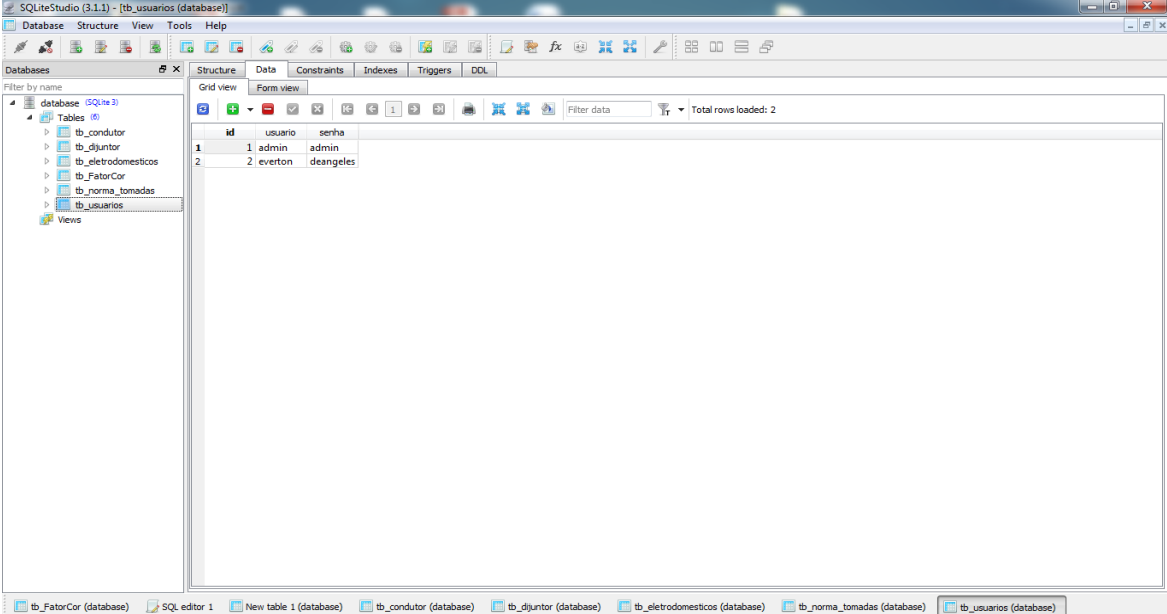
The screenshot shows the SQLiteStudio interface with the 'tb_FatorCor' table selected. The table contains 5 rows of data. The columns are: 'Ref', 'FormaGrCond', 'NCond1', 'NCond2', 'NCond3', 'NCond4', 'NCond5', 'NCond6', 'NCond7', 'NCond8', and 'MetodRef'.

Ref	FormaGrCond	NCond1	NCond2	NCond3	NCond4	NCond5	NCond6	NCond7	NCond8	MetodRef
1	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície, embutido em conduto fechado	1	0.8	0.7	0.65	0.6	0.57	0.54	0.52	36 e 39 (A e F)
2	camada unica sobre parede, piso, ou em bandeja, não perfurada ou prateleira	1	0.85	0.79	0.75	0.73	0.72	0.72	0.71	36 e 37 (C)
3	Camada unica no teto	0.95	0.81	0.72	0.68	0.66	0.64	0.63	0.62	36 e 37 (C)
4	Camada unica em bandeja perfurada	1	0.88	0.82	0.77	0.75	0.73	0.73	0.72	38 e 39 (E e F)
5	Camada unica sobre leito, suporte etc	1	0.87	0.82	0.8	0.8	0.79	0.79	0.78	38 e 39 (E e F)

Fonte: Autor, 2018.

Por fim, este banco de dados contém informações referentes a usuário e senha, cadastrados para ter acesso ao sistema. A figura 4.12 apresenta dados de um determinado usuário já cadastrado no sistema.

Figura 4.12 – Dados referente ao login, inseridos no banco de dados



id	usuario	senha
1	admin	admin
2	everton	deangeles

Fonte: Autor, 2018

O segundo pacote apresentado, denominado de Interface possui uma classe determinada como ClickButton.java, onde utilizou-se uma técnica chamada de interface, que se trata de uma classe absoluta que aplica padrões a ser utilizado, deixando seu código suscetível a mudanças sem danos maiores, tornando o *software* mais flexível.

O pacote posterior, nomeado com Pdf, possui uma classe denominada GerarPDF.java. Nesta classe utilizou-se o API itext, que possibilita criar e manusear textos com diversas fontes, tabelas e imagens. É nesta classe onde é feito a criação do relatório, com base nas informações dispostas no quadro de informações anteriormente citado. A classe determina algumas variáveis, bem como cria tabelas e aplica as informações que estarão presente no pdf.

Após o desenvolvimento do mesmo, o arquivo é salvo no local onde aplicação está, sendo um arquivo no formato PDF, onde o usuário terá acesso a diversas informações que auxiliam o profissional, facilitando sua compreensão.

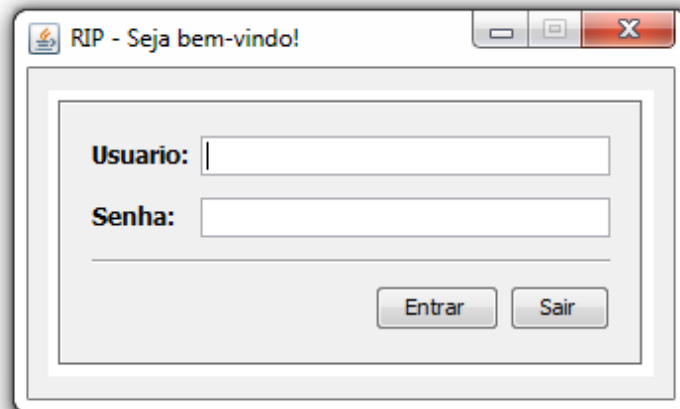
Para este pacote, conta-se com três classes de grande importância: conexão, inserção e seleção de dados. O pacote criado com título de Persistencia apresenta as classes listadas e comentadas a seguir:

- a) `Conexao.java`: realiza a interação do sistema com o banco de dados, onde foram adicionadas algumas tabelas contendo informações referentes à norma NBR 5410, para utilização posterior das demais classes. Nesta classe ocorre a declaração de algumas variáveis para facilitar a análise das informações, a criação de pasta com nome `Rip.db`, a conexão do sistema com o banco de dados através da sua URL, bem como o tratamento de possíveis exceções e erros no sistema.
- b) `Insert.java`: nesta classe ocorre o cadastramento de equipamentos ou eletrodomésticos no banco de dados, adicionando, assim, o equipamento para as tomadas de uso específico. Foram declaradas algumas variáveis, realizando o controle de erro e exceções na conexão com o banco de dados.
- c) `Select.java`: esta classe realiza a seleção das informações do banco de dados para o sistema. É nela que ocorre a seleção das informações referentes ao login do usuário, lista de cômodos e lista de eletrodomésticos. Além disso, assim como as demais classes do pacote Persistencia, ocorre o tratamento de possíveis erros e exceções na seleção.

O pacote intitulado por Principal apresenta as demais informações presentes no *software*. É um pacote de grande importância visto que contém interfaces gráficas do sistema, bem como demais informações essenciais no programa. As classes presentes neste pacote estão listadas e comentadas a seguir:

- d) `JDialogLogin.java`: nesta classe, encontra-se uma interface gráfica, desenvolvida para que o usuário possa realizar login, para posteriormente ter acesso à tela de operação principal do sistema. Caso o usuário erre seus dados, o programa emitirá uma tela contendo uma mensagem indicando que ocorreu um erro. A figura 4.13 apresenta a tela criada para o usuário realizar o login, contudo, para o profissional obter acesso, faz-se necessário utilizar usuário e senha pré-estabelecidas.

Figura 4.13 – Interface gráfica de acesso ao sistema



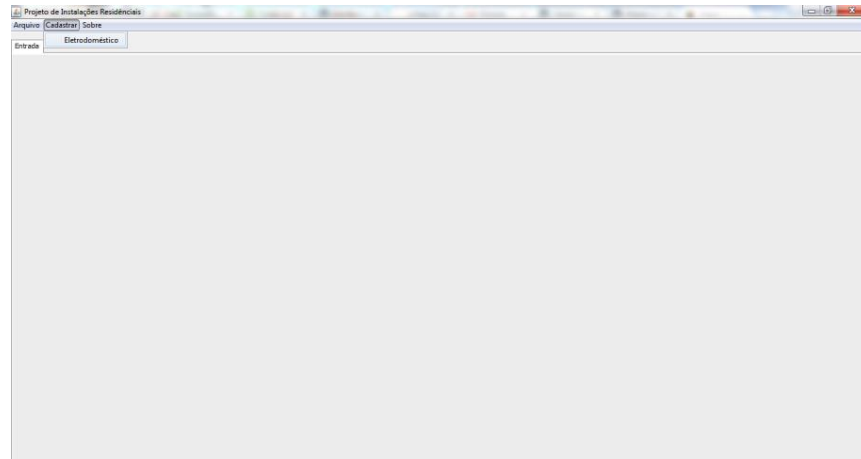
Fonte: Autor, 2018

Além da interface gráfica, a classe ainda faz uso de um recurso denominado interface, apresentado e utilizado na classe `Clickbutton.java`, aplicado para que, no momento em que o usuário clica em sair na tela login, a interface encarrega-se de comunicar às demais telas que estão em segundo plano, o fechamento completo do *software*.

e) `Usuario.java`: nesta classe foram declaradas algumas variáveis do tipo *String* referentes a usuário e senha, e utilizaram-se técnicas para gerenciar o acesso aos atributos de uma classe, aplicando os métodos *get* e *set*. Estes métodos são técnicas responsáveis pelo controle do acesso dos atributos. O método *get* permite acessar os atributos e utilizar estas informações de classes que apresenta o controle de visibilidade do tipo *private*, já o método *set* possibilita alterar os valores de um atributo da classe.

f) `TelaPrincipal.java`: criada para ser a interface gráfica base para o *software*, esta tela possui a opção de acessar a tela de cadastro de equipamentos, para uso em tomadas de uso específico. Para obter acesso, é necessário clicar em cadastrar na barra de menu superior, e selecionar a opção para qual deseja implementar, seja um eletrodoméstico ou equipamentos diversos, como exibido na figura 4.14.

Figura 4.14 – Interface gráfica apresentando a opção de cadastramento



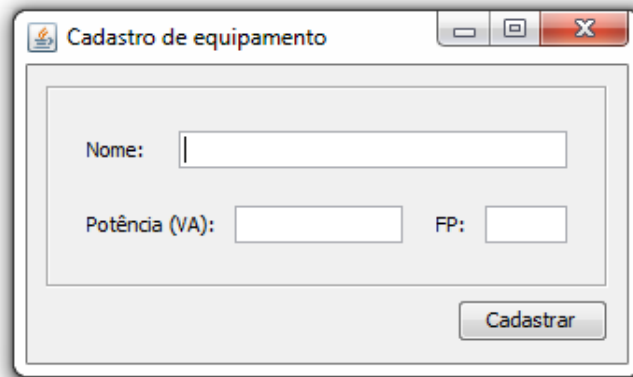
Fonte: Autor, 2018.

g) `JDialogCadEletrodomestico.java`: esta interface gráfica foi criada para possibilitar ao usuário cadastrar novos equipamentos para as tomadas de uso específico, adicionado o nome, potência (VA) e o fator de potência (FP). Estas informações são essenciais para o cálculo da potência instalada, dimensionamento de condutores, bem como para escolha do disjuntor para este circuito de tomada de uso específico.

Nesta classe utilizou-se instruções *import*, possibilitando que a mesma acesse a determinadas classes em outros pacotes. Na ocasião utilizou-se também o *import Persistence.insert*, possibilitando inserir as informações do cadastramento no banco de dados.

A figura 4.15 apresenta a interface gráfica desta classe, responsável por fazer o cadastramento dos eletrodomésticos. Além das caixas de texto preenchidas pelo usuário, é necessário finalizar o processo clicando no botão cadastrar.

Figura 4.15 – Tela de cadastramento de equipamentos



Fonte: Autor, 2018.

h) `JPanelTabInformacoes.java`: encontra-se a interface gráfica principal do sistema como apresentado na figura 4.16, contendo caixas de texto para o usuário adicionar o comprimento e largura dos compartimentos. Há ainda uma caixa de seleção contendo nomes das dependências a serem consideradas.

Além destas informações, a tela possui outra caixa de seleção que contém alguns equipamentos pré-cadastrados para aplicação das tomadas de uso geral, por exemplo: chuveiro elétrico, ar condicionado, torneira elétrica, etc. A interface gráfica ainda apresenta um quadro de informações contendo os dados adicionados pelo usuário, sendo possível ainda gerar relatórios acionando através de um botão.

Na classe utilizou-se instruções *import*. Dentre elas pode-se destacar a *import Persistence.Select*, que permite a classe se comunicar com outra classe que é responsável pela seleção das informações do banco de dados, realizando assim a seleção para o quadro de informações.

Figura 4.16 – Interface gráfica principal de operação do *software*

Fonte: Autor, 2018.

- i) NormaPTUG.java: nesta classe foram declaradas algumas variáveis referentes aos dados a serem considerados na norma, e utilizou-se de técnicas para gerenciar o acesso aos atributos de uma classe, aplicando os métodos get e set. As variáveis declaradas foram utilizadas para determinar área, perímetro, cômodos, tomadas e potência.
- j) Eletrodomestico.java: esta classe apresenta semelhança com a classe NormaPTUG, onde foram criadas algumas variáveis que tratam do cadastramento de eletrodomésticos, e a utilização do método get e set. As variáveis são referentes a nome, potência e fator de potência do eletrodoméstico.
- k) QuadroInformações.java: esta classe proporciona a manipulação dos dados para que sejam agrupados no quadro de informações, possibilitando ao usuário visualizar as informações adicionadas antes de gerar o relatório, realizando possíveis correções. Na classe tem-se declarações de variáveis que estarão presentes no quadro de informações, bem como o uso do método get e set.
- l) DivisaodeCircuito: Nesta classe encontram-se variáveis e métodos referentes a realização da divisão dos circuitos presentes na instalação elétrica.

m) Condutor: Criada para realizar o dimensionamento dos condutores, esta classe contém variáveis e métodos responsáveis por determinar o diâmetro do condutor para cada um dos circuitos presentes.

n) Disjuntor: Esta classe foi desenvolvida para que o usuário possa ter informações referentes a escolha correta do disjuntor para cada um dos circuitos presentes na instalação.

Na fase de implantação, pode-se destacar a facilidade com que o usuário pode utilizar o *software*, onde o profissional irá apenas realizar um clique duplo no arquivo executável, denominado Rip.jar , e posteriormente irá surgir a tela de login para que o usuário tenha acesso a interface principal do programa. Após realizar o login, como apresentado na figura 4.13, o usuário poderá selecionar o compartimento que deseja implementar, colocar as dimensões das dependências, adicionar possíveis tomadas de uso específico e sequencialmente enviar para o quadro de informações através das setas de passagem de informações.

O quadro de informações irá conter todas as informações adicionadas pelo usuário, com possibilidade de limpar estes dados apenas acionando o botão limpar. Logo, o *software* permite ao usuário gerar um relatório através de um click no botão Gerar Relatório, onde o programa irá salvar um arquivo no formato pdf, com todas as informações citadas no diagrama de casos de uso.

.

5 ESTUDO DE CASO

O estudo utilizou-se de informações de uma residência fictícia, onde se identificou os diversos cômodos presentes na residência, juntamente com suas respectivas dimensões. Através destas informações, fez-se uso do sistema desenvolvido, gerando assim um relatório em que apresenta um conjunto de informações necessárias em um projeto de instalações elétricas.

Logo, o relatório gerado está apresentado a seguir:

Relatório

Este relatório apresenta informações diversas sobre uma instalação elétrica residencial realizada através de informações aplicadas pelo usuário no sistema RIP, onde o software utiliza destas informações aplicando conceitos de instalações elétricas com base na NBR 5410.

As informações a seguir tratam das dimensões dos compartimentos, iluminação, tomadas de uso de gerais e específicos, potência instalada, divisão de circuitos, condutores e dispositivos de proteção.

PROJETO - Usuario: Admin

A tabela 1 apresenta informações quanto as dimensões de cada um dos cômodos da residência, contendo informações respectivamente de largura (m), comprimento (m) e Área (m²).

Tabela 1 - Compartimentos e dimensões da residência

Dependências e Dimensões			
Cômodo	Largura (m)	Comprimento (m)	Área (m ²)
Banheiro	3.0	3.0	9.0
Cozinha	4.0	4.0	16.0
Garagem	4.0	5.0	20.0

Lavadeira	4.0	3.0	12.0
Dormitório	4.0	4.0	16.0
Sala de Estar	4.0	5.0	20.0
Suite	4.0	5.0	20.0
Área de Serviço	3.0	3.0	9.0
Sala Intima	4.0	4.0	16.0

Quanto a Iluminação, temos a tabela 2 que apresenta a quantidade de pontos de luz juntamente com a sua potência (VA), associado aos compartimentos da residência.

Tabela 2 - Iluminação da residência

Iluminação		
Dependência	Quantidade	Potência (VA)
Banheiro	1	100
Cozinha	3	220
Garagem	4	280
Lavadeira	2	160
Dormitório	3	220
Sala de Estar	4	280
Suite	4	280
Área de Serviço	1	100
Sala Intima	3	220

Para as tomadas de uso gerais (PTUG's), a tabela 3 especifica de acordo com o cômodo da residência, as quantidades de tomadas, juntamente com a potência (VA), realizando segundo a NBR 5410.

Tabela 3 - Tomadas de Uso Geral

PTUG's		
Dependência	Quantidade	Potência (VA)
Banheiro	1	600
Cozinha	5	2000
Garagem	4	400
Lavadeira	4	1900
Dormitório	4	400
Sala de Estar	4	400
Suite	4	400
Área de Serviço	4	1900
Sala Intima	4	400

Para as tomadas de uso específico (PTUE's), a tabela 4 especifica de acordo com o cômodo da residência, quais equipamentos serão utilizados nas tomadas, juntamente com o seu fator de potência (FP) e a potência do equipamento (W).

Tabela 4 - Tomadas de uso específico

PTUE's		
Cômodo	Discriminação	Potência (VA)
Banheiro	Chuveiro Elétrico	4000.0
Cozinha	Torneira Elétrica	2500.0
Dormitório	Ar condicionado	1700.0
Suite	Ar Condicionado	1800.0
Sala Intima	Ar condicionado	1700.0

A potência instalada apresentada na tabela 5, nada mais é que soma das cargas presentes na residência, ou seja, a potência instalada compreende valores de iluminação (W), tomadas de uso gerais (W) e tomadas de uso específico (W).

Para a iluminação, a norma considerar aplicar um fator de potência unitário, já para as tomadas de uso gerais, aplica-se um FP de 0.8, e para as tomadas de uso específico, utiliza-se o fator de potência determinado pelo fabricante do equipamento.

Tabela 5 - Potência instalada

Potência Instalada			
Iluminação (W)	PTUG's (W)	PTUE's (W)	Total (W)
1860	6720.0	11180.0	19760.0

A divisão dos circuitos foi realizada de acordo com as especificações mínimas da NBR 5410, utilizando a divisão de maneira que facilite ao profissional realizar manutenção com segurança, além de garantir a continuidade em operação dos demais circuitos em ocasiões em que um dos

circuitos venha a falhar. A tabela 6 apresenta como ficou disposta a divisão de circuitos por cômodos.

Tabela 6 - Divisão de Circuitos

Divisão de Circuito		
Circuitos	Função	Cômodos
1	TUG + Iluminação	Sala Intima/Suíte/Sala de Estar/Dormitório
2	TUE	Sala Intima
3	TUE	Suite
4	TUE	Dormitório
5	TUE	Cozinha
6	TUE	Banheiro
7	TUG	Área de Serviço
8	TUG	Lavandeira
9	TUG	Garagem/Banheiro
10	TUG	Cozinha
11	Iluminação	Área de Serviço/Lavandeira/Garagem/Cozinha/Banheiro

A tabela 7 apresenta informações referentes a seção dos condutores conforme os circuitos apresentados na tabela anterior.

Tabela 7 - Seção dos condutores em milímetro

Dimensionamento de Condutores			
Circuitos	Função	Corrente (A)	Seção (mm²)
1	TUG + Iluminação	10,36	2.5
2	TUE	6,95	2.5
3	TUE	7,36	2.5
4	TUE	6,95	2.5
5	TUE	11,36	2.5
6	TUE	18,18	4.0
7	TUG	6,91	2.5
8	TUG	6,91	2.5
9	TUG	3,64	2.5
10	TUG	7,27	2.5
11	Iluminação	3,91	1.5

E por fim, a tabela 8 apresenta os valores dos disjuntores referentes a cada um dos circuitos apresentados na tabela 6.

Tabela 8 - Disjuntores segundo a corrente de cada circuito

Dimensionamento de Disjuntores		
Circuitos	Corrente (A)	Disjuntores (A)
1	10,36	15,00
2	6,95	10,00
3	7,36	10,00
4	6,95	10,00
5	11,36	15,00
6	18,18	25,00
7	6,91	10,00
8	6,91	10,00
9	3,64	10,00
10	7,27	10,00
11	3,91	10,00

6 CONCLUSÃO

O *software* desenvolvido no decorrer deste trabalho, apresentou-se como um instrumento facilitador para realização de projetos de instalações elétricas residenciais, possibilitando ao profissional obter informações referentes à quantidade e potência das tomadas de uso geral e específico, divisão de circuitos, dimensionamento de condutores e demais informações apresentadas no relatório gerado, atuando com rapidez e eficiência.

A análise da norma brasileira regulamentadora 5410, possibilitou compreender as condições que padronizam um projeto de instalações elétricas residenciais, permitindo assim realizar a implementação destas condições no sistema. Logo, para o desenvolvimento do sistema, utilizou-se de conhecimentos da área de engenharia de *software*, técnicas de programação e conhecimentos de instalações elétricas, como por exemplo, o emprego da NBR 5410 anteriormente citada.

O desenvolvimento do programa se mostrou de grande valor, visto que atua norteando o profissional a aplicar as condições determinadas pela norma, de forma prática, diminuindo as chances de eventuais erros cometidos durante essa aplicação, e garantindo agilidade para melhor otimização do tempo na realização e implantação do projeto.

As opções disponíveis no sistema deixam margem para novos trabalhos, sendo possível adicionar novas funcionalidades, a exemplo, a de permitir ao usuário obter informações sobre técnicas de luminotécnica, que tratam basicamente de como iluminar adequadamente um ambiente, considerando a aplicação a ser utilizada, facilitando assim a escolha do posicionamento das lâmpadas, emprego de diferentes tipos de luminárias, integração com a iluminação natural, entre outras. Por fim, para possíveis trabalhos futuros, pode-se ainda adicionar em novas versões funcionalidades referentes à fonte de alimentação a ser empregada, considerando cada aplicação, podendo o *software*, por exemplo, dimensionar um sistema fotovoltaico para a residência com base nas informações anteriormente apresentadas no sistema, adicionando apenas dados referentes à localização e demais dados pertinentes.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT. NBR 5410:** instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: 2004.

BARNES, D. J.; KÖLLING, M. **Programação Orientada a Objetos com Java: Uma introdução prática utilizando o Blue J.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004. cap. 1, p.

COTRIM, A. A. M. B. Fundamentos. In: COTRIM, A. A. M. B. **Instalações elétricas.** 5.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008. cap. 1, pg.1-4.

CREDER, H. Projeto das Instalações Elétricas. In: CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas.** 15. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007. Cap. 3, p. 58-103.

DEITEL, P. J.; DEITEL, H. M Introdução aos computadores, à internet e à World Wide Web. In: DEITEL, P. J.; DEITEL, H. M. **Java, como programar.** 8. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2010. cap. 1, p. 9.

DEITEL, P. J.; DEITEL, H. M. Introdução a classes e objetos. In: DEITEL, P. J.; DEITEL, H. M. **Java, como programar.** 8. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2010. cap. 3, pg 57.

DEVEMEDIA, SQLite – **O pequeno notável**, 2007. Disponível em: <<https://www.devmedia.com.br/sqlite-o-pequeno-notavel/7249>> Acesso em 15 de setembro de 2018.

GOMES, J. P. P.; VIEIRA, M. M. F. O campo da energia elétrica no Brasil de 1880 a 2002. **Revista de Administração Pública**, v. 43, n. 2, 2009.

GUEDES, G. T. A. Introdução à UML. In: GUEDES, G. T. A. **UML 2: uma abordagem prática.** 2.ed. São Paulo: Novatec, 2011. cap 1, p. 30-31.

MAMEDE FILHO, J. Condutores Elétricos. In: MAMEDE FILHO, J. **Manual de equipamentos elétricos.** 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. cap. 4, pg.80

RATIONAL SOFTWARE. **Rational Unified Process: best practices for software development teams.** Rev. 11/01. Cupertino, Califórnia, USA: Rational Software, 2001. Disponível em: <https://www.ibm.com/developerworks/rational/library/content/03July/1000/1251/1251_bestpractices_TP026B.pdf> Acesso em: 20 de junho de 2018.

SÁNCHEZ, T. W. S.; PAULA, M. C. S. Desafios institucionais para o setor de ciência e tecnologia: o sistema nacional de ciência e inovação tecnológica. **Parcerias Estratégicas**, v. 6, n. 13, 2010.

SOMMERVILLE, I. Requirements engineering. In: SOMMERVILLE, I. **Software Engineering**, 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. cap. 4, p. 85-87.