

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ANÁPOLIS UNIEVANGÉLICA  
ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO**

**SIMCEEL  
SISTEMA INFORMATIZADO DE MEDIÇÃO E MONITORAMENTO  
DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA**

**LEONARDO ANTÔNIO GODOI**

**ANÁPOLIS - GO  
2018**

**LEONARDO ANTÔNIO GODOI**

**SIMCEEL  
SISTEMA INFORMATIZADO DE MEDIÇÃO E MONITORAMENTO  
DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a conclusão da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do curso de Bacharelado em Engenharia de Computação do Centro Universitário de Anápolis – UniEvangélica.

Orientador (a): Professor Me. Millys Fabrielle Araújo  
Carvalhaes

**ANÁPOLIS - GO  
2018**

**LEONARDO ANTÔNIO GODOI**

**SIMCEEL  
SISTEMA INFORMATIZADO DE MEDIÇÃO E MONITORAMENTO  
DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a conclusão da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do curso de Bacharelado em Engenharia de Computação do Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA.

Aprovado (a) pela banca examinadora em, 13 de dezembro de 2018, composta por:

---

Profº. Me. Millys Fabrielle Araújo Carvalhaes  
Orientador

---

Profº. Me. Marcelo de Castro  
Avaliador

---

Profº. Me. William Pereira Júnior  
Avaliador

*Dedico esta obra a todos àqueles que lutam diariamente para alcançar seus sonhos e ideais, enfrentando as adversidades da vida com a cabeça erguida, ainda mesmo que com lágrimas permanecem firmes com a certeza que em breve a batalha termina e a vitória brilhará como o sol ao amanhecer em um dia de verão equatorial.*

*Leonardo Antônio Godoi*

## **AGRADECIMENTOS**

*Agradeço a Deus, por ter me agraciado com o dom da vida me abençoando, me levantando e fortalecendo a cada dia e me conduzindo com sabedoria e amor em todas as etapas da minha vida.*

*Agradeço aos meus pais Anísio de Godoi (in memorian) e Maria Elizet de Godoi, os quais apesar de todas as dificuldades que enfrentamos na vida, principalmente as de cunho financeiro, sempre tiveram sabedoria para me mostrar a importância dos estudos em minha vida, e por mais que as situações, que por muitas vezes eram desfavoráveis, nunca diminuíram a prioridade para mim e meus irmãos, a qual era estudar, estudar e estudar.*

*A minha amada esposa Katia Djane Alves da Silva Godoi, minha princesa e eterna companheira que sempre me apoiou em tudo e me incentivou desde o início quando decidi cursar engenharia.*

*Aos meus filhos Leonardo Antônio Godoi Júnior (in memorian), Karoline Alves Godoi e Matheus Alves Godoi, pela compreensão e apoio durante este período que estive mais ausente em casa, sem poder dedicar-me mais a eles nesta fase tão importante de suas preciosas vidas.*

*Aos meus irmãos André Antônio de Godoi, Bacharel em Direito e, Anísio de Godoi Filho, Engenheiro Mecânico, por serem meus maiores incentivadores, pelos quais tenho profunda admiração e carinho, pelo apoio irrestrito em todos os momentos.*

*Aos meus prezados professores pela competência e seriedade com que conduzem o curso de engenharia de computação, em especial às Professoras Ma. Viviane Pocivi, Ma. Luciana Nishi e Aline Dayany, aos Professores Me. Marcelo Castro e Me. Márcio Mariano, os quais sempre me incentivaram e me apoiaram em momentos muito difíceis que passei durante ao decorrer destes anos de curso.*

*Ao meu prezado Professor Me. Millys Fabrielle, pelo apoio, orientação e incentivo durante o desenvolvimento deste trabalho, mesmo antes de se transformar em um trabalho de conclusão de curso, sempre me instigando à buscar novos conhecimentos e habilidades específicas para desenvolvimento do meu aprendizado.*

*Muito obrigado!*

*Leonardo Antônio Godoi.*

*E sabemos que todas as coisas contribuem juntamente para o bem daqueles que amam a Deus, daqueles que são chamados segundo o seu propósito.*

Romanos 8:28

**BÍBLIA SAGRADA**

## RESUMO

O trabalho de conclusão de curso a seguir apresenta o desenvolvimento de um sistema informatizado de medição e monitoramento do consumo de energia elétrica em tempo real, o qual promoverá o conforto e a praticidade para o monitoramento e gerenciamento do consumo de energia elétrica. O projeto foi elaborado a fim de desenvolver um dispositivo de baixo custo, que seja acessível aos consumidores de energia elétrica desde as classes de menor renda até os demais interessados. Foi projetado um equipamento que utiliza um microcontrolador que recebe os sinais de leitura de corrente e tensão através de sensores, os quais realizam as medições necessárias em uma rede elétrica que opera com corrente e tensão alternada. Os resultados obtidos na medição realizada pelos sensores são processados pelo microcontrolador e através de um microprocessador integrado estes são enviados para visualização em um display de cristal líquido no próprio dispositivo e também são enviados ao microcomputador para serem armazenados em um banco de dados PostgreSQL e estes mesmos serão exibidos em uma página web através do aplicativo desenvolvido, que apresentará aos usuários todos os dados referentes ao consumo da energia elétrica que se deseja monitorar em quilowatts por hora e em valores monetários, em Reais (R\$), trazendo o conforto de não mais ser necessário ter que esperar a chegada da fatura de energia elétrica da concessionária para saber o que se gastou com o referido consumo de energia elétrica.

**Palavras chaves:** informatizado, microcomputador, microcontrolador, concessionária, display, sensores, potência, energia elétrica, PostgreSQL, WEB, quilowatts, Reais, fatura.

## **ABSTRACT**

*The following course completion work presents the development of a computerized system for measuring and monitoring electricity consumption in real time, which will promote comfort and practicality for the monitoring and management of electricity consumption. The project was designed to develop a low-cost device that is accessible to electricity consumers from lower-income classes to other stakeholders. An equipment was designed that uses a microcontroller that receives current and voltage reading signals through sensors, which carry out the necessary measurements in an electrical network that operates with alternating current and voltage. The results obtained in the measurement carried out by the sensors are processed by the microcontroller and through an integrated microprocessor these are sent for viewing on a liquid crystal display in the device itself and also sent to the microcomputer to be stored in a PostgreSQL database and the same will be displayed in an page through the developed web application, which will present users with all the data related to the consumption of electric energy that is desired to be monitored in kilowatts per hour and in monetary amounts, in Reais (R \$), bringing the comfort of not more it is necessary to have to wait for the arrival of the electricity bill of the concessionaire to know what was spent with said electricity consumption.*

**Keywords:** *computerized, microcomputer, microcontroller, dealership, display, sensors, power, electricity, PostgreSQL, WEB, kilowatts, Reais, invoice.*



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b>	Medidor Eletromecânico com Visualizador Tipo Ponteiro .....	35
<b>Figura 2.2</b>	Medidor Eletromecânico com Visualizador Tipo Ciclométrico.....	36
<b>Figura 2.3</b>	Diagrama de sequência do Medidor de Energia Eletrônico.....	37
<b>Figura 2.4</b>	Multimedidor de energia Eletrônico.....	37
<b>Figura 2.5</b>	Descrição dos Componentes da Placa Arduino UNO .....	41
<b>Figura 2.6</b>	Placa do Microcontrolador Arduino UNO .....	46
<b>Figura 2.7</b>	Sensor de Corrente SCT – 013 .....	47
<b>Figura 2.8</b>	Display LCD Winstar WH-1604A.....	48
<b>Figura 3.0</b>	Fotos da Montagem do Dispositivo SIMCEEL.....	50
<b>Figura 3.1</b>	Testes com o Dispositivo SIMCEEL .....	51
<b>Figura 3.2</b>	Multímetro Digital Fluke 87V 600V RMS .....	51
<b>Figura 3.3</b>	Diagrama de Sequência – Integração da Aplicação JAVA.....	53
<b>Figura 3.4</b>	Imagem do sistema SIMCEEL desenvolvido para Android.....	54
<b>Figura 4.0</b>	Diagrama de blocos do medidor de consumo de energia.....	56
<b>Figura 4.1</b>	Dispositivo SIMCEEL em testes com a panela Elétrica.....	57
<b>Figura 4.2</b>	Dispositivo SIMCEEL em testes com a Sanduicheira .....	57
<b>Figura 4.3</b>	Dispositivo SIMCEEL em testes com a Pipoqueira.....	58
<b>Figura 4.4</b>	Tela IDE Arduíno exibindo Código Fonte para o dispositivo SIMCEEL..	59
<b>Figura 4.5</b>	Tela IDE Arduíno exibindo Código Fonte Monitor Serial SIMCEEL.....	60
<b>Figura 4.6</b>	Tela da aplicação Java apresentando a classe SerialRxTx .....	61
<b>Figura 4.7</b>	Tela da página web do SIMCEEL .....	62
<b>Figura 4.8</b>	Tela de monitoramento da página web do SIMCEEL.....	63

## **LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1.0</b> - Resultados Alcançados durante os testes de medição.....	58
<b>Tabela 2.0</b> - Componentes do Medidor Monofásico Modelo M12.....	70
<b>Tabela 3.0</b> - Especificações do Sensor de Corrente .....	71
<b>Tabela 4.0</b> – Especificação do Display LCD Winstar WH-1604A.....	72

## **LISTA DE EQUAÇÕES**

<b>Equação 1</b> – Cálculo do consumo de energia elétrica.....	39
<b>Equação 2</b> – Cálculo da Fatura de energia elétrica .....	40
<b>Equação 3</b> – Cálculo da Potência Instantânea .....	56

## LISTA DE APÊNDICES

<b>Apendice A</b> – Design do Produto Vision Box.....	68
<b>Apendice B</b> - Vista Explodida do Medidor Monofásico Modelo M12 .....	69
<b>Apendice C</b> - Componentes do Medidor Monofásico Modelo M12 .....	70
<b>Apendice D</b> - Diagrama elétrico do sensor de corrente SCT – 013 .....	71
<b>Apendice E</b> - Descrição da Comunicação com o LCD Winstar WH-1604A.....	72
<b>Apendice F</b> – Tela Demonstrativa da Biblioteca Emonlib.h.....	73
<b>Apendice G</b> – Tela Demonstrativa do Android Studio para Des. Mobile.....	75
<b>Apendice H</b> - Código programação do controlador Arduino para o SIMCEEL.....	76
<b>Apendice I</b> - Classe Supervisor da Aplicação Java .....	79
<b>Apendice J</b> - Classe Protocolo da Aplicação Java .....	80
<b>Apendice K</b> - Classe Serial RxTx da Aplicação Java .....	82
<b>Apendice L</b> – Documento de Visão do Projeto SIMCEEL .....	87
<b>Apendice M</b> - Código Fonte - Classe Index.html da Aplicação Java Web .....	113
<b>Apendice N</b> - Código Fonte - Classe Monitor.html da Aplicação Java Web .....	117
<b>Apendice O</b> - Código Fonte - Classe Novaconexão.html da Aplicação Java Web ..	120
<b>Apendice P</b> - Código Fonte - Classe Painel Controle.html Aplicação Java Web ....	123

## PRINCIPAIS ABREVIATURAS, SIGLAS E CONVENÇÕES.

<b>A</b>	Símbolo da Unidade de Medida Ampère .....	42
<b>Ampère</b>	Unidade de Medida da Intensidade da Corrente Elétrica.....	41
<b>Android</b>	Sistema Operacional Baseado em Linux que Opera em Celulares .....	30
<b>ANEEL</b>	Agência Nacional de Energia Elétrica .....	40
<b>DSP</b>	Digital Signal Processor ou Processador de Sinal Digital .....	38
<b>EEPROM</b>	Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory ou Memória Volátil Programável e Apagável Eletricamente .....	48
<b>GW</b>	Giga Watt ou Unidade de medida correspondente à $1 \times 10^9$ Watts .....	42
<b>HTML</b>	Hyper Text Markup Language ou Linguagem de Marcação de Hipertexto.....	07
<b>IOT</b>	Internet of Things ou Internet das Coisas.....	36
<b>KV</b>	Quilo Volt ou Unidade de Medida correspondente à $1 \times 10^3$ Volt.....	42
<b>KW</b>	Quilo Watt ou Unidade de Medida correspondente à $1 \times 10^3$ Watt.....	42
<b>KWh</b>	Quilo Watt Hora ou Unidade de Medida para Mil ou Milhares de Watts para o consumo de potência no período respectivo à Uma Hora.....	36
<b>LCD</b>	Liquid Crystal Display ou Visor de Cristal Líquido.....	33
<b>Mobile</b>	Referência Utilizada para Tecnologia móvel.....	36
<b>MW</b>	Mega Watt ou Unidade de Medida correspondente à $1 \times 10^6$ Watts .....	42
<b>RxTx</b>	Received x Transmits x ou Recebe x Transmite x .....	48
<b>SCT</b>	Split-core Current Transformer ou Transformador de corrente .....	34
<b>SIMCEEL</b>	Sistema Informat. de Med. Monitoram. Consumo Energia Elétrica .....	01
<b>SQL</b>	Structured Query Language, ou Linguagem de Consulta Estruturada ..	07
<b>V</b>	Símbolo da Unidade de Medida da Tensão Elétrica .....	42
<b>VA</b>	Volt-Ampère - Símbolo da Unidade de Medida de Potência Ativa .....	42
<b>VAR</b>	Volt-Ampère-Reativo - Símbolo da Unid. Med. Potência Reativa .....	43
<b>Volt</b>	Unidade de Medida da Tensão (Força) Elétrica .....	43
<b>W</b>	Símbolo da Unidade de Medida de Potência Elétrica Instantânea .....	43
<b>Watt</b>	Watt ou Unidade de Medida da Potência Elétrica Instantânea .....	42
<b>WEB</b>	Rede.....	30

# SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	29
<b>1.1</b>	<b>Problema</b> .....	29
<b>1.2</b>	<b>Objetivo Geral</b> .....	30
<b>1.3</b>	<b>Objetivos Específicos</b> .....	30
<b>1.4</b>	<b>Justificativa</b> .....	31
<b>1.5</b>	<b>Metodologia</b> .....	32
<b>1.6</b>	<b>Cronograma</b> .....	33
<b>2.</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	34
<b>2.1</b>	<b>Medidores de Energia</b> .....	34
2.1.1	Medidores de energia Eletromecânicos.....	35
2.1.2	Medidores de Energia Eletrônicos .....	36
<b>2.2</b>	<b>Energia Elétrica</b> .....	39
<b>2.3</b>	<b>Consumo</b> .....	39
<b>2.4</b>	<b>Medição</b> .....	40
<b>2.5</b>	<b>Arduíno</b> .....	40
2.5.1	Descrição.....	41
2.5.2	Alimentação Elétrica .....	42
2.5.3	Memória .....	43
2.5.4	Entrada e Saída .....	43
2.5.5	Comunicação.....	44
2.5.6	Programação .....	44
2.5.7	Reset Automático por Software.....	45
2.5.8	Proteção contra Sobre-Corrente na USB.....	45
2.5.9	Características Físicas .....	46
<b>2.6</b>	<b>Sensor de Corrente SCT – 013</b> .....	46
2.6.1	Finalidade .....	47
<b>2.7</b>	<b>Display De Cristal Líquido</b> .....	48
<b>3.</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DO PROJETO</b> .....	49
<b>3.1</b>	<b>Montagem do Dispositivo</b> .....	50
<b>3.2</b>	<b>Testando o Dispositivo SIMCEEL</b> .....	51

<b>3.3</b>	<b>Funcionamento Digital do Dispositivo Integrado.....</b>	<b>52</b>
<b>3.4</b>	<b>Teste do Algoritmo no IDE Arduino. ....</b>	<b>52</b>
<b>3.5</b>	<b>Desenvolvimento da Aplicação WEB.....</b>	<b>53</b>
<b>3.6</b>	<b>Desenvolvimento da Aplicação Mobile Android.....</b>	<b>54</b>
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS ALCANÇADOS.....</b>	<b>55</b>
<b>4.1</b>	<b>Testes com o Dispositivo SIMCEEL.....</b>	<b>56</b>
<b>4.2</b>	<b>Testes com a Aplicação JAVA.....</b>	<b>61</b>
<b>4.3</b>	<b>Desenvolvimento da Aplicação WEB.....</b>	<b>62</b>
<b>5.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>64</b>
<b>6.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>65</b>

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Problema

A recente demanda de economia de energia elétrica, a qual depreende grandes esforços de engenheiros, desenvolvedores e consumidores na busca de equipamentos para auxiliar na redução do consumo, nos remetem à necessidade de se obter ou construir algum dispositivo que realize esta tarefa ou indique o que deve ser realizado para reduzir o consumo (TORREIRA; 2004). Antes mesmo de se pensar em redução é necessário conhecer o consumo em tempo real, a fim de se identificar possíveis desperdícios e pontos de alto consumo. O crescente consumo de energia elétrica no Brasil demanda soluções voltadas para a economia de energia, exigindo grandes esforços e investimentos por parte de empresas e também do governo. Tais soluções têm como objetivo apresentar o consumo energético em tempo real, possibilitando de forma indireta a economia desejada. Entretanto, não há disponível no mercado tecnologias e ou dispositivos de custo e instalação acessíveis, que consigam apresentar os valores monetários despendidos com o consumo de energia elétrica em função da medição em tempo real, tendo assim, espaço para uma solução que atenda a essa demanda específica.

Dada essa problemática, é possível desenvolver algum equipamento ou dispositivo que auxilie os consumidores de energia elétrica à conhecerem este consumo de energia em tempo real para auxiliá-los na redução do mesmo e conseqüentemente reduzir os custos com energia elétrica?



## 1.2 Objetivo Geral

Construir um dispositivo utilizando a tecnologia Arduino<sup>1</sup> integrado à plataforma Android, a um baixo custo, para medição do consumo de energia elétrica em tempo real e desenvolver uma aplicação web para registrar os dados juntamente a uma aplicação mobile para monitoramento e visualização dos dados.

## 1.3 Objetivos Específicos

Dentre os principais objetivos específicos destacam-se:

- Desenvolver e aprimorar um protótipo, construindo um dispositivo que utiliza o microcontrolador Arduino para medição e monitoramento do consumo de energia elétrica, inserindo o dispositivo em um mini gabinete portátil, tornando-o mais atrativo e de mais fácil utilização, semelhante à imagem no apêndice “A”;
- Desenvolver uma aplicação WEB para suportar o sistema de informação via relatórios e gráficos WEB, a fim de auxiliar os usuários/clientes a tomarem decisões sobre o funcionamento de seus equipamentos.
- Integrar o protótipo Arduino com a plataforma Android e WEB para monitoramento em tempo real.

---

<sup>1</sup> <http://arduino.cc>

#### 1.4 Justificativa

Com o intuito de atender ao que foi proposto nos objetivos geral e específicos mencionados na sessão anterior o projeto SIMCEEL foi construído visando a produção de um produto de baixo custo em um desenvolvimento inicial, aplicando tecnologias Arduíno e de desenvolvimento web e mobile, a fim de propiciar a medição e o monitoramento do consumo de energia elétrica em tempo real.

O Projeto aborda assuntos relacionados ao consumo de energia e o monitoramento para identificação de pontos de alto consumo, afim da adoção de medidas para identificação dos gastos excessivos, garantindo assim, contribuir com a economia financeira dos usuários de energia elétrica.

Os custos com o consumo de energia poderão ser reduzidos significativamente conforme a decisão dos próprios usuários logo que conhecem estes. Proporcionará também economia energética com a redução do consumo de energia elétrica influenciando diretamente na necessidade de geração, reduzindo-se também expressivamente a necessidade da insuficiente produção energética na atualidade brasileira e, conseqüentemente garantindo também maior preservação ambiental, onde deixarão de serem imprescindíveis às construções de novas usinas, principalmente as hidroelétricas e térmicas, as quais causam respectivamente inundações de grandes áreas, extinção da fauna e flora nas regiões alagadas e poluição do ar atmosférico (MARTINS; 1999).

O dispositivo SIMCEEL contribuirá imensamente para o controle e adequação do orçamento mensal dos consumidores, relacionado aos custos com o consumo de energia elétrica.

## 1.5 Metodologia

O trabalho de pesquisa foi realizado com a intenção de alcançar os objetivos para o desenvolvimento de um protótipo para o dispositivo SIMCEEL onde, foram requeridos do autor, estudos científicos e tecnológicos sobre os mais variados métodos de medição do consumo de energia elétrica e suas apresentações aos usuários conforme normas e padrões legais e mercadológicos (ANEEL, 2000), (ABNT - NR 10, 2016), (ABNT-NBR 5410, 2008), (BORENSTEIN, 1999), (FILHO, 2015), (IEEE, 2002), (MARTINS, 1999), (MONITORAMENTO DE ENERGIA, 2013).

Em concordância com os que estão mencionados na referência teórica acima os medidores de consumo de energia elétrica apresentam diversas variáveis, as quais requerem estudos aprofundados em várias literaturas, para que seja possível promover a compreensão e análise dos dados, a fim de se desenvolver um dispositivo que reúna ao mesmo tempo as funções destes medidores, realize os cálculos e a compilação dos dados e ainda mostre os resultados da medição em um display LCD (Líquido Cristal Display), Display de Cristal Líquido, em uma tela de computador ou de um aparelho smartphone.

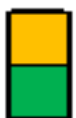
Também pelo motivo da necessidade de se conhecer o funcionamento dos medidores é que se justificam as referências bibliográficas apresentadas como fontes de pesquisas científicas e tecnológicas aplicadas neste trabalho, o qual é fundamentado em conceitos normatizados relacionados ao aprendizado acadêmico recebido até o momento.

Devido à necessidade de se economizar com os custos de energia elétrica para controle de suas contas domésticas e, mesmo com os valores acessíveis para aquisição do produto final, pressupõe-se inicialmente um público bem diversificado, indiferentemente de classe social e renda, para utilização do mesmo, pois este apresenta características de consumidores que trabalham constantemente contra os possíveis desperdícios, principalmente àqueles relacionados ao consumo desnecessário de energia elétrica, como por exemplo, aquele tempinho a mais debaixo do chuveiro, ou aquele ferro de passar esquecido ligado enquanto se atende ao telefone, portanto, esses prováveis clientes, são potenciais usuários do produto SIMCEEL.

## 1.6 Cronograma

ATIVIDADES	TCC I					TCC II					
	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Levantamento do referencial teórico	■	■									
Confecção e adequação do Protótipo do dispositivo SIMCEEL	■	■									
Implementação da rede de comunicação e testes de monitoramento			■								
Desenvolvimento da Aplicação web (Back End) e integração com o Banco de Dados.			■								
Implementação do Sistema SIMCEEL integrando o protótipo à aplicação				■							
Revisão geral da documentação oficial do projeto junto à orientação.				■							
Revisão geral do Projeto e adequação					■						
Desenvolvimento da página web (Front End) e integração com a Aplicação (Back End) e Banco de Dados.						■	■				
Implementação do Sistema SIMCEEL integrando o protótipo à aplicação e à página web.							■				
Desenvolvimento da aplicação Android.								■			
Integração do Sistema SIMCEEL à aplicação Android.								■			
Implementação e testes do Sistema SIMCEEL para integração do protótipo à aplicação Android.									■	■	■

## LEGENDA:



PLANEJADO

REALIZADO

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Como parte do aprendizado adquirido no curso de Engenharia da Computação, principalmente aos conhecimentos ministrados nas disciplinas de Física e Eletricidade, Circuitos Digitais, Estrutura de Dados, Algoritmos e Programação, Programação Web, Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados e Técnicas Avançadas de Programação Mobile, na confecção deste trabalho, apresenta-se o embasamento teórico necessário para a resolução do problema apresentado na sessão introdutória deste.

Os conteúdos relacionados à fundamentação teórica sobre medidores de energia elétrica, dos mais variados tipos, circuitos eletroeletrônicos, dispositivos microcontrolador e sensor de corrente e tensão serão apresentados nesta sessão como base de conhecimento para construção do dispositivo proposto.

Será abordado também o conceito de IOT (Internet Of Things)<sup>2</sup>, o qual é utilizado na confecção de dispositivos chamados de dispositivos com tecnologia embarcada, os quais utilizam-se de conhecimentos gerais relacionados aos dispositivos eletrônicos e outros específicos, aprendidos nas disciplinas da Engenharia da Computação.

### 2.1 Medidores de Energia

O medidor de energia elétrica também é conhecido popularmente como relógio de luz, utilizado pela concessionária para leitura da medição e emissão da fatura de energia elétrica. A sua função é justamente medir o consumo de energia elétrica em corrente alternada senoidal. Os medidores de energia medem o consumo de energia elétrica mensalmente em kWh. Historicamente falando, em 1889 o primeiro medidor de quilowatt-hora de corrente alternada por indução foi apresentado ao público pelo húngaro Ottó Bláthy. Ele mostrou o medidor de energia na Feira de Frankfurt e o sucesso foi tão grande, que no mesmo ano ele já estava sendo comercializado. Foi criado em 1888 por Oliver Blackburn Shallenberger desenvolvido a partir de estudos realizados do medidor de ampère-hora para corrente alternada criado anteriormente e logo foi utilizado com padrão de medição pela maioria das indústrias (Mundo da Elétrica, 2018).

---

<sup>2</sup> IOT – Internet Of Things – Também chamada de internet das coisas.

O quilowatt hora (kWh) é o múltiplo do Watt-hora (Wh) e é a medida da energia elétrica consumida por um aparelho durante um determinado período de funcionamento, geralmente pelo espaço de tempo de uma hora, onde, um (01) Watt-hora é a quantidade de energia necessária para alimentar uma carga com potência de pelo ao menos 1 Watt durante 1 hora e no caso do quilowatt, pelo ao menos 1 KW em uma hora. Os valores de potência indicados nos aparelhos indica a sua potência pela sua utilização no período de tempo de no máximo 1 hora. Quanto maior a potência de um aparelho, maior será o seu consumo energético. E quanto mais tempo o aparelho permanecer ligado, o seu consumo também será maior (Significados).

### 2.1.1 Medidores de energia Eletromecânicos

O medidor do tipo eletromecânico é mais antigo e funciona através da indução eletromagnética. Este tipo de medidor tem um disco de metal que gira quando a eletricidade passa pelas bobinas, gerando um campo magnético. Este campo só vai impulsionar o disco girando-o quando a energia está sendo consumida. Nestas condições, acontece o movimento da engrenagem e dos ponteiros do medidor. A velocidade de rotação do disco está diretamente relacionada com o campo magnético onde, quanto mais forte for o campo magnético, mais rápido o disco gira e conseqüentemente, mais energia é consumida (Mundo da Elétrica, 2018). Como foi dito, o medidor de energia eletromecânico é o tipo mais antigo, desde 1903 e mesmo assim ele continua sendo muito eficiente e por isso, continua sendo bastante utilizado em vários países pelo mundo. A apresentação dos dados é feita por registradores tipo ponteiro ou ciclométricos. A Figura 2.1 ilustra o medidor com visualizador tipo ponteiro:



**Figura 2.1 - Medidor Eletromecânico com Visualizador Tipo Ponteiro. (Fonte: <http://www.monografias.poli.ufrj.br>)**

A Figura 2.2 ilustra um medidor eletromecânico com visualizador tipo ciclométrico. Este medidor ainda é o mais utilizado, pois apresenta menor complexidade na visualização dos dados de medição para leitura das informações de consumo em relação ao medidor eletromecânico com visualizador do tipo ponteiro.



**Figura 2.2 Medidor Eletromecânico com Visualizador Tipo Ciclométrico (Fonte: <http://www.monografias.poli.ufrj.br>)**

No apêndice “B” é apresentada a imagem do desenho explodido de um medidor eletromecânico do tipo indução e sua respectiva descrição na Tabela apresentada no apêndice “C”.

### 2.1.2 Medidores de Energia Eletrônicos

O medidor de energia eletrônico funciona eletronicamente, ou seja, a sua medição é realizada digitalmente. A tecnologia usada nos medidores eletrônicos é muito mais moderna. Este tipo de medidor tem um dispositivo que envia as informações sobre o consumo de energia diretamente para a concessionária. Então, não existe a necessidade de enviar um funcionário para fazer a leitura do medidor.

Nas décadas de 1970/1980 utilizando-se de circuitos discretos, surgiram os primeiros medidores de energia eletrônicos e logo surgiram os medidores com DSPs (Digital Signal Processor) até a chegada dos medidores com circuitos integrados dedicados. A Figura 2.3 a seguir apresenta o esquema de um medidor eletrônico onde, os transdutores de tensão e de corrente recebem os sinais de tensão e corrente a serem processados para fornecer a potência instantânea.

Segundo a autora Camila Ceccato da Silva, no livro Rede de computadores a leitura da energia consumida é obtida pela integração da potência instantânea

que é realizada pelo integrador. Por fim, o resultado é mostrado no registrador. O medidor do tipo eletrônico foi colocado à jusante do medidor do tipo indução, nesse caso, o medidor que está à montante (indução) estaria medindo também o consumo do medidor eletrônico, porém, o consumo desse medidor é insignificante perante a potência das cargas envolvidas. (Silva, 2010).

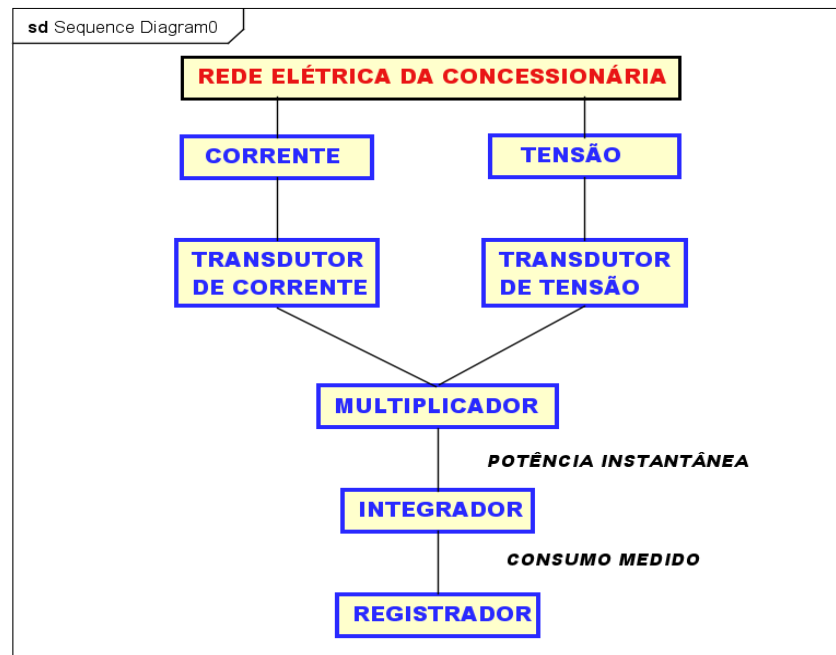


Figura 2.3 – Diagrama de Sequência do Medidor de energia Eletrônico (Fonte: O Autor, 2018).

No medidor digital (eletrônico) é necessário apenas ler os números ou dígitos que aparecem na tela, e subtrair a última medição, para obter a medição atual. São os aparelhos mais novos, e estão substituindo os medidores de ponteiros, por serem de leitura mais fácil e rápida. A Figura 2.4 ilustra um medidor de energia eletrônico.



Figura 2.4 - Multimodador de energia Eletrônico (Fonte: <https://www.mundodaeletrica.com.br/medidor-de-energia-eletrica>)



Atualmente o sistema tarifário aplicado pelas concessionárias que operam no Brasil é estruturado em dois grupos de consumidores, grupo A e grupo B. A Resolução 456 de 2000 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) define que o grupo o primeiro grupo (A) é formado pelas unidades consumidoras (UC) atendidas na alimentação em alta tensão, com valores de voltagens superiores a 2,3 kV, ou ainda unidades consumidoras atendidas com tensão inferior a 2,3 kV a partir de sistema subterrâneo de distribuição, cuja estrutura de tarifação binômica e subdividida em grupos:

- A1: nível de tensão de 230 KV ou superior;
- A2: nível de tensão de 88 a 138 KV;
- A3: nível de tensão de 69 KV;
- A3a: nível de tensão de 30 a 44 KV;
- A4: nível de tensão de 2,3 a 25 KV;
- AS: sistemas subterrâneos.

O segundo grupo (B) é formado pelas U.C. atendidas na alimentação em baixa tensão, com valores de voltagens inferior a 2,3 KV, subdividido conforme:

- B1: residencial e residencial de baixa renda;
- B2: rural, abrangendo diversas classes (e.g., agropecuária, indústria rural, serviço público de irrigação);
- B3: demais classes;
- B4: iluminação pública;

Os medidores eletrônicos ainda são equipamentos de altíssimos custos, devido ao valor agregado de seus componentes e sofisticação, tornando a sua implantação ainda muito restrita no Brasil. O grupo (A) constituído em sua maioria por indústrias e empresas de grande porte são os primeiros consumidores a substituírem os seus aparelhos antigos por esse novo e moderno dispositivo o qual, moderadamente será instalado nos pontos de medição dos demais consumidores.

## 2.2 Energia Elétrica

A energia elétrica é uma das formas de energia mais utilizadas no mundo. Ela é gerada, principalmente, nas usinas hidrelétricas, usando o potencial energético da água. Porém ela pode ser produzida também em usinas eólicas, termoelétricas, solares, nucleares entre outras. A energia elétrica é baseada na produção de diferenças de potencial elétrico entre dois pontos. Estas diferenças possibilitam o estabelecimento de uma corrente elétrica entre estes dois pontos. A energia elétrica, para chegar ao consumidor final, depende de uma eficiente rede elétrica, composta por fios e torres de transmissão.

A energia elétrica é de fundamental importância para o desenvolvimento das sociedades atuais. Ela pode ser convertida para gerar luz, força para movimentar motores e fazer funcionar diversos produtos elétricos e eletrônicos que possuímos em casa (computador, geladeira, micro-ondas, chuveiro, etc.).

A energia elétrica, produzida através da força das águas, luz do sol e força do vento e é considerada uma forma de energia limpa, pois apresenta baixos índices de produção de poluentes em todas as fases de produção, distribuição e consumo. Além disso, é uma fonte renovável, pois nunca irá se esgotar como acontecerá um dia com o petróleo.

É importante observar que a energia elétrica é extremamente perigosa. Somente profissionais habilitados devem ter acesso a suas fontes de produção, armazenamento e distribuição. Um simples fio de energia elétrica pode provocar um choque e levar uma pessoa a morte (SuaPesquisa.com).

## 2.3 Consumo

As companhias concessionárias de energia elétrica são responsáveis por medir o consumo de energia elétrica e emitir a fatura para a devida cobrança com base na quantidade de energia utilizada por cada usuário. O cálculo do consumo de energia (ELÉTRICA) é realizado por meio do produto da potência elétrica dada em Watts de cada equipamento pelo tempo de uso mensal. Veja a equação:

$$E_{ELÉTRICA} = P \cdot \Delta t \quad (1)$$

- $P$  é a potência instantânea dada em Watts;
- $\Delta t$  é variação do tempo de consumo em um mês (30 dias);

(Fonte: AlunosOnLine.UOL).

## 2.4 Medição

Em homenagem ao Engenheiro escocês James Watt a unidade para medição da potência elétrica instantânea é o Watt e o símbolo padronizado no sistema internacional de unidades de medidas (S.I.) é o W. Outros múltiplos de Watt são: Megawatt (MW) equivale a 1.000.000 W ou  $3,6 \times 10^9$  joules. Gigawatt (GW) equivale a  $10^9$  Wh ou  $3,6 \times 10^{12}$  joules. Terawatt (TW) equivale a  $10^{12}$  Wh ou  $3,6 \times 10^{15}$  joules.

A forma que a energia consumida é medida em KWh. A cobrança é feita por cada KWh (quilowatt hora) consumido, e a medida da quantidade de energia consumida é realizada por um instrumento chamado popularmente de relógio medidor de energia ou, simplesmente, padrão de energia.

$$KWh = Watt \times t \times 30/1.000 \quad (2)$$

- **KWh** é a potência instantânea medida em função do tempo de utilização.
- **Watt** é a unidade de consumo de potência instantânea;
- **t** é a unidade de tempo de medição do consumo em horas;
- **30** é a quantidade de dias considerada para o período de um mês;
- é o divisor para que a equação seja dada em unidade de milhar.

(Fonte: AlunosOnLine.UOL).

## 2.5 Arduíno

O Arduino Uno é uma placa de microcontrolador baseado no ATMEGA328<sup>3</sup>. Ele possui 14 pinos de entrada/saída digital, dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM, Pulse Width Modulation" ou Modulação de Largura de Pulso, 06 entradas analógicas, um cristal oscilador de 16MHz, uma conexão USB, uma entrada de alimentação e uma conexão ICSP e um botão de reset. Ele contém todos os componentes necessários para suportar o microcontrolador, simplesmente conecta-se a um computador pela porta USB ou alimentado com

---

<sup>3</sup> O microcontrolador ATMEGA328P faz parte da popular família de microcontroladores de 8 bits CMOS baseado na arquitetura AVR lançada pela ATMEL.

uma fonte ou com uma bateria já é possível conectá-lo à uma rede ou outro dispositivos através da conexão wi-fi (ARDUÍNO).

### 2.5.1 Descrição

O Arduino Uno, Figura 2.5, difere de todas as placas antecessoras no sentido de não utilizar o chip FTDI (Future Technology Devices International)<sup>4</sup> para conversão do sinal serial. Utiliza no seu lugar um ATMEGA8U2 programado como conversor de USB para serial, porém a revisão 03 (UNO R3) da placa é integrada com as novas características:

- Pinos DAS (pino A4) e SCL (pino A5) adicionados próximos ao AREF.
- Dois outros pinos adicionados próximos ao RESET, o IOREF que permite aos shields se adaptarem à voltagem fornecida pela placa.
- Circuito de RESET mais robusto.
- ATMEGA 16U2 em substituição ao 8U2, para melhorar o desempenho da memória flash.

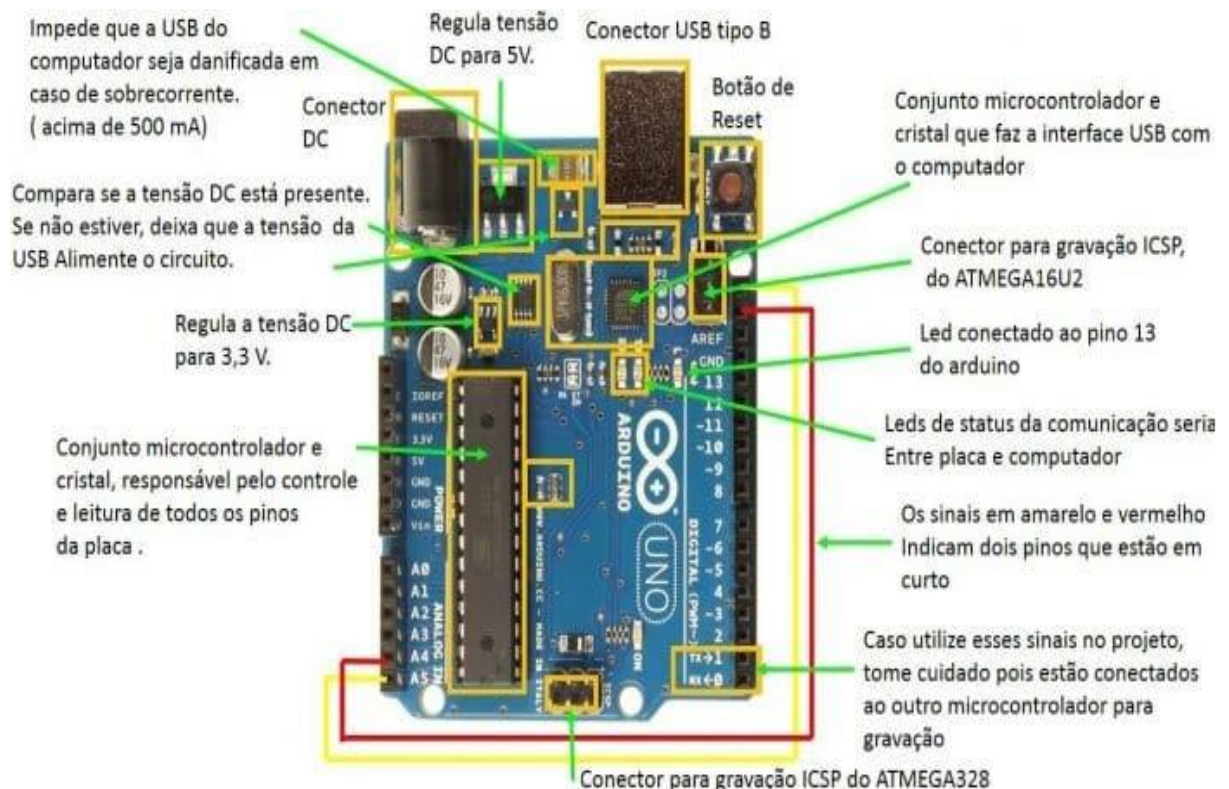


Figura 2.5 - Descrição dos Componentes da Placa Arduino UNO (Fonte: <https://www.embarcados.com.br/arduino-uno/>).

<sup>4</sup> Future Technology Devices International, normalmente conhecida por suas iniciais, FTDI, é uma empresa escocesa criadora de dispositivos semicondutores, especializada em tecnologia USB.

"Uno" quer dizer um (1) em italiano e é utilizado para marcar o lançamento do Arduino 1.0. O Uno e a versão 1.0 são as versões de referência do Arduino. O UNO é o mais recente de uma série de placas Arduino, e o modelo de referência para a plataforma Arduino (EMBARCADOS).

### 2.5.2 Alimentação Elétrica

O Arduino Uno pode ser alimentado pela conexão USB ou com uma fonte de alimentação externa. A alimentação é selecionada automaticamente. Alimentação externa (não USB) pode ser tanto de um adaptador CA - Corrente Alternada para CC - Corrente Contínua ou bateria. Há um conector para alimentação de 2,1mm com o pino positivo no centro. Cabos vindos de uma bateria podem ser inseridos diretamente nos pinos Gnd e Vin do conector de alimentação. Esta placa pode funcionar com uma fonte de alimentação externa de 6 a 20 volts. No entanto se a alimentação for inferior a 7V, o pino 5V pode fornecer menos de cinco volts e a placa pode se mostrar instável. Se a alimentação for maior do que 12V o regulador de voltagem pode superaquecer e danificar a placa. A faixa recomendada é de 7 a 12 volts. Os pinos de alimentação são os seguintes:

- **VIN.** A entrada de alimentação para a placa Arduino quando se está utilizando uma fonte de alimentação externa (em oposição à conexão USB ou outra fonte de alimentação regulada). Pode-se fornecer alimentação através deste pino, ou se estiver utilizando o conector de alimentação acessar esta voltagem na própria placa.
- **5V.** A fonte de alimentação regulada usada para o microcontrolador e para outros componentes na placa. Pode vir tanto do VIN através do regulador embarcado ou da conexão USB ou outra fonte regulada em 5V.
- **3V3.** Uma fonte de 3,3V gerada pelo regulador embarcado. A corrente máxima suportada é de 50mA.
- **GND.** Pinos terra.

(EMBARCADOS).

### 2.5.3 Memória

O ATMEGA328 têm 32KB (dos quais 0,5 são utilizados pelo bootloader). Também tem 2KB de SRAM e 1KB de EEPROM<sup>5</sup>, que pode ser lido ou gravado com a biblioteca EEPROM (ARDUÍNO).

### 2.5.4 Entrada e Saída

Cada um dos 14 pinos digitais do Uno pode ser utilizado como uma entrada ou uma saída utilizando-se as funções `pinMode( )`, `digitalWrite( )`, e `digitalRead( )`. Eles operam com a tensão em 5V. Cada pino pode fornecer ou receber um máximo de 40mA e tem um resistor pull-up interno (desconectado por padrão) de 20-50kΩ. Além disso alguns pinos tem funções especializadas:

- **Serial: 0 (RX) e 1 (TX).** Usados para receber (RX) e transmitir (TX) dados seriais TTL. Estes pinos são conectados aos pinos correspondentes do chip serial USB-para-TL ATMEGA16U2.
- **Interruptores Externos: 2 e 3.** Estes pinos podem ser configurados para disparar uma interrupção de acordo com alguma variação sensível pelo circuito, utilizando a função `attachInterrupt( )`.
- **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).** Estes pinos dão suporte à comunicação SPI utilizando a biblioteca SPI.
- **LED: 13.** Há um LED integrado ao pino digital 13. Quando este pino está no valor HIGH este LED está aceso, quando o pino está em LOW o LED está apagado.
- **I2C: Pino A4 (SDA) and Pino A5 (SCL).** Fornecem suporte a comunicação I2C (TWI) utilizando a biblioteca Wire.
- **AREF.** Voltagem de referência para as entradas analógicas. Utilizado com a função `analogReference( )`.
- **Reset.** Envio o valor LOW para esta linha para resetar o microcontrolador. Tipicamente usado para adicionar um botão de reset para shields montados sobre a placa original.

---

<sup>5</sup> EEPROM - *Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory*, é um tipo de memória não volátil usada em computadores e outros dispositivos eletrônicos para armazenar pequenas quantidades de dados que precisam ser salvos quando a energia é removida.

O Uno tem 06 entradas analógicas, etiquetadas de A0 a A5, cada uma tem 10 bits de resolução (i.e. 1024 valores diferentes). Por padrão elas medem de 0 a 5V, embora seja possível alterar o limite superior utilizando o pino AREF e a função `analogReference( )` (EMBARCADOS).

### 2.5.5 Comunicação

O Arduino Uno possui uma série de facilidades para se comunicar com um computador, outro Arduino, ou outros microcontroladores. O ATMEGA328 fornece comunicação serial UART<sup>6</sup> TTL (5V) que está disponível nos pinos digitais 0 (RX) e 1 (TX). Um ATMEGA16U2 na placa canaliza esta comunicação para a USB e aparece como uma porta virtual para o software no computador. O firmware do 16U2 utiliza os drivers padrão USB COM e nenhum driver externo é necessário. Entretanto, no Windows, um arquivo.inf é necessário. O software do Arduino inclui um monitor serial que permite dados textuais serem enviados e recebidos da placa. LEDs conectados ao RX e TX piscarão enquanto dados estiverem sendo transmitidos pelo chip USB-para-serial e pela conexão USB (mas não para comunicação serial nos pinos 0 e 1). Uma biblioteca de Software Serial permite comunicação serial em qualquer dos pinos digitais do Uno. O ATMEGA328 também suporta comunicação I2C (TWI) e SPI. O software do Arduino inclui uma biblioteca Wire para simplificar o uso do bus I2C, conforme consta na documentação detalhada do fabricante. Para comunicação SPI utiliza-se a biblioteca SPI (EMBARCADOS).

### 2.5.6 Programação

O Arduino Uno pode ser programado com o software Arduino. O ATMEGA328 no Arduino Uno vem pré-gravado com um bootloader que permite enviar o código novo para ele sem a utilização de um programador de hardware externo. Ele se comunica utilizando o protocolo original STK500 (de referência, arquivos de cabeçalho C). Pode-se saltar o bootloader e programar o microcontrolador através do conector ICSP (In-Circuit Serial Programming) (ARDUÍNO).

---

<sup>6</sup> *Universal Asynchronous Receiver-Transmitter - UART*

### 2.5.7 Reset Automático por Software

Ao invés de necessitar do pressionamento físico de um botão antes de um upload, o Arduino Uno é desenvolvido de maneira que permita que esta operação seja feita por meio do software rodando em um computador. Uma das linhas de controle de fluxo do hardware (DTR) do ATMEGA16U2 é conectada à linha de reset do ATMEGA328 através de um capacitor de 100nF. Quando esta linha é declarada (rebaixada) a linha de reset cai o suficiente para resetar o chip. O software do Arduino utiliza esta capacidade para permitir o envio de código novo simplesmente pressionando o botão de upload na IDE. Isto significa que o bootloader pode ter um intervalo mais curto, uma vez que o rebaixamento do DTR pode ser melhor coordenado com o início do upload. Esta configuração tem outras implicações. Quando o Uno é conectado a um computador rodando Mac OS X ou Linux, ele é resetado cada vez que uma conexão é estabelecida com o software (via USB). Durante o próximo meio segundo o bootloader estará rodando no Uno. Uma vez que ele está programado para ignorar dados mal formados (i.e. qualquer coisa diferente do upload de um novo código), ele irá interceptar os primeiros bytes de informação após a abertura da conexão. Se um programa rodando na placa recebe alguma configuração ou outra informação quando começa a rodar o software com o qual ela se comunica este espera por um segundo antes de começar a enviar dados. O Uno contém uma trilha que pode ser interrompida (cortada fisicamente) para desabilitar o auto-reset. Os conectores de cada lado da trilha podem ser soldados para reabilitar esta função. Ela está identificada como "RESET-EN". Pode-se também desabilitar o auto-reset conectando-se um resistor de 110Ω da conexão de 5V à linha de reset (EMBARCADOS).

### 2.5.8 Proteção contra Sobre-Corrente na USB

O Arduino Uno possui um polyfuse resetável que protege a porta USB do seu computador contra sobre-corrente e curtos circuitos. Embora muitos computadores tenham sua própria proteção interna, o fusível fornece uma camada a mais de proteção. Se mais de 500mA forem aplicados à porta USB ele automaticamente irá interromper a conexão até que o curto ou a sobrecarga seja removido (EMBARCADOS).



### 2.5.9 Características Físicas

A largura e o comprimento máximos da placa do Arduino Uno, Figura 2.6, são 68,58 e 53,34mm respectivamente (2,7" x 2,1"), com os conectores USB e de alimentação estendendo-se além destas dimensões. Quatro orifícios para parafusos permitem que a placa seja fixada a uma superfície ou encapsulamento. Verifica-se que a distância entre os pinos digitais 7 e 8 é de 160mil" (milésimos de polegada ou 0,16") e nem mesmo um múltiplo dos 100milésimos de polegada os que separam os outros pinos (ARDUÍNO).



Figura 2.6 - Placa do Microcontrolador Arduino UNO (Fonte: <http://Arduino.cc/en/Main/ArduinoUNO>)

## 2.6 Sensor de Corrente SCT – 013

O sensor para medição do fluxo de corrente elétrica SCT (Sensor Current Transformer) 013 de é responsável por fornecer um nível adequado de tensão à entrada analógica do microcontrolador que no caso do Arduino é de 5 volts. Isso é necessário pois a corrente que trafega nos condutores elétricos para alimentação de equipamentos elétricos possui valores elevados, sendo necessário então reduzir-se estes valores para que se possa ser utilizado como um sinal de corrente para a entrada do microcontrolador. Na maior parte dos circuitos eletrônicos não é possível aplicar diretamente aos seus terminais um sinal de tensão e ou corrente proveniente diretamente da rede elétrica. Devido à isto, é

necessária a utilização do sensor a fim de possibilitar que os valores lidos sejam compatíveis com a capacidade de leitura do microcontrolador (YHDC, 1992).

A aplicação do sensor SCT-013 ao dispositivo SIMCEEL, solicitou do autor vários testes e estudos de sensores de corrente de efeito Hall que são dispositivos semicondutores que através da corrente elétrica que circula pelo condutor produz um campo magnético, o qual gera um sinal de corrente que possibilita medir a corrente AC (Corrente Alternada) ou DC (Corrente Direta ou Contínua). As características do Sensor de Corrente SCT-013 da Figura 2.7 estão descritas na Tabela 3.0 apresentada no apêndice “D”, juntamente com o Diagrama elétrico do sensor de corrente.

### 2.6.1 Finalidade

Usado para medição de corrente, monitor e proteção para motor AC, equipamentos de iluminação, compressor de ar etc. Material do núcleo composto por ferrite cuja resistência mecânica tem o número de comutação que não é menos de 1000 vezes (teste a 25 Saf) Índice de segurança; Possui rigidez dielétrica (entre capa e saída) 1000V AC/1min. e com propriedade de resistência ao fogo de acordo com UL94-Vo para uma temperatura de trabalho de  $-25\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +70\text{ }^{\circ}\text{C}$  (YHDC, 1992).



Figura 2.7 - Sensor de Corrente SCT – 013. Fonte: (<http://en.yhdc.com/product1311.html>).

## 2.7 Display De Cristal Líquido

Os displays LCD de caracteres 16x4 que é integrado com o controlador ST7066 IC; sua interface padrão é 6800 4/8-bit paralelo, fonte de alimentação de 5V. Esses módulos 16x4 de exibição de LCD também estão disponíveis na interface SPI e I2C usando o IC do controlador RW1063. A série LCD 16x4 do monitor WH1604A está disponível em várias cores de retroiluminação, incluindo LEDs azul, verde, branco, amarelo-verde, âmbar, vermelho, branco. A Figura 2.8 ilustra o display 16x4 da WINSTAR WH-1604A o qual é utilizado para apresentação local dos dados de potência consumida e valores monetários no dispositivo SIMCEEL. A Tabela 4.1 no apêndice “E” ilustra a especificação do LCD.



Figura 2.8 - Display LCD Winstar WH-1604A (Fonte: <https://www.winstar.com.tw/products/character-lcd-display-module/lcd-16x4.html>)

### 3. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

A fim de aprimorar um protótipo construindo um dispositivo que utiliza o microcontrolador Arduíno, para medição e monitoramento do consumo de energia elétrica, o mesmo foi inserido em um mini gabinete, fabricado em material plástico de baixa densidade (Acrílico Leitoso)<sup>7</sup>, transformando-o em um dispositivo portátil, mais atrativo e de mais fácil utilização, semelhante à imagem no apêndice “A”;

A aplicação web foi desenvolvida utilizando-se a linguagem de programação “JAVA” e, finalmente é realizada a integração do protótipo Arduíno com a plataforma web para monitoramento em tempo real. Para a confecção do protótipo do dispositivo com acesso remoto, optou-se por utilizar o microcontrolador Arduino com sensor de corrente e tensão, pois este apresentou maior viabilidade econômica com as características tecnológicas necessárias.

Para leitura de corrente e tensão foi utilizado o sensor SCT – 013 acoplador de corrente e tensão. A conexão Ethernet existente na placa do microcontrolador possibilitará a transmissão dos dados para uma rede de computadores local e de internet e, as informações de consumo em quilowatt-hora e os custos em Reais (R\$) serão apresentados no display LCD para a visualização dos dados de consumo no local onde o dispositivo estiver conectado.

Conforme referenciado no contexto acima, entende-se basicamente a complexidade de se construir um dispositivo de medição eletrônico informatizado, o SIMCEEL, o qual contém características que o destaca dentre os mencionados acima, pois além de realizar as funções destes equipamentos, trata também a respeito das informações coletadas, as quais são utilizadas para calcular e mostrar neste mesmo aparelho, os custos despendidos com o consumo de energia elétrica medido e, ainda realiza comunicação direta e on-line com sistemas computadorizados, os quais monitoram e exibem os dados coletados em formato digital em ambientes web através de browser e aplicativo Android específico. A característica geral do projeto é reunir e agregar os variados conhecimentos adquiridos durante o período acadêmico, nos estudos de diversas disciplinas que formaram o conceito principal do dispositivo, o qual se destaca pela usabilidade e baixo custo, com um nível de complexidade inserido o qual não promove

---

<sup>7</sup> Acrílico Leitoso - diz-se de ou ácido ( $C_3H_4O_2$ ) utilizado como monômero para vários polímeros e esp. us. na fabricação de plásticos; acroleico.

dificuldades extremas em sua instalação e utilização, pois foi elaborado com a tecnologia necessária para atender à todos os requisitos do projeto, os quais satisfaçam a necessidade de se obter um produto com tecnologia digital à custos viáveis e acessíveis aos mais variados públicos, usuários e consumidores de energia elétrica, obedecendo normas de segurança em instalação elétricas em baixa tensão como a “NR-10(2016), a NBR: 5410(2008) e a IEEE: 1584(2002)”.

### 3.1 Montagem do Dispositivo

Para a montagem do hardware foi fabricado um mini gabinete de material plástico, acrílico leitoso, para alojamento dos periféricos, sendo eles: um mini protoboard didático 4Hobby - 170, a fonte transformadora de tensão, o Arduino UNO, o display LCD e o sensor de corrente SCT - 013 . Em seguida confeccionou-se cabos para a interligação dos periféricos e encaixou-se no protoboard os componentes eletrônicos e o sensor de corrente SCT - 013. Terminado as conexões o circuito foi alimentado e iniciou-se a fase de testes com tensão. Após a verificação do funcionamento foi conectado o cabo USB ao Arduino UNO e à entrada USB do computador para realização da parametrização do controlador e configuração da Interface. A Figura 3.0 abaixo ilustra a montagem do dispositivo SIMCEEL.



Figura 3.0 – Fotos da Montagem do Dispositivo SIMCEEL (Fonte: O Autor, 2018).

### 3.2 Testando o Dispositivo SIMCEEL

Os Testes com o dispositivo SIMCEEL foram realizados com o objetivo de verificar e validar o funcionamento dos componentes após a integração destes e instalação no mini-gabinete, onde, após conectá-lo à alguns aparelhos eletrodomésticos foi possível visualizar os dados de corrente e tensão já transformados em potência elétrica. Ao obter a leitura da potência elétrica foi possível realizar também a exibição dos dados referentes aos valores monetários, os quais são obtidos pela multiplicação dos dados de potência pelo valor da taxa cobrada pelo consumo do quilowatt-hora pela concessionária local, proporcionando a visualização do custo da energia elétrica consumida pelo aparelho ligado ao dispositivo em tempo real. As imagens da Figura 3.1 abaixo ilustram o momento dos testes com o dispositivo SIMCEEL. Durante os testes foi utilizado em paralelo um aparelho Multímetro Fluke 87V Categoria IV 600V RMS com isolação para até 1000V em corrente alternada e 1500V em corrente contínua, conforme a Figura 3.2 abaixo, para que fosse possível comparar os resultados.

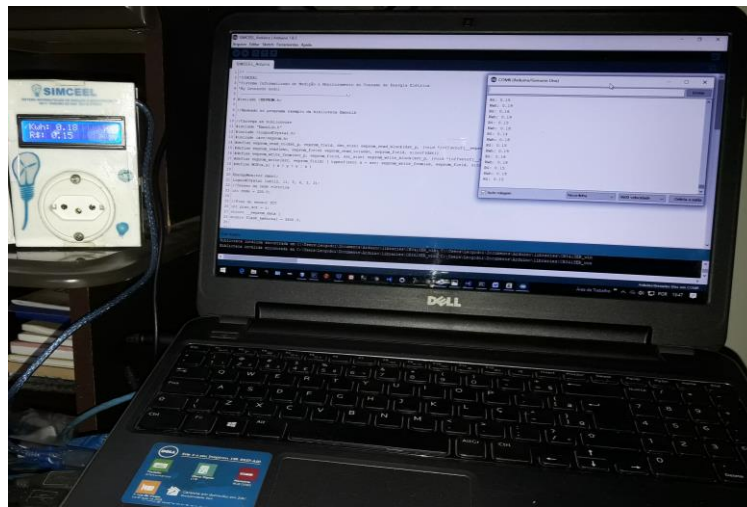


Figura 3.1 – Testes com o Dispositivo SIMCEEL (Fonte: O Autor, 2018).



Figura 3.2 – Multímetro Digital Fluke 87V 600V RMS (Fonte: <https://www.fluke.com/pt-br/produto/teste-eletrico/multimetros-digitais/fluke-87v>).

### 3.3 Funcionamento Digital do Dispositivo Integrado

A integração dos componentes eletrônicos ao microcontrolador Arduino faz com que os sinais de tensão e corrente sejam recebidos pelas respectivas entradas analógicas, as quais fazem a conversão do sinal analógico para digital. Uma vez convertidos, estes sinais são tratado pela biblioteca Emonlib.h apresentada no apêndice “F”, a qual salva cada entrada em uma variável do tipo double, sendo VCAL (volt) a variável definida para o sensor de tensão e ICAL (Ampère) a variável definida para o sensor de corrente, as quais representam o valor instantâneo de tensão e corrente lidos pelo dispositivo durante a medição.

Os cálculos dos valores de potência instantânea são obtidos pelo produto da tensão da rede pela corrente consumida, a qual é tratada pela biblioteca para se encontrar o valor instantâneo com o menor erro possível, gerando valores em watts, os quais são transformados para a unidade em quilowatt apenas dividindo-se o valor em watt por mil. Os valores monetários são obtidos pelo produto dos valores da potência calculada em kWh pelos valores da taxa de consumo horário emitida pela concessionária local.

Os dados digitais obtidos são exibidos no display, conforme configuração de linhas e posições de exibição de dados e através do método Serial.print programada no código fonte da IDE Arduino.

### 3.4 Teste do Algoritmo no IDE Arduino.

Para programar o microcontrolador Arduino foi utilizada a própria IDE fornecida pelo fabricante, a qual utiliza a linguagem de programação padrão, que se origina na linguagem em Wiring<sup>8</sup>, e é particularmente uma simplificação das linguagens C/C++. Os resultados também são obtidos numa interface serial na tela do computador, quando utilizado a ferramenta Monitor Serial integrada ao menu do IDE Arduino, a qual apresenta a leitura dos mesmos dados exibidos no display, porém com leitura em formato de pilha, acumulada linha após linha e exibida como leitura instantânea a cada instante programada pelas funções temporais utilizadas no código, por exemplo, as funções millis e tmillis. O código fonte desenvolvido para esta aplicação pode ser visualizado no apêndice “H”.

---

<sup>8</sup> *The Wiring Language: Uma camada fina sobre o C++ que simplifica o processo de escrever programas embutidos.*

### 3.5 Desenvolvimento da Aplicação WEB

Para que seja possível apresentar os dados coletados via porta serial em comunicação com o Dispositivo Arduino é necessário o desenvolvimento de uma aplicação, que neste caso foi desenvolvida utilizando-se da linguagem de programação Java<sup>9</sup>, a fim de se visualizar as informações recebidas em um browser, bem como a armazenagem dos dados em banco de dados PostgreSQL<sup>10</sup>. Sendo assim foram desenvolvidas as classes, Protocolo, a qual definirá os métodos e objetos necessários para se realizar a recepção dos dados da porta serial, os quais serão inseridos na aplicação através da classe SerialRxTx e enviados ao sistema de controle através da classe Supervisor que controlará o sistema SIMCEEL.

A aplicação web será um dos grandes diferenciais do projeto, pois trará além das informações apontadas acima, outras como relatórios de monitoramento do consumo diário e mensal, gráficos comparativos e outras opções as quais serão implementadas posteriormente. A figura 3.3 a seguir apresenta o diagrama de sequência demonstrando a integração entre as classes Protocolo, a qual define os métodos e objetos necessários para se realizar a recepção dos dados da porta serial, os quais são inseridos na aplicação através da classe SerialRxTx e enviados ao sistema de controle através da classe Supervisor.

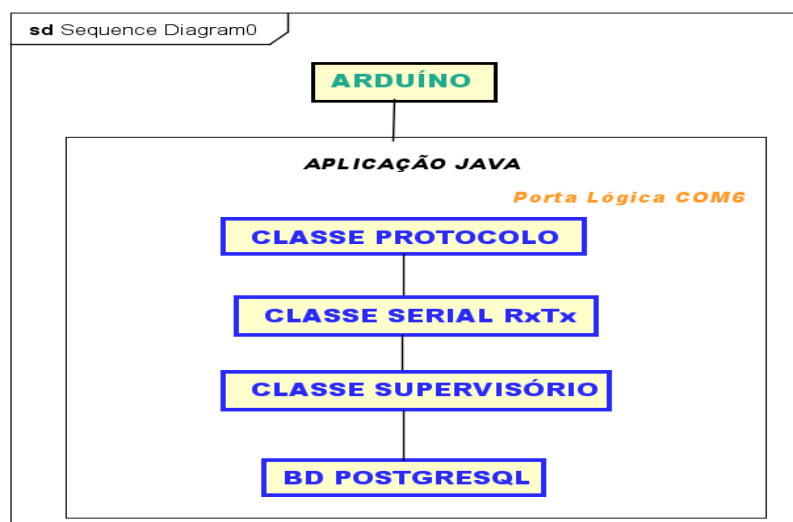


Figura 3.3 – Diagrama de Sequência – Integração da Aplicação JAVA (Fonte: O Autor, 2018).

<sup>9</sup> Java é uma linguagem de programação interpretada orientada a objetos desenvolvida na década de 90 por uma equipe de programadores chefiada por James Gosling, na empresa Sun Microsystems.

<sup>10</sup> PostgreSQL é um sistema gerenciador de banco de dados objeto relacional (SGBDOR), desenvolvido como projeto de código aberto.



A apresentação final do produto SIMCEEL será a exibição da página Web utilizando a linguagem JAVA, contendo as informações necessárias para que o usuário possa tomar suas decisões quanto ao consumo de energia elétrica, pois além de visualizar o consumo em tempo real do ponto medido, este também conhecerá os valores monetários despendidos com o custo deste consumo.

### 3.6 Desenvolvimento da Aplicação Mobile Android

A apresentação final do produto SIMCEEL será a exibição da aplicação mobile Android, a qual será desenvolvida utilizando-se da ferramenta Android Studio, conforme imagem da Tela no apêndice “G”, o qual irá conter as informações necessárias para que o usuário possa monitorar a medição e auxiliá-lo na tomada de suas decisões quanto ao consumo de energia elétrica, pois além de visualizar o consumo em tempo real do ponto medido através do display no próprio dispositivo, este também conhecerá os valores monetários despendidos com o custo deste consumo, sendo que sua visualização e conhecimento destes valores se dará instantaneamente, no ato do consumo, proporcionando conforto em saber que em função do tempo de utilização este poderá reduzi-lo e alcançar a tão esperada economia de energia elétrica, podendo ainda decidir se deseja desligar ou não o aparelho que está consumindo energia conforme a Figura 3.4 abaixo.



Figura 3.4 – Imagem do sistema SIMCEEL desenvolvido para Android (Fonte: Autor).

#### 4. RESULTADOS ALCANÇADOS

Através das pesquisas realizadas para desenvolvimento do SIMCEEL constatou-se que os diversos aparelhos elétricos, eletrônicos e eletrodomésticos, apresentam consumos variados em relação à localização geográfica, clima do local ou região em que o mesmo foi instalado, valor de tensão de alimentação elétrica e potência, conforme verificado nas tabelas do INMETRO<sup>11</sup> apresentadas no ANEXO I.

O Sistema ainda se destaca por promover uma instalação simples e segura, por não ser necessário manusear o quadro de energia elétrica onde, pode se utilizar como parâmetro o medidor convencional instalado pelas companhias elétricas nas instalações prediais, além de permitir conectá-lo em plugs, tomadas e outras conexões de alimentação de equipamentos elétricos, os quais permitam inseri-lo pois internamente o dispositivo faz o acoplamento com o sensor de corrente SCT – 013, que é o responsável por realizar a leitura de corrente.

Durante a realização dos testes foi observado que, mesmo com a oscilação e variação da tensão na rede elétrica, o sensor de corrente apresentou boa linearidade durante a medição, proporcionando uma margem de erro bem abaixo do que se imaginava, mesmo em comparação com medidores mais precisos utilizados durante a medição na fase de testes. Mesmo não obtendo valores de medição exatos, o que foi ocasionado pela variação de tensão, a corrente se comportou com uma variação máxima de até cinco por cento, o que já era esperado, porém esta pequena variação não influencia tanto no resultado esperado, visto que os equipamentos testados, podem sofrer oscilações ainda maiores em função da utilização.

O foco maior das pesquisas e estudos para desenvolvimento deste projeto inclinou-se para que, de forma simplificada, o dispositivo SIMCEEL facilitasse a visualização e interpretação dos dados, para apresentação dos produtos finais da medição, que neste caso são a potência consumida em kwh e os custos com este consumo em valores monetários (R\$), os quais podem ser visualizados através do display de cristal líquido, ou pelo acesso remoto por meio da página Web e em breve também será possível visualizar e monitorar através de uma tela de um smartphone

---

<sup>11</sup> INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - é uma autarquia federal, vinculada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior e atua em conjunto com a RBMLQ-I (Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade Industrial) exercendo a fiscalização do cumprimento das leis metrológicas e a da qualidade de produtos e serviços vigentes no País.

que opere com sistema Android. A Figura 4.0 a seguir ilustra o diagrama de blocos do modelo proposto.

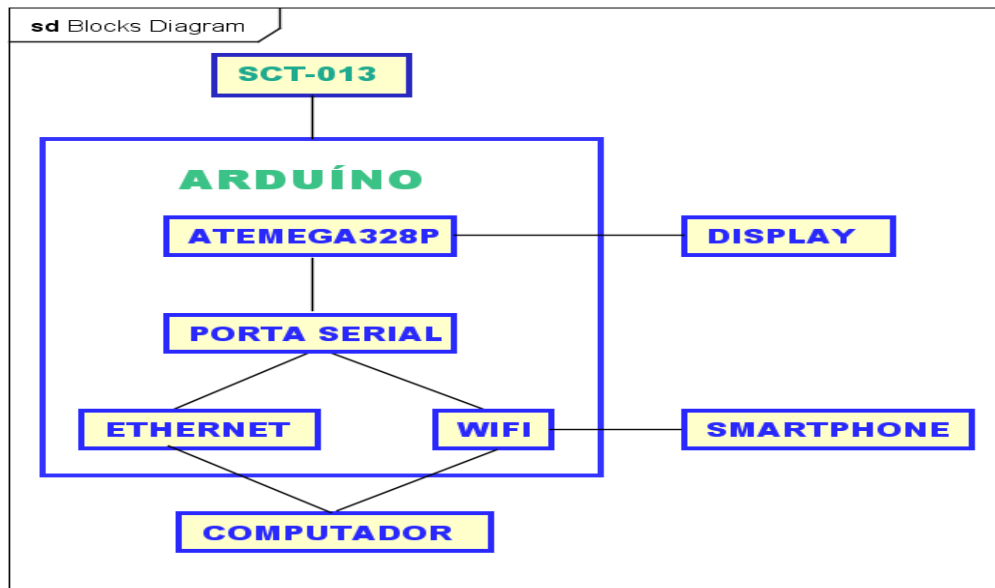


Figura 4.0 - Diagrama de blocos do medidor de consumo de energia (Fonte: Autor).

#### 4.1 Testes com o Dispositivo SIMCEEL

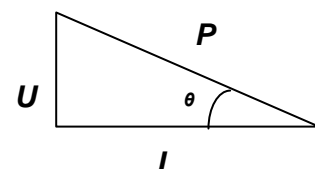
A partir deste ponto são apresentados os testes com o protótipo do dispositivo SIMCEEL, do qual foram coletadas amostras e comparadas às medições também realizadas com o multímetro digital FLUKE RMS 87V. Estes testes foram realizados com o objetivo de se obter as amostras da tensão e corrente a serem medidas pelo dispositivo para serem comparadas com um equipamento similar já disponível no mercado, aferindo-se as medidas encontradas com um multímetro calibrado e aferido pelo INMETRO e, ao mesmo tempo verificar e validar estes dados com os dados contidos nos eletrodomésticos utilizados nos testes, dados estes, fornecidos pelos próprios fabricantes.

Uma vez obtidos estes dados de tensão e corrente pode-se multiplicar os valores a fim de se obter a potência instantânea conforme a equação (3) abaixo, obtendo-se o resultado através do triângulo das potências, o qual matematicamente facilita o entendimento da equação.

$$P = U \cdot I \quad (3)$$

Onde:

- $P$  é a potência instantânea consumida;
- $U$  é a tensão obtida na rede elétrica;
- $I$  é a intensidade de corrente medida;



Nas Figuras 4.1, 4.2 e 4.3 a seguir são apresentadas as imagens do dispositivo SIMCEEL realizando a medição de consumo de energia com aparelhos eletrodomésticos e juntamente com outros dispositivos a fim de confrontar os resultados.

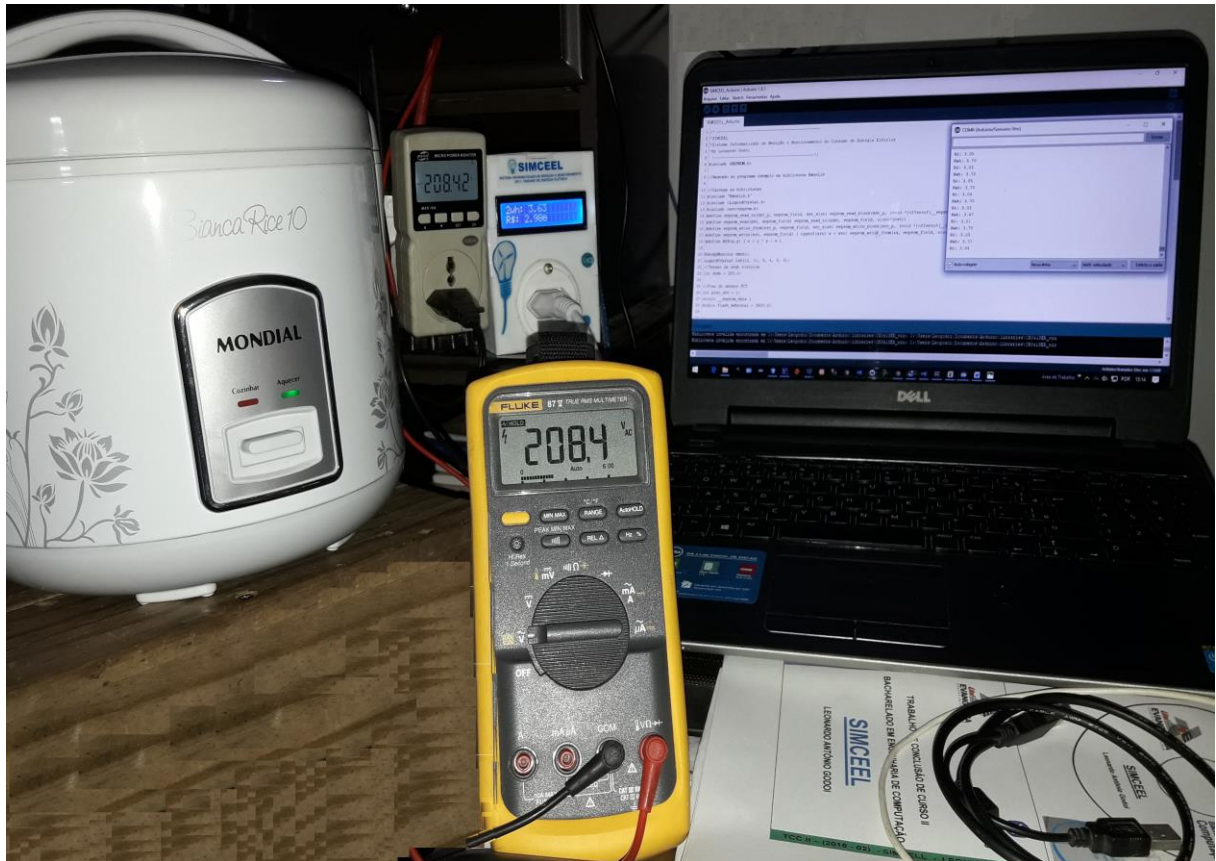


Figura 4.1 – Dispositivo SIMCEEL em testes com a panela Elétrica. Fonte: (O Autor, 2018)



Figura 4.2 – Dispositivo SIMCEEL em teste com a Sanduicheira. Fonte: (O Autor, 2018)

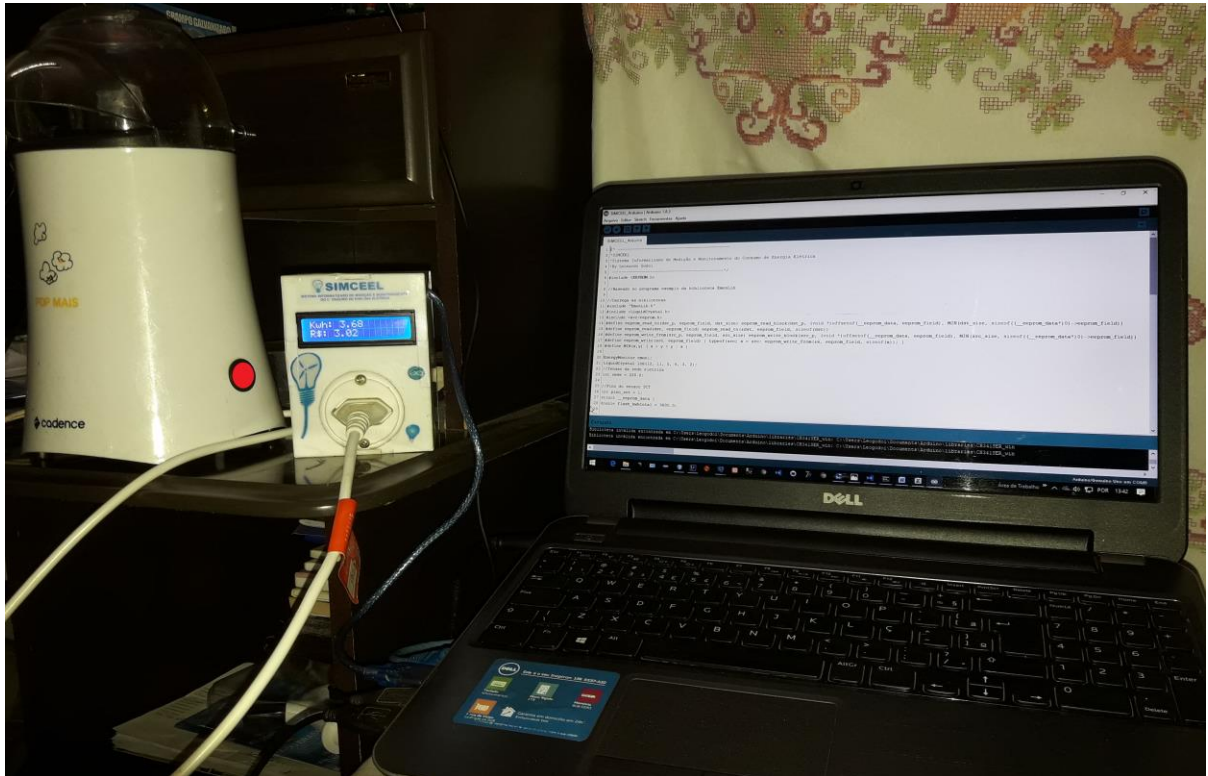


Figura 4.3 – Dispositivo SIMCEEL em teste com a Pipoqueira. Fonte: (O Autor, 2018)

Tabela 1.0 - Resultados Alcançados durante o monitoramento dos testes de medição.

TABELA DE DADOS DE TESTES DE CONSUMO DE ENERGIA PARA COMPARAÇÃO					
ELETRODOMÉSTICO TESTADO	POTÊNCIA DO EQUIPAMENTO (W)	TENSÃO DA REDE (V)	SIMCEEL	FLUKE	SIMILAR
			CORRENTE MEDIDA (A)	CORRENTE MEDIDA (A)	CORRENTE MEDIDA (A)
SANDUICHEIRA	750	208,8	3,63	3,58	3,52
LIQUIDIFICADOR	500	210,5	2,41	2,38	2,35
FORNO MICROONDAS	2.200	208,3	10,6	10,56	10,52
AIR FRYER	1.200	208,5	5,83	5,76	5,76
FORNO ELÉTRICO	4.000	205,6	19,5	19,45	19,41
PIPOQUEIRA	1.000	208,2	4,81	4,72	4,71
PANELA ELÉTRICA	850	210,5	4,12	4,01	3,98
FERRO DE PASSAR	4.500	204,8	22,2	21,85	21,81

Na Figura 4.4 a seguir é apresentada a tela da IDE do Arduino com o código escrito para o sistema SIMCEEL. Para visualização do código completo basta consultar o apêndice “H”.

Na Figura 4.5 apresenta-se a tela da IDE com o mesmo código sendo executado e com os resultados da medição sendo apresentados no Monitor Serial da própria IDE do Arduino.

The screenshot displays the Arduino IDE interface with the following code in the editor:

```

1 /* -----
2 *SIMCEEL
3 *Sistema Informatizado de Medição e Monitoramento do Consumo de Energia Elétrica
4 *By Leonardo Godoi
5 -----*/
6 #include <EEPROM.h>
7
8 //Baseado no programa exemplo da biblioteca EmonLib
9
10 //Carrega as bibliotecas
11 #include "EmonLib.h"
12 #include <LiquidCrystal.h>
13 #include <avr/eeprom.h>
14 #define eeprom_read_to(dst_p, eeprom_field, dst_size) eeprom_read_block(dst_p, (void *)offsetof(__eeprom_data, eeprom_field), MIN(dst_size, sizeof(__eeprom_data)->eeprom_field))
15 #define eeprom_read(dst, eeprom_field) eeprom_read_to(&dst, eeprom_field, sizeof(dst))
16 #define eeprom_write_from(src_p, eeprom_field, src_size) eeprom_write_block(src_p, (void *)offsetof(__eeprom_data, eeprom_field), MIN(src_size, sizeof(__eeprom_data)->eeprom_field))
17 #define eeprom_write(src, eeprom_field) { typedef(src) x = src; eeprom_write_from(&x, eeprom_field, sizeof(x)); }
18 #define MIN(x,y) ( x > y ? y : x )
19
20 EnergyMonitor emon1;
21 LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
22 //Tensao da rede eletrica
23 int rede = 220.0;
24
25 //Pino do sensor SCT
26 int pino_sct = 1;
27 struct __eeprom_data {
28 double flash_kwhtotal = 3600.0;
29
30 }

```

Below the code editor, the status bar shows the message: "Carregado." and "Biblioteca inválida encontrada em C:\Users\Leogodoi\Documents\Arduino\libraries\CH341SER\_win: C:\Users\Leogodoi\Documents\Arduino\libraries\CH341SER\_win". The bottom right corner of the IDE indicates "Arduino/Genuino Uno em COM6".

Figura 4.4 – Tela do IDE Arduíno exibindo o Código Fonte para o dispositivo SIMCEEL. Fonte: (O Autor, 2018).

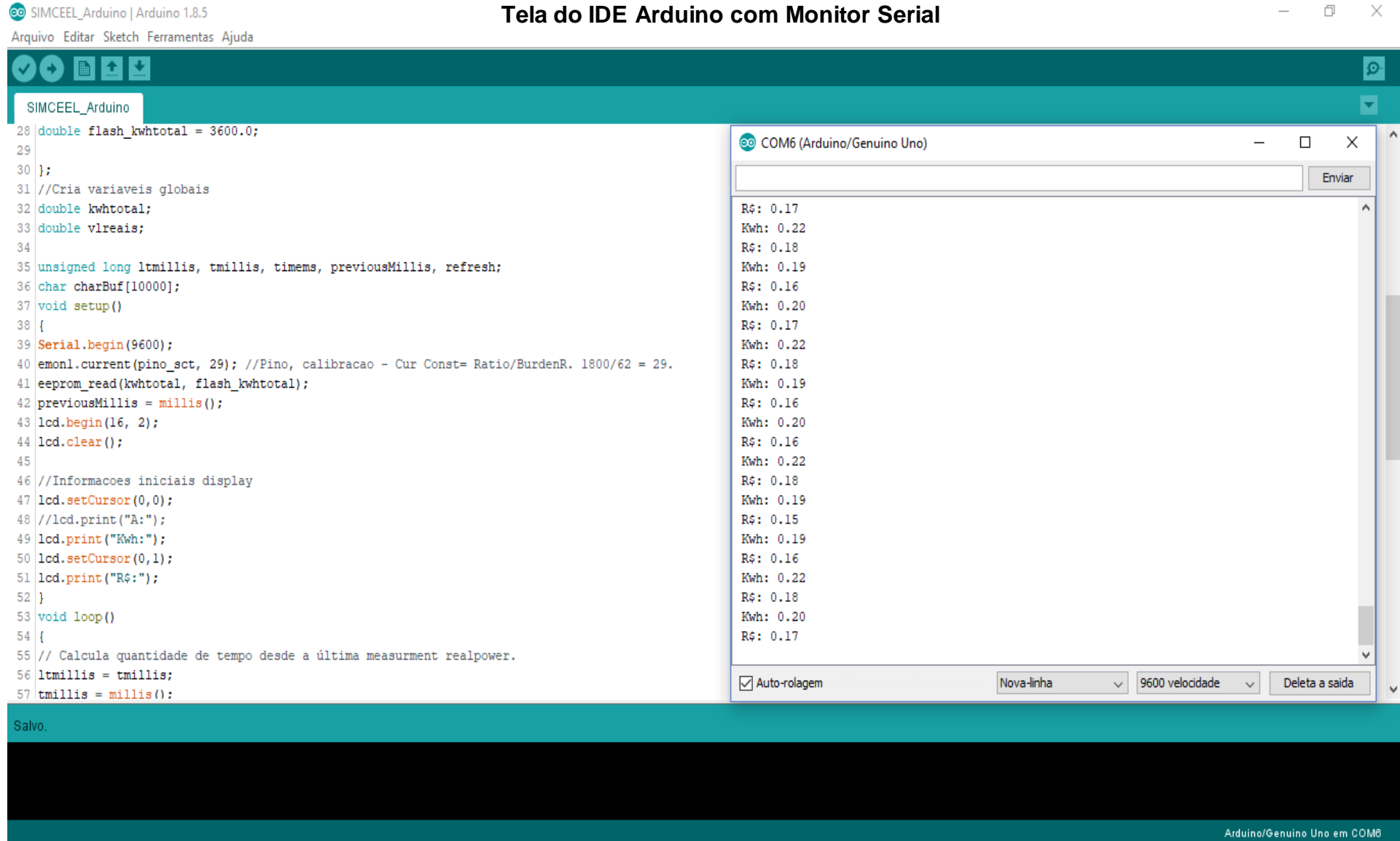


Figura 4.5 – Tela do IDE Arduino exibindo o Código Fonte com o Monitor Serial recebendo os dados do SIMCEEL. Fonte: (O Autor, 2018)

## 4.2 Testes com a Aplicação JAVA

A apresentação dos dados coletados via porta serial em comunicação com o Dispositivo Arduíno enviados para a aplicação JAVA mais precisamente para as classes Protocolo, SerialRxTx e Supervisorio são mostradas no teste conforme apresentados na Figura 4.6 abaixo e o código completo da classe supervisorio pode ser visualizado no apêndice “I”, o código da classe protocolo no apêndice “J” e o código da classe SerialRxTx no apêndice “K”.

### Tela do NetBeans exibindo a classe SerialRxTx

The screenshot shows the NetBeans IDE interface. The main editor displays the source code for the `SerialRxTx` class, which implements `SerialPortEventListener`. The code includes comments in Portuguese and defines several private variables and constants, such as `serialPort`, `protocolo`, `appName`, `input`, `output`, `TIME_OUT`, `DATA_RATE`, and `serialPortName`. The `iniciaSerial` method is also visible.

The bottom panel shows the output of a test run for the `Supervisorio` project. The output consists of alternating lines of voltage and power readings:

```

vireais: 0.09110
Watts: 0.122
vireais: 0.09036
Watts: 0.129
vireais: 0.09550
Watts: 0.122
vireais: 0.09062
Watts: 0.128
vireais: 0.09482
  
```

Figura 4.6 – Tela da aplicação Java apresentando a classe SerialRxTx. Fonte: (O Autor, 2018)



### 4.3 Desenvolvimento da Aplicação WEB

Para o Desenvolvimento do software da aplicação web, foram realizados estudos a partir das metodologias de desenvolvimento ágil, utilizando-se das filosofias das ferramentas SCRUM e Open Up, através das quais foi elaborado o “Documento de Visão do Projeto”, o qual contempla os artefatos Vision Box, o Diagrama de Controle de Atividades do Projeto de Software, a lista e a descrição dos requisitos e Casos Usos, bem como seu respectivo diagrama, o Diagrama de Classes do projeto juntamente com o Diagrama de Visão Geral e, o Diagrama da Arquitetura do Software, conforme visualizações no apêndice “L”.

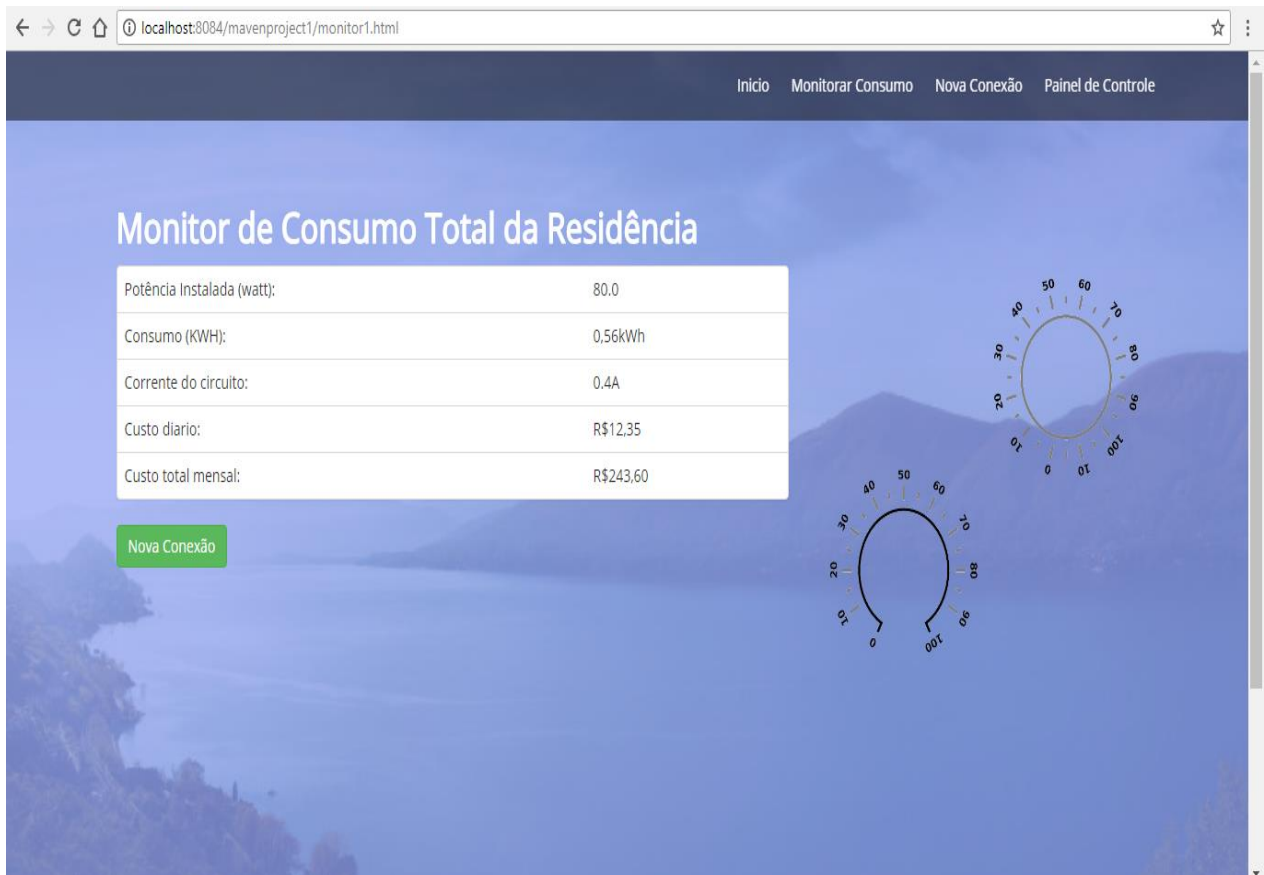
As imagens das Figuras 4.7 e 4.8 a seguir ilustram uma breve exibição do ambiente web, no qual será exibido um dos grandes diferenciais do projeto, pois trará, além das informações apontadas acima, outras como relatórios de monitoramento do consumo diário e mensal, gráficos comparativos e outras opções as quais serão implementadas posteriormente. Nos apêndices “M, N, O e P” podem ser visualizados os códigos da aplicação para geração da página através das classes principais do mesmo, respectivamente as classes index.html, monitor1.html, novaconexão.html e paineldecontrole.html.

#### Tela inicial da página web do SIMCEEL



Figura 4.7 – Tela da página web do SIMCEEL. Fonte: (Autor)

### Tela de monitoramento de consumo medido pelo SIMCEEL



**Figura 4.8 – Tela de monitoramento da página web do SIMCEEL. Fonte: (Autor)**

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral do projeto foi atingido, pois através do SIMCEEL é possível fazer a visualização remota dos dados de potência instantânea com uma variação máxima para a maioria das cargas testadas de até cinco por cento, além de apresentar os custos despendidos como o consumo em tempo real. Se for analisada a sua funcionalidade, o projeto proposto não é considerado de luxo, pois mesmo que indiretamente este irá proporcionar redução de gastos desnecessários e desperdícios, contribuindo com a redução do consumo de energia elétrica.

Os objetivos específicos foram atingidos com êxito, pois o dispositivo foi construído conforme projetado e apresentou o funcionamento conforme o esperado e através dele e SCT-013 foi possível medir com eficiência o consumo de energia elétrica e mostrar estes dados via display no próprio dispositivo e também remotamente via web e na tela do smartphone.

O SIMCEEL apresentou resultados satisfatórios nos testes, onde se pode observar que os valores medidos estão conforme os mesmos observados nos dispositivos e equipamentos auxiliares utilizados durante os testes, sendo que os desvios apresentados estão dentro dos limites aceitáveis, não comprometendo os dados fornecidos pelo novo dispositivo de medição produzido.

O SIMCEEL apresenta uma visão tecnológica voltada para a sustentabilidade possibilitando aos usuários comuns controlar seus gastos com energia elétrica além da possibilidade real e redução dos custos com o consumo desta por meio da visualização da medição e o monitoramento realizado em tempo real.

Para desenvolver e construir este dispositivo foram agregados muitos dos valores adquiridos através das disciplinas estudadas no curso de Engenharia da Computação, no entanto, não se pode desprezar os esforços acadêmicos despendidos pelo Autor, o qual realiza constantemente uma intensa busca pelo conhecimento, pesquisando, estudando e trabalhando em prol da realização deste, além também da grande colaboração por parte de seu orientador como incentivador, mentor e Mestre.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**AlunosOnLine.UOL.** Disponível em: <https://alunosonline.uol.com.br/fisica/energia-eletrica.html>.

ANEEL, Resolução 456, de 29 de novembro de 2000. Estabelece de forma consolidada, as **Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica**.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NR 10: Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**. São Paulo. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410: Instalações Elétricas de Baixa Tensão**. São Paulo. 2008.

**ARDUINO.** <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>. Acesso em 30 de setembro de 2017 as 14h05min.

BORENSTEIN, C. R., CAMARGO, C. C. de B., CUNHA, C. J. C.A., et al. **Regulação e gestão competitiva no setor elétrico brasileiro**. Porto Alegre. Sagra-Luzzatto, 1999. 280p.

**EMBARCADOS.** Disponível em: < <https://www.embarcados.com.br/arduino-uno> >

FILHO, Cid Tomanik Pompeu. Análise de risco jurídico-regulatório na área de energia. Revista **Consultor Jurídico**, 13 de agosto de 2015. Rio de Janeiro. 2015.

IDOETA, Ivan. **Eletricidade e Lógica digital**. 2006. Editora Érica. 4ª Edição.

IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers. **IEEE-1584: Guide for Performing Arc Flash Hazard Calculations**. Acesso no sítio: 123. <http://standards.ieee.org/reading/ieee/interp/1584-2002.html>

LOURENÇO, Antônio Carlos de. Circuitos Digitais. Editora Érica. 2004. SIQUEIRA, Gilberto. **Estrutura de Dados e Técnicas de Programação**. Grupo Elsevier. Campus. Ano Edição: 2014.

LECHETA, Ricardo R. Android. **Aprenda a criar Aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK**. Novatec. 3ª Edição, Revisada e Ampliada. 2013.

MARTINS, A.R.S., ALVEAL, Carmem, SANTOS, E.M. et al. **Eficiência energética: integrando usos e reduzindo desperdícios**. Agência Nacional de Energia Elétrica, 1999.

**MONITORAMENTO DE ENERGIA.** Trabalho Acadêmico. Disponível em: <<https://github.com/mlemos/energy-monitor-cpbr7/blob/master/arduino/energy-monitor-cpbr7.ino>>. Acesso em 01 de outubro de 2017 as 08h35min.

**Mundo da Elétrica.** Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/medidor-de-energia-eletrica-qual-a-sua-aplicacao/>>. Acesso em 14 de dezembro de 2018.

NIELSON, J.W. **Circuitos Elétricos**. 6ª.ed.Rio de Janeiro: LTC, 2003.

RUMBAUGH, J. **Modelagem e Projetos Baseados em Objetos**: Rio de Janeiro: Editora Campus, 1994.

SILVA, Camila Ceccato da. **Redes de computadores – Conceito e prática**. Santa Cruz do Rio Pardo-SP: Viena, 2010.

**SuaPesquisa.com**. Disponível em: <[https://www.suapesquisa.com/o\\_que\\_e/energia\\_elétrica.htm](https://www.suapesquisa.com/o_que_e/energia_elétrica.htm)>

**Significados**. Disponível em: <<https://www.significados.com.br/kwh/>>

TEIXEIRA, L. L. **Medidor de Energia Eletrônico**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul. 2009.

TORREIRA, Raul Peragallo. **Instrumentos de Medição Elétrica**. 3ª Edição - Editora Hemus. 2004;

UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais. **Fundamentos de Física 1**.Wagner Corradi ...[et al.] - Belo Horizonte ; Editora UFMG, 2010.

UFRJ, Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. **Monografias**. Disponível em: <<http://www.monografias.poli.ufrj.br>>.

**YHDC, 1992**. Disponível em: <http://en.yhdc.com/nav/38.html>.

## ANEXO I



INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO  
E QUALIDADE INDUSTRIAL  
PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM



TABELA DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA - CHUVEIROS ELÉTRICOS - EDIÇÃO 03/2016 (02agosto2016)

CLASSES DE POTENCIA	POTENCIA (W)	UTILIZAÇÃO	CONSUMO DE ENERGIA (kWh)
A	$P \leq 2.400$	PREFERENCIALMENTE, REGIÃO DE CLIMAS MAIS QUENTES, COMO A REGIÃO NORTE	< consumo
B	$2.400 > P \leq 3.500$		
C	$3.500 > P \leq 4.600$		
D	$4.600 > P \leq 5.700$	PREFERENCIALMENTE, REGIÃO DE CLIMAS MÉDIOS A QUENTES, COMO AS REGIÕES NORDESTE E CENTRO-OESTE	
E	$5.700 > P \leq 6.800$		
F	$6.800 > P \leq 7.900$	PREFERENCIALMENTE, REGIÃO DE CLIMAS MAIS FRIOS, COMO AS REGIÕES SUL E SUDESTE	
G	$P > 7.900$		> consumo

ESTES PRODUTOS ESTÃO TAMBÉM DE ACORDO COM AS NORMAS BRASILEIRAS DE SEGURANÇA.

DADOS: 20 MARCAS  
57 FAMÍLIAS  
461 MODELOS

ESTES PRODUTOS TÊM SUA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA SUPERIOR A 85%.

NOTA: Procure sempre pelo fio terra. Este deve ter uma etiqueta com a seguinte frase: "Importante para sua segurança. Para evitar riscos de choques elétricos, o fio terra deste aparelho deve ser conectado a um sistema de aterramento".

MARCA	FAMÍLIA	MODELO	TENSÃO (V)	POTÊNCIA (W)	CONSUMO MENSAL MÁXIMO		CONSUMO MENSAL MÍNIMO		CLASSE DE POTÊNCIA	
					CONSUMO (kWh/mês)	ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA (°C)	CONSUMO (kWh/mês)	VAZÃO (l/min)		
ASTRA	ALCANCE	ART BANHO ALCANCE	127	5500	24,80	28,8	10,10	3,50	D	
			220	5500	24,10	25,8	11,40	3,80	D	
			220	6800	29,20	30,7	10,60	3,60	E	
			220	7500	32,30	33,4	10,50	3,50	F	
		127	5500	26,60	25,1	10,50	3,20	D		
		220	5500	26,50	26,2	12,20	3,90	D		
	DIVINA DUCHA ALCANCE	220	6800	31,40	31,3	11,90	4,00	E		
		220	7500	34,30	32,4	11,00	3,50	F		
		127	4500	21,20	22,8	12,90	4,30	C		
		220	4500	19,90	21,4	12,40	4,20	C		
		127	5500	25,60	26,9	14,30	4,70	D		
		220	5500	24,10	25,8	14,20	4,80	D		
	ASTRA DUCHA	ART BANHO	127	3200	14,30	14,9	10,70	3,50	B	
			220	3200	14,20	15,0	10,40	3,40	B	
			127	4500	21,80	22,9	13,50	4,50	C	
			220	4500	19,50	21,1	12,20	4,10	C	
			127	5500	26,40	26,9	14,70	4,90	D	
			220	5500	24,10	25,4	14,50	5,00	D	
		ASTRA DUCHA	ASTRA DUCHA	127	4500	21,00	21,7	13,3	4,30	C
				220	4500	19,50	20,4	12,3	4,10	C
				127	5500	25,40	26,3	14,4	4,30	D
			DUCHA ÚNICA	220	5500	24,60	25,8	14,5	4,80	D
				127	5500	26,50	26,4	10,50	3,40	D
				220	6000	29,20	28,7	11,90	3,90	E
	DIVINA DUCHA	DIVINA DUCHA	220	7500	33,40	32,6	10,80	3,50	F	
			127	5500	27,50	26,6	11,00	3,50	D	
		DIVINA DUCHA TURBO	220	5500	25,20	24,8	11,10	3,50	D	
			220	6800	32,00	30,9	11,90	3,70	E	
220			7500	34,20	33,8	11,70	3,90	F		
127			5500	23,70	24,4	9,40	3,00	D		
DIVINA DUCHA CLASSIC	DIVINA DUCHA CLASSIC	220	5500	23,80	25,1	10,50	3,60	D		
		220	6800	29,60	30,1	10,60	3,60	E		
		220	7500	32,80	32,9	10,60	3,50	F		
	ELETTRÓNICA	DIVINA DUCHA ELETTRÓNICA	127	5000	22,60	22,0	10,10	3,00	D	
			220	5500	25,50	24,5	10,00	3,00	D	
			220	6800	31,10	29,6	10,10	3,00	E	
CARDAL	DUCHA	DUCHA CLASSICA (BR/CR)	127	5500	22,80	24,1	9,10	3,00	D	
			220	7800	31,70	33,6	10,10	3,40	F	
		DUCHA 5 (BR/CR)	127	5500	22,80	24,2	9,10	3,00	D	
			220	7800	31,80	33,8	9,90	3,40	F	
	DUCHA ELETTRÓNICA	DUCHA ELETTRÓNICA BLINDADA	220	6500	27,40	27,9	16,70	3,00	E	
			220	7800	34,30	34,6	17,90	3,00	F	
	DUCHA FLORENZA	DUCHA FLORENZA (BR/CR)	127	5500	22,80	24,2	9,10	3,00	D	
			220	7800	31,80	33,8	9,90	3,00	F	
	DUCHA POTENZA	DUCHA POTENZA (BR/CR)	127	5500	22,80	24,2	9,10	3,00	D	
			220	7800	31,80	33,8	9,90	3,00	F	
			220	7800	33,20	34,5	18,40	3,40	F	
		DUCHA POTENZA PRESSURIZADA (BR/CR)	220	7800	33,20	34,5	18,40	3,40	F	
			127	4500	20,30	20,6	11,80	3,70	C	
			127	5500	23,10	22,7	13,40	4,10	D	
	DUCHA SUPREMA	ASTRA DUCHA	220	4500	19,50	19,9	12,00	3,90	C	
			220	5500	24,40	24,5	13,90	4,40	D	
		DUCHA SUPREMA	127	4500	20,30	20,6	11,80	3,70	C	
			127	5500	23,10	22,7	13,40	4,10	D	

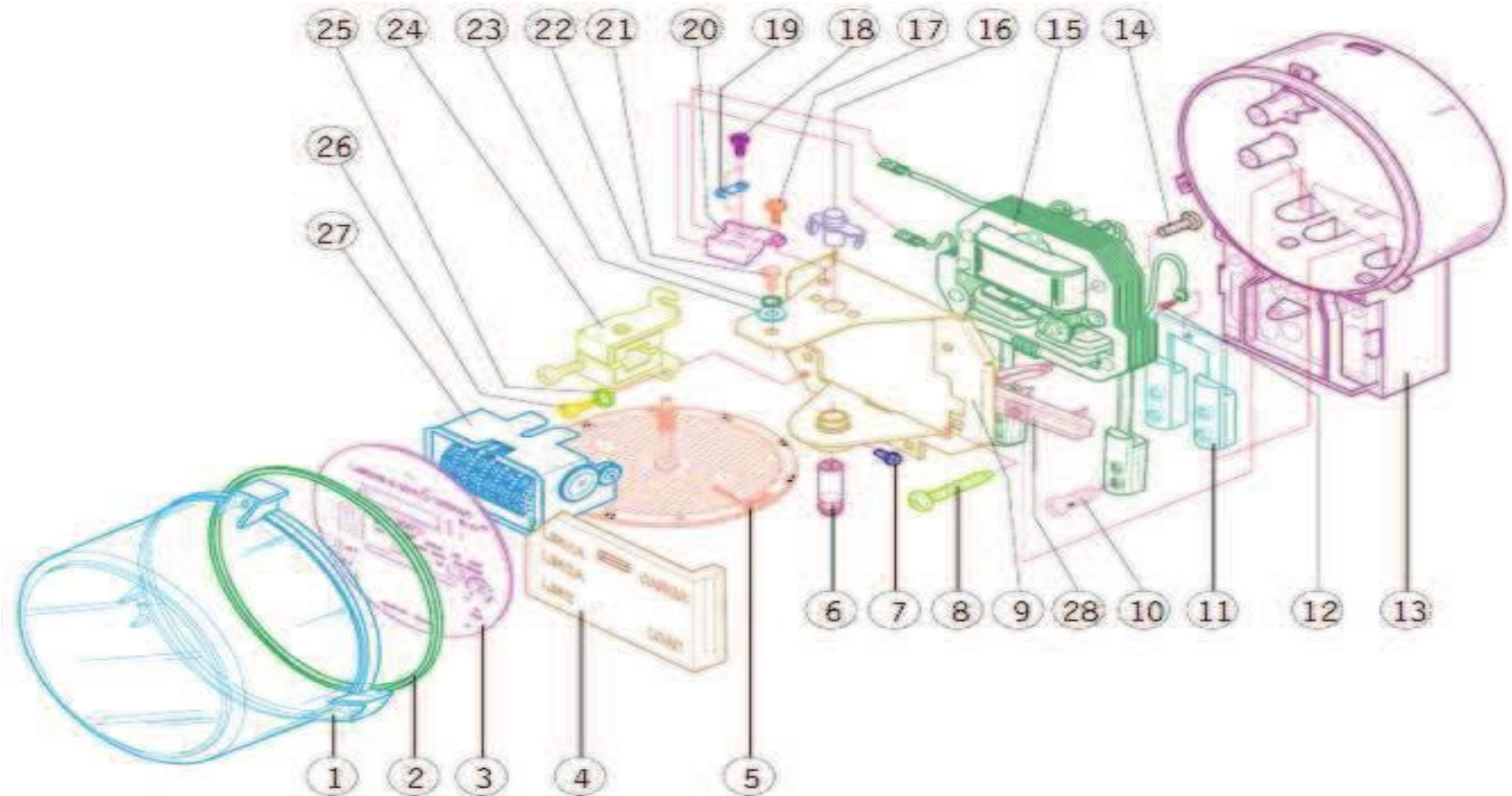
## APÊNDICE A

### DESIGN DO PRODUTO VISION BOX



Fonte: (O Autor, 2018)

## APÊNDICE B



Vista Explodida do Medidor Monofásico Modelo M12 (LANDIS&GYR, 2007)



## APÊNDICE C

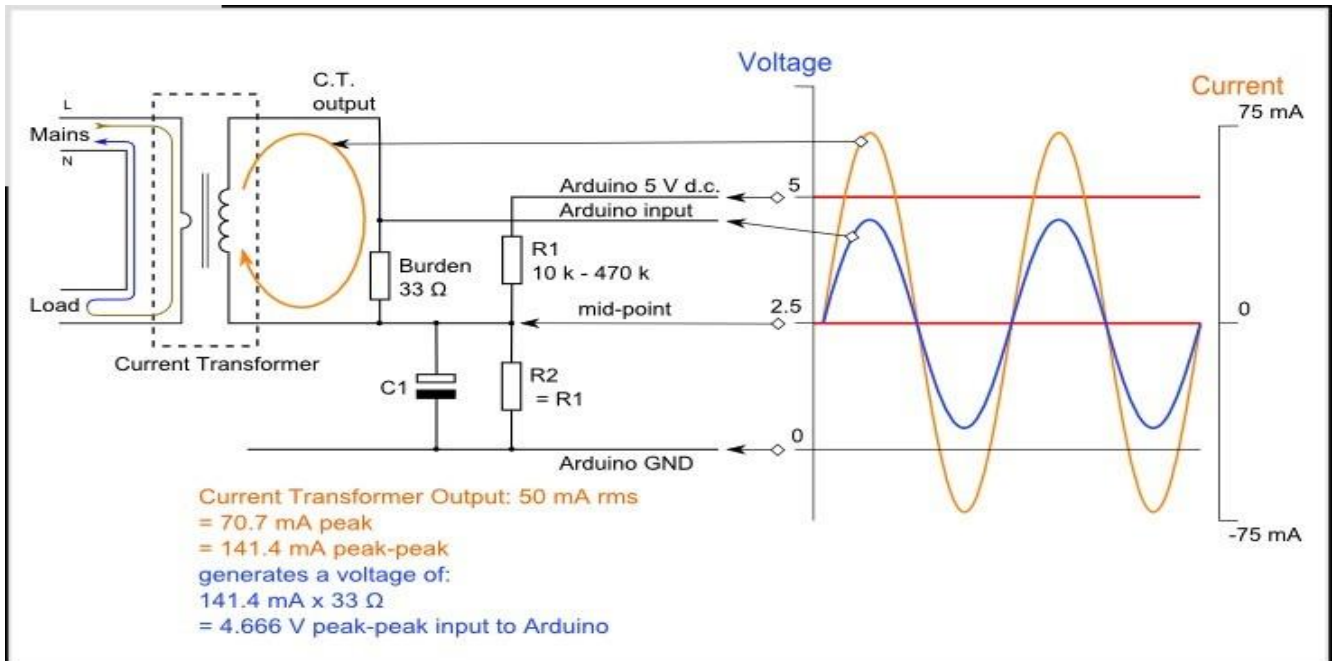
**Tabela 2.0 - Componentes do Medidor Monofásico Modelo M12.**

<b>Item</b>	<b>Descrição</b>	<b>Item</b>	<b>Descrição</b>
1	Tampa do medidor	15	Elemento motor
2	Gaxeta da tampa do Medidor	16	Mancal superior (pino guia)
3	Placa de identificação	17	Parafuso fixação superior do terminal de prova
4	Tampa do bloco terminais	18	Parafuso fixação do gancho de prova
5	Elemento Móvel	19	Gancho de prova
6	Mancal inferior (magnético)	20	Suporte prova interna
7	Parafuso fixação do mancal inferior	21	Parafuso fixação do registrador
8	Parafuso fixação do elemento motor	22	Arruela pressão
9	Armadura	23	Arruela lisa
10	Parafuso terminal de corrente	24	Imã frenador
11	Terminal ligação de neutro	25	Arruela pressão
12	Parafuso fixação do terminal de potencial-ligação de neutro	26	Parafuso fixação do conjunto imã
13	Base e bloco do medidor	27	Registrador
14	Parafuso fixação do elemento armadura	28	Suporte da indutiva

(Fonte: LANDIS&GYR, 2007)

## APÊNDICE D

**Diagrama elétrico do sensor de corrente SCT – 013.**



Fonte: (<http://en.yhdc.com/product1311.html?productId=697>).

**Tabela 3.0 - Especificações do Sensor de Corrente**

Modelo: SCT-013-020A
Corrente de entrada: 0-20A
Sinal de saída: Tensão/1V
Material do Core: Ferrite
Dielétrico: 6.000V AC/1min
Taxa anti-chama: UL94-V0
Plug de saída: 3,5mm
Dimensão abertura: 13 x 13mm
Temperatura de trabalho: -25 a +70°C
Comprimento do cabo: 150cm

Fonte: (<http://en.yhdc.com/product1311.html?productId=697>).

## APÊNDICE E

**Tabela 4.0 – Especificação do Display LCD Winstar WH-1604A.**

Função de pino de interface

Pin No.	Símbolo	Descrição
1	$V_{SS}$	Chão
2	$V_{DD}$	Fonte de alimentação para lógica
3	$V_O$	Ajuste de contraste
4	RS	Sinal de seleção de dados / instruções
5	R / W	Sinal de leitura de leitura / gravação
6	E	Ativar sinal
7 ~ 14	DB0 ~ DB7	Linha de barramento de dados
15	UMA	Fonte de alimentação para B / L +
16	K	Fonte de alimentação para B / L -

(Fonte: <https://www.winstar.com.tw/products/character-lcd-display-module/lcd-16x4.html>).

## APÊNDICE F

### Tela demonstrativa da Biblioteca Emonlib.h

```

EmonLib.h x
1  /*
2  Emon.h - Library for openenergymonitor
3  Created by Trystan Lea, April 27 2010
4  GNU GPL
5  modified to use up to 12 bits ADC resolution (ex. Arduino Due)
6  by boardsman@boardsomprojects.net 26.12.2013
7  Low Pass filter for offset removal replaces HP filter 1/1/2015 - RW
8  */
9
10 #ifndef EmonLib_h
11 #define EmonLib_h
12
13 #if defined(ARDUINO) && ARDUINO >= 100
14 #include "Arduino.h"
15 #else
16 #include "WProgram.h"
17 #endif
18
19 // define theoretical vref calibration constant for use in readvcc()
20 // 1100mV*1024 ADC steps http://openenergymonitor.org/emon/node/1186
21 // override in your code with value for your specific AVR chip
22 // determined by procedure described under "Calibrating the internal reference voltage" at
23 // http://www.atmel.com/Images/atsaml116\_datasheet\_00000000.pdf/calibration
24 #ifndef READVCC_CALIBRATION_CONST
25 #define READVCC_CALIBRATION_CONST 1126400L
26 #endif
27
28 // to enable 12-bit ADC resolution on Arduino Due,
29 // include the following line in main sketch inside setup() function:
30 // analogReadResolution(ADC_BITS);
31 // otherwise will default to 10 bits, as in regular Arduino-based boards.
32 #if defined(__arm__)
33 #define ADC_BITS 12
34 #else
35 #define ADC_BITS 10
36 #endif
37
38 #define ADC_COUNTS (1<<ADC_BITS)
39
40 class EnergyMonitor
41 {
42 public:
43
44 void voltage(unsigned int _inPinV, double _VCAL, double _PHASECAL);
45 void current(unsigned int _inPinI, double _ICAL);

```

```

51
52 void voltageTX(double _VCAL, double _PHASECAL);
53 void currentTX(unsigned int _channel, double _ICAL);
54
55 void calcVI(unsigned int crossings, unsigned int timeout);
56 double calcIrms(unsigned int NUMBER_OF_SAMPLES);
57 void serialprint();
58
59 long readVcc();
60 //Useful value variables
61 double realPower,
62     apparentPower,
63     powerFactor,
64     Vrms,
65     Irms;
66
67 private:
68
69 //Set Voltage and current input pins
70 unsigned int inPinV;
71 unsigned int inPinI;
72 //Calibration coefficients
73 //These need to be set in order to obtain accurate results
74 double VCAL;
75 double ICAL;
76 double PHASECAL;
77
78 //-----
79 // Variable declaration for sumsq calc procedure
80 //-----
81 int sampleV; //sample_ holds the raw analog read value
82 int sampleI;
83
84 double lastFilteredV, filteredV; //Filtered_ is the raw analog value minus the DC offset
85 double filteredI;
86 double offsetV; //Low-pass filter output
87 double offsetI; //Low-pass filter output
88
89 double phaseShiftedV; //Holds the calibrated phase shifted voltage.
90
91 double sqV, sumV, sqI, sumI, instP, sumP; //sq = squared, sum = Sum, inst = instantaneous
92
93 int startV; //Instantaneous voltage at start of sample window.
94
95 boolean lastVCross, checkVCross; //Used to measure number of times threshold is crossed.
96
97
98 };
99
100 #endif
101

```

## APÊNDICE G

### Tela demonstrativa do Android Studio para desenvolvimento Mobile Android

The screenshot displays the Android Studio interface for a project named 'SimceelDroid'. The main editor shows the following Java code:

```

package com.example.leogodoi.simceel;

import ...

public class MainActivity extends AppCompatActivity {

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_main);

        // Example of a call to a native method
        TextView tv = (TextView) findViewById(R.id.sample_text);
        tv.setText(stringFromJNI());
    }

    /**
     * A native method that is implemented by the 'native-lib'
     * which is packaged with this application.
     */
    public native String stringFromJNI();

    /** Used to load the 'native-lib' library on application start */
    static {
        System.loadLibrary("native-lib");
    }
}

```

On the right side of the editor, there is a preview window showing a white smart plug device with a green LCD screen and the 'SIMCEEL' logo. The device has a red indicator light at the top and a standard two-prong electrical plug at the bottom.

At the bottom of the IDE, a status bar indicates a 'Gradle sync failed: NDK not configured.' error, with a message: '// Download it with SDK manager.' // Consult IDE log for more details (Help | Show Log) (13 minutes ago)'. The system tray shows the time as 17:6 and encoding as UTF-8.

Fonte: (O Autor, 2018).

## APÊNDICE H

### Código para programação do controlador Arduino para o sistema SIMCEEL

```

/* -----
*SIMCEEL
*Sistema Informatizado de Medição e Monitoramento do Consumo de Energia
Elétrica
*By Leonardo Godoi
-----*/

#include <EEPROM.h>

//Baseado no programa exemplo da biblioteca EmonLib
//Carrega as bibliotecas
#include "EmonLib.h"
#include <LiquidCrystal.h>
#include <avr/eeprom.h>

#define eeprom_read_to(dst_p, eeprom_field, dst_size) eeprom_read_block(dst_p,
(void *)offsetof(__eeprom_data, eeprom_field), MIN(dst_size,
sizeof((__eeprom_data*)0)->eeprom_field))

#define eeprom_read(dst, eeprom_field) eeprom_read_to(&dst, eeprom_field,
sizeof(dst))

#define eeprom_write_from(src_p, eeprom_field, src_size)
eeprom_write_block(src_p, (void *)offsetof(__eeprom_data, eeprom_field),
MIN(src_size, sizeof((__eeprom_data*)0)->eeprom_field))

#define eeprom_write(src, eeprom_field) { typeof(src) x = src; eeprom_write_from(&x,
eeprom_field, sizeof(x)); }

#define MIN(x,y) ( x > y ? y : x )

EnergyMonitor emon1;

LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

//Tensao da rede eletrica
int rede = 220.0;

//Pino do sensor SCT
int pino_sct = 1;

struct __eeprom_data {
double flash_kwhtotal = 3600.0;

```

```

};

//Cria variaveis globais
double kwhtotal;
double vireais;
unsigned long ltmillis, tmillis, timems, previousMillis, refresh;
char charBuf[10000];
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  emon1.current(pino_sct, 29); //Pino, calibracao - Cur Const= Ratio/BurdenR. 1800/62
  = 29.
  eeprom_read(kwhtotal, flash_kwhtotal);
  previousMillis = millis();
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.clear();
  //Informacoes iniciais display
  lcd.setCursor(0,0);
  //lcd.print("A:");
  lcd.print("Kwh:");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("R$:");
}
void loop()
{
  // Calcula quantidade de tempo desde a última measurment realpower.
  ltmillis = tmillis;
  tmillis = millis();
  timems = tmillis - ltmillis;
  double Irms = emon1.calcIrms(1480); // Calculate Irms
  // Calcular o número de kwh consumido.
  kwhtotal = (((Irms*rede)/1000.0) * (timems/1000.0));

```



```
kwhtotal = kwhtotal;
vltreais = kwhtotal * 0.82;
Serial.print("Kwh: ");
Serial.println(kwhtotal, 2);
lcd.setCursor(5,0);
Serial.print(" ");
lcd.print(" ");
lcd.setCursor(5,0);
lcd.print(kwhtotal, 2);
Serial.print("R$: ");
Serial.println(vltreais, 2);
lcd.setCursor(4,1);
Serial.print(" ");
lcd.print(" ");
lcd.setCursor(4,1);
lcd.print(vltreais, 2);
//grava na memoria a cada 1 minuto
if ((millis() - refresh)>= 3600.0)
refresh = millis(); //actualiza a contagem.
{
//Serial.println("Gravando na EEprom");
eeprom_write(kwhtotal, flash_kwhtotal);
previousMillis=millis();
}
}
```

## APÊNDICE I

### CLASSE SUPERVISÓRIO DA APLICAÇÃO JAVA

```
/*
 * ****CLASSE SUPERVISÓRIO****.
 * Comunicação Serial Java Arduino.
 * By Leonardo Godoi.
 */
package supervisorio;
import Serial.SerialRxTx;
/**
 *
 * @author Leogodoi
 */
public class Supervisorio {
    /**
     * @param args the command line arguments
     */
    public static void main(String[] args) {
        SerialRxTx serial = new SerialRxTx();
        if(serial.iniciaSerial()){
            while(true){
            }
        }
        else{
        }
    }
}
```

## APÊNDICE J

### CLASSE PROTOCOLO DA APLICAÇÃO JAVA

```
/*
****CLASSE PROTOCOLO****.
* Comunicação Serial Java Arduino.
* By Leonardo Godoi.
*/

package Serial;

public class Protocolo {
    private String tipoDado;
    private String kwhTotal;
    private String vireais;
    private String leituraComando;
    private void interpretaComando(){
        //Separa uma String de Comando em substrings delimitadas por um sinal
        //separador específico.
        String aux[] = leituraComando.split(",");
        if(aux.length == 2){
            kwhTotal = aux[3];
            vireais = aux [4];
        }
    }

    public String getTipoDado() {
        return tipoDado;
    }

    public void setTipoDado(String tipoDado) {
        this.tipoDado = tipoDado;
    }

    public String getPotenciatotal() {
        return kwhTotal;
    }
}
```

```
public void setPotenciatotal(String kwhTotal) {
    this.kwhTotal = kwhTotal;
}
public String getCustoreal() {
    return vIreais;
}
public void setCustoreal(String vIreais) {
    this.vIreais = vIreais;
}
public String getLeituraComando() {
    return leituraComando;
}
public void setLeituraComando(String leituraComando) {
    this.leituraComando = leituraComando; //Obtemos a String de dados.
    this.interpretaComando(); //Interpretemos a String de dados.
}
}
```

## APÊNDICE K

### CLASSE SERIALRxTx DA APLICAÇÃO JAVA

```

/*
****CLASSE SERIALRxTx****.
* Comunicação Serial Java Arduino.
* By Leonardo Godoi.
*/

package Serial;
import gnu.io.CommPortIdentifier;
import gnu.io.SerialPort;
import gnu.io.SerialPortEvent;
import gnu.io.SerialPortEventListener;
import java.io.BufferedReader;
import java.io.InputStreamReader;
import java.io.OutputStream;
import java.util.Enumeration;
/**
 *
 * @author Leogodoi
 */
public class SerialRxTx implements SerialPortEventListener {
    SerialPort serialPort = null;

    private Protocolo protocolo = new Protocolo (); // Objeto de gestão do Protocolo
de comunicação.

    private String appName; //Nome da aplicação.
    private BufferedReader input; //objeto para leitura na serial.
    private OutputStream output; // Objeto que escreve na serial.

    private static final int TIME_OUT = 1000; //define o tempo de espera da
comunicação.

    private static int DATA_RATE = 9600; //define a velocidade de comunicação.

```

```
private String serialPortName = "COM3";
public boolean iniciaSerial (){
    boolean status = false;
    try {
        // obtem portas seiais do sistema.
        CommPortIdentifier portId = null;
        Enumeration portEnum = CommPortIdentifier.getPortIdentifiers();
        while (portId == null && portEnum.hasMoreElements()){
            CommPortIdentifier currPortId = (CommPortIdentifier)
portEnum.nextElement();
            if (currPortId.getName().equals(serialPortName)||
currPortId.getName().startsWith(serialPortName)){
                serialPort = (SerialPort) currPortId.open(appName, TIME_OUT);
                portId = currPortId;
                System.out.println("Conectado em: " + currPortId.getName());
                break;
            }
        }
        if (portId == null || serialPort == null){
            return false;
        }
        serialPort.setSerialPortParams(DATA_RATE,
            SerialPort.DATABITS_8,
            SerialPort.STOPBITS_1,
            SerialPort.PARITY_NONE);
        serialPort.addEventListener(this);
        serialPort.notifyOnDataAvailable(true);
        status = true;
        try {
            Thread.sleep(1000);
```

```

    } catch (InterruptedException e) {
        e.printStackTrace();
    }
    } catch (Exception e) {
        e.printStackTrace();
    }
    //se deu errada retorna falso.
    return status;
}

//Método que envia dados pela serial.
public void sendData (String data){
    try {
        output = serialPort.getOutputStream();
        output.write(data.getBytes());
    } catch (Exception e) {
        System.err.println(e.toString());
        //mensagem de informação.
    }
}

//Método que fecha a porta serial.
public synchronized void close(){
    if (serialPort != null){
        serialPort.removeEventListener();
        serialPort.close();
    }
}

@Override
public void serialEvent(SerialPortEvent spe) {
    //Método que trata a entrada de dados da serial no computador.
    try {

```

```
switch(spe.getEventType()){
    case SerialPortEvent.DATA_AVAILABLE:
        if (input == null){
            input = new BufferedReader(
                new InputStreamReader(
                    serialPort.getInputStream()));
        }
        if(input.ready()){
            protocolo.setLeituraComando(input.readLine());
            System.out.println(protocolo.getLeituraComando());
        }
        break;
        default:
            break;
    }
} catch (Exception e) {
    e.printStackTrace();
}
}

public Protocolo getProtocolo() {
    return protocolo;
}

public void setProtocolo(Protocolo protocolo) {
    this.protocolo = protocolo;
}

public static int getDATA_RATE() {
    return DATA_RATE;
}

public static void setDATA_RATE(int DATA_RATE) {
    SerialRxTx.DATA_RATE = DATA_RATE;
}
```



```
}  
public String getSerialPortName() {  
    return serialPortName;  
}  
public void setSerialPortName(String serialPortName) {  
    this.serialPortName = serialPortName;  
}  
}
```

## APÊNDICE L

**SIMCEEL – SISTEMA INFORMATIZADO DE MEDIÇÃO E MONITORAMENTO DO  
CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA**



**DOCUMENTO DE VISÃO**

**DO PROJETO SIMCELL**

**VERSÃO: 1.2**

**Autor**

**LEONARDO ANTÔNIO GODOI**

Anápolis – GO

2018

## HISTÓRICO DE REVISÃO

<b>Versão</b>	<b>Data</b>	<b>Responsável</b>	<b>Descrição</b>
0.1	08/04/2018	Leonardo A. Godoi	Elaboração do Documento
0.2	15/04/2018	Leonardo A. Godoi	Atualização do Documento
0.3	18/04/2018	Leonardo A. Godoi	Revisão do Documento
0.4	19/04/2018	Leonardo A. Godoi	Acréscimo de Diagramas
0.5	09/05/2018	Leonardo A. Godoi	Atualização da logo SIMCEEL. Revisão do Documento.
0.6	27/08/2018	Leonardo Antônio Godoi	Atualização de: Casos de Uso, Regras de Negócio, Descrição de Casos de Requisitos e Detalhamento de Casos de Uso.
0.7	28/08/2018	Leonardo A. Godoi	Atualização do Documento. Atualização do Diagrama de Casos de Uso.
0.8	28/08/2018	Leonardo A. Godoi	Atualização do Documento. Atualização na Descrição dos Requisitos.
0.9	22/09/2018	Leonardo A. Godoi	Atualização dos Diagramas de Casos de Usos e Arquitetura.
1.0	24/09/2018	Leonardo A. Godoi	Atualização do Documento.
1.1	11/10/2018	Leonardo A. Godoi	Atualização do Documento
1.2	14/11/2018	Leonardo A. Godoi	Revisão Geral e Adequação Final do Documento

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>ESCOPO</b> .....	91
<b>2.</b>	<b>STAKEHOLDERS</b> .....	92
<b>3.</b>	<b>VISÃO DO PRODUTO</b> .....	93
<b>4.</b>	<b>REGRAS DE NEGÓCIO</b> .....	94
<b>5.</b>	<b>REQUISITOS DO PROJETO</b> .....	95
<b>6.</b>	<b>DESCRIÇÃO DOS REQUISITOS</b> .....	95
<b>7.</b>	<b>FLUXO DE ATIVIDADES DO PROJETO (SCRUM)</b> .....	96
<b>8.</b>	<b>ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO</b> .....	97
<b>9.</b>	<b>MATRIZES DE RASTREABILIDADE DO PROJETO</b> .....	98
	9.1 - Matriz entre requisitos:.....	98
	9.2 - Matriz entre requisitos e casos de uso:.....	98
	9.3 - Matriz entre casos de uso:.....	98
<b>10.</b>	<b>DOCUMENTAÇÃO DA ARQUITETURA DO SOFTWARE</b> .....	99
	10.1 Finalidade.....	99
	10.2 Escopo.....	99
	10.3 Definições, Acrônimos e Abreviações.....	99
	10.4 Referências.....	100
	10.5 Visão Geral.....	100
<b>11.</b>	<b>REPRESENTAÇÃO DA ARQUITETURA</b> .....	100
<b>12.</b>	<b>METAS E RESTRIÇÕES DA ARQUITETURA</b> .....	100
<b>13.</b>	<b>VISÃO DE CASOS DE USO</b> .....	101
	13.1 Relação de Casos de Uso.....	101
	13.2 Atores.....	101
	13.3 Diagrama de Casos de Uso.....	101
	13.4 Detalhamento de Casos de Uso.....	102
<b>14.</b>	<b>VISÃO LÓGICA</b> .....	104
	14.1 Visão Geral.....	104
	14.2 Camadas.....	104
	14.3 Diagrama de Classes.....	105
<b>15.</b>	<b>VISÃO DE PROCESSOS</b> .....	105

<b>16.</b>	<b>VISÃO IMPLEMENTAÇÃO</b> .....	106
16.1	Persistência .....	107
16.2	Estrutura das Pastas .....	108
<b>17.</b>	<b>VISÃO DE IMPLANTAÇÃO</b> .....	109
<b>18.</b>	<b>TAMANHO E DESEMPENHO</b> .....	109
<b>19.</b>	<b>QUALIDADE</b> .....	109
<b>20.</b>	<b>DICIONÁRIO DO PROJETO</b> .....	110
<b>21.</b>	<b>DIFICULDADES DO PROJETO</b> .....	110
<b>22.</b>	<b>PROTÓTIPOS</b> .....	111
<b>23.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	Erro! Indicador não definido.
<b>24.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	112

## 1. ESCOPO

O crescente consumo de energia elétrica no Brasil exige soluções voltadas para a economia de energia, demandando grandes esforços e investimentos por parte de empresas e também do governo (TORREIRA, 2004). Tais soluções têm como objetivo apresentar o consumo energético em tempo real, possibilitando de forma indireta a economia desejada. Entretanto, não há disponível no mercado tecnologias de custo e instalação acessíveis, tendo assim, espaço para uma solução que atenda a essa demanda específica. Dada essa problemática, é possível desenvolver algum equipamento ou dispositivo que auxilie os consumidores de energia elétrica à conhecerem este consumo de energia em tempo real para auxiliá-los na redução do mesmo e consequentemente reduzir os custos com energia elétrica?

**SIMCEEL****2. STAKEHOLDERS**

Os principais clientes do produto SIMCEEL, são os próprios consumidores de energia elétrica predial, sendo estes residenciais, comerciais e até mesmo industriais, pois o dispositivo se aplica em qualquer tipo de instalação predial de baixa tensão.

## SIMCEEL

### 3. VISÃO DO PRODUTO

Para pessoas **que necessitam** de um sistema informatizado de medição monitoramento e consumo de energia elétrica, diante do crescente consumo de energia elétrica no Brasil, o qual exige soluções voltadas para a economia de energia demandando grandes esforços e investimentos por parte de empresas e também do governo. **É um** software que tem como objetivo apresentar o consumo energético em tempo real, possibilitando de forma indireta a economia desejada. **Possibilita** ter acesso ao consumo em tempo real de gasto e consumo de energia. **O diferencial** do nosso produto é a facilidade do manuseio mesmo, pois, utiliza *Arduino* e poderá ser facilmente utilizado. **Nosso produto** irá agilizar e simplificar o processo de gastos e consumo de energia, pois, irá apresentar as informações em tempo real.

#### Product Vision Box – Visão Geral do Produto



**Figura 01. Product Vision Box**



## SIMCEEL

## 4. REGRAS DE NEGÓCIO

<b>Identificação</b>	<b>Regras de Negócio</b>	<b>Requisitos Associados</b>
<i>RN01</i>	<i>Controle de perfil de acesso através de Login de usuário e senha</i>	<i>R01, R02, R03</i>
<i>RN02</i>	<i>Geração de relatórios deve estar associada ao usuário</i>	<i>R01, R02, R03</i>
<i>RN03</i>	<i>Acesso restrito às informações e dados do sistema</i>	<i>R01, R02, R03</i>
<i>RN04</i>	<i>Atualização de Sistema restrita aos Administradores</i>	<i>R01, R02, R03</i>

## 5. REQUISITOS DO PROJETO

Identificação	Requisitos
R01	Manter Usuário;
R02	Manter Medição;
R03	Manter Relatórios.

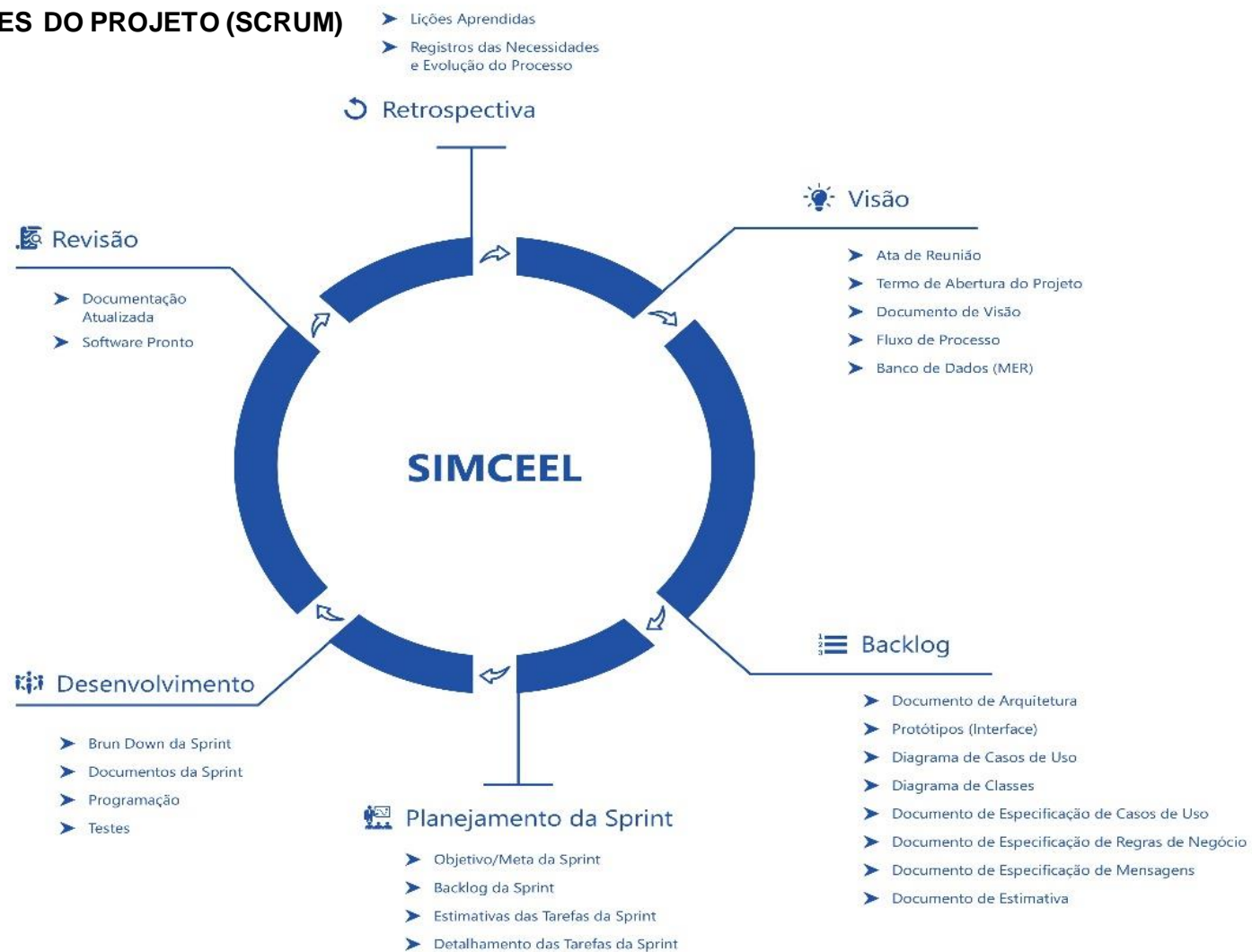
## 6. DESCRIÇÃO DOS REQUISITOS

<b>Incremento</b>	1ª iteração
<b>Nome</b>	Manter Usuário
<b>Tipo</b>	Funcional
<b>Definição</b>	É o requisito onde os dados dos usuários serão mantidos pelo sistema, permitindo ou restringindo o acesso ao sistema conforme cadastro e perfil, registro do Login e Senha.
<b>Regras de negócio associadas</b>	RN01, RN02, RN03;
<b>Limitação para criação (somente Requisitos futuros)</b>	-

<b>Incremento</b>	2ª iteração
<b>Nome</b>	Manter Medição
<b>Tipo</b>	Funcional
<b>Definição</b>	É o requisito onde os dados do ponto de medição serão mantidos e monitorados pelo sistema, ou seja, permitirá inclusão e ou alteração dos dados do ponto de medição do sistema.
<b>Regras de negócio associadas</b>	RN01, RN02, RN03;
<b>Limitação para criação (somente Requisitos futuros)</b>	-

<b>Incremento</b>	3ª iteração
<b>Nome</b>	Manter Relatório
<b>Tipo</b>	Funcional
<b>Definição</b>	É o requisito onde os dados da medição bem como o resultado dos cálculos dos valores de consumo de energia elétrica medidos em kWh, serão exibidos em relatórios de monitoramento para o usuário.
<b>Regras de negócio associadas</b>	RN01, RN02, RN03;
<b>Limitação para criação (somente Requisitos futuros)</b>	-

## 7. FLUXO DE ATIVIDADES DO PROJETO (SCRUM)



**Figura 02. Fluxo de Atividades do Projeto**

## 8. ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO

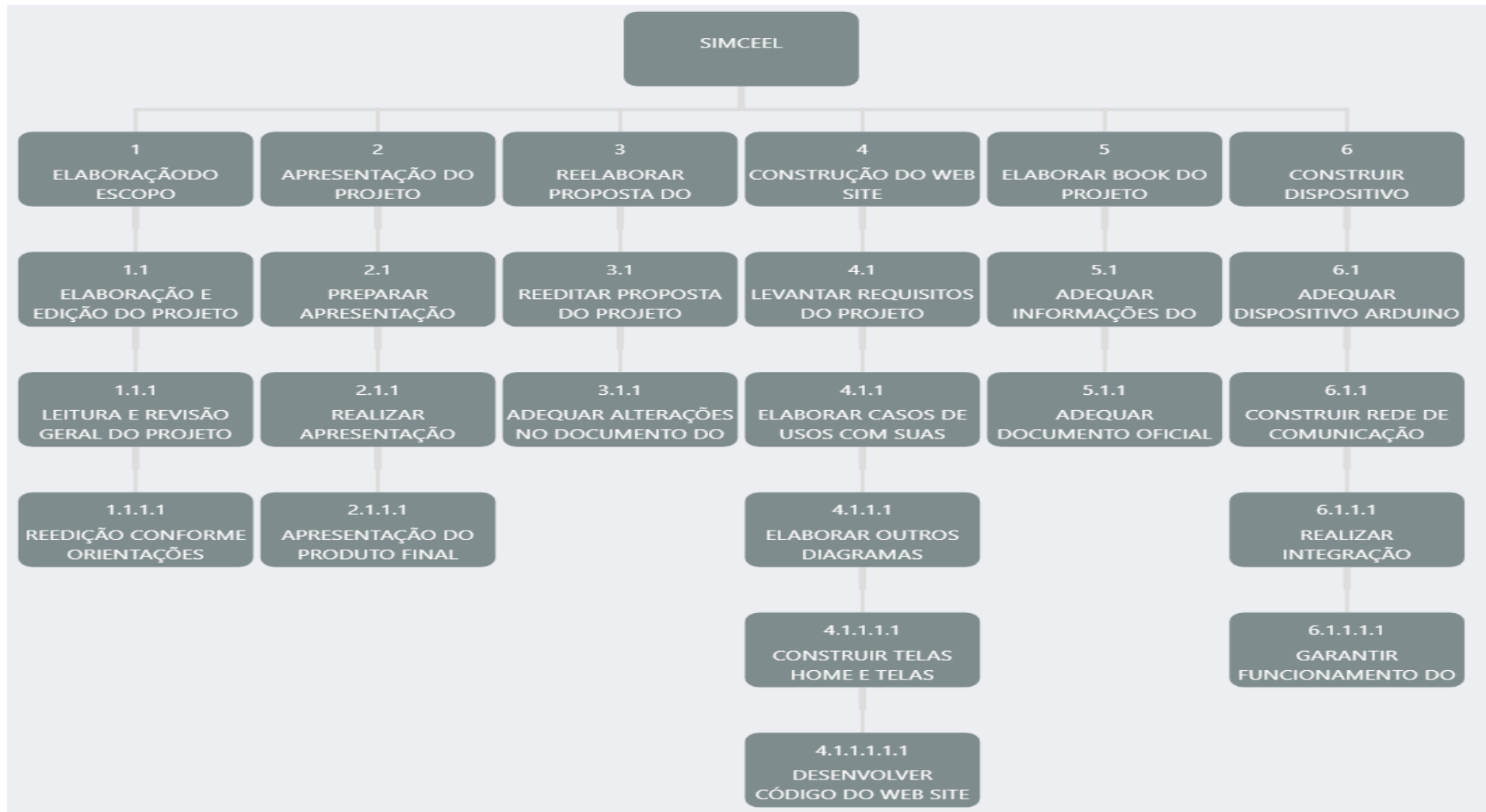


Figura 03. Estrutura Analítica do Projeto

## 9. MATRIZES DE RASTREABILIDADE DO PROJETO

### 9.1 - Matriz entre requisitos:

Requisitos	R01	R02	R03
R01		X	X
R02	X		X
R03	X	X	

*Tabela 01. Matriz entre Requisitos*

### 9.2 - Matriz entre requisitos e casos de uso:

REQ./UC	UC01	UC02	UC03
R01	X	X	X
R02	X	X	X
R03	X	X	X

*Tabela 02. Matriz entre Casos de Usos e Requisitos*

### 9.3 - Matriz entre casos de uso:

CASOS DE USO	UC01	UC02	UC03
UC01		X	X
UC02	X		X
UC03	X	X	

*Tabela 03. Matriz entre Casos de Usos*

## 10. DOCUMENTAÇÃO DA ARQUITETURA DO SOFTWARE

### 10.1 FINALIDADE

Esta documentação apresenta uma visão geral abrangente da arquitetura do sistema e utiliza uma série de visões arquiteturais diferentes para ilustrar os diversos aspectos do sistema. Sua intenção é capturar e transmitir as decisões significativas do ponto de vista da arquitetura que foram tomadas em relação ao sistema.

### 10.2 ESCOPO

Esta documentação fornece uma visão arquitetural abrangente do sistema SIMCEEL, usando diversas visões arquiteturais para representar os diferentes aspectos do mesmo.

O objetivo deste documento é capturar e comunicar as decisões arquiteturais significativas que foram tomadas em relação ao desenvolvimento do software.

### 10.3 DEFINIÇÕES, ACRÔNIMOS E ABREVIACÕES

Termo	Descrição
API	<i>Application Programming Interface</i> . Definição de um conjunto de funções ou métodos que permitem a utilização de um determinado serviço.
<i>Build</i>	Uma versão operacional de um sistema ou componente, contendo um subconjunto específico de funcionalidades que serão providos pelo produto final.
<i>Deployment</i>	Ato de colocar arquivos ou aplicações em ambiente operacional.
<i>Framework</i>	Uma solução que pode ser reusada total ou parcialmente no desenvolvimento de aplicações de um domínio particular. Pode ser utilizado como base para o desenvolvimento de novos componentes ou aplicações.
IDE	<i>Integrated Development Environment</i> . Ambiente para desenvolvimento integrado de aplicações.
MVC	<i>Model-View-Controller</i> . Padrão de projeto arquitetural no qual o <i>view</i> é responsável pela apresentação da aplicação, o <i>model</i> representa os dados e regras de negócio da aplicação e o <i>controller</i> define as interações entre o <i>model</i> e o <i>view</i> a partir das ações e dados fornecidos pelo usuário.
<i>Plug-in</i>	Componente de software que adiciona funcionalidades específicas a um sistema maior.
SGBD	Abreviação de Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados.
<i>Tag</i>	Marcação característica de linguagens com marcadores (HTML e XML, entre outras).

#### 10.4 REFERÊNCIAS

- Scrum metodologia ágil para desenvolvimento de software.  
(<http://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v1/Scrum-Guide-Portuguese-BR.pdf>).
- OpenUp processo de desenvolvimento de software.  
(<http://epf.eclipse.org/wikis/openuppt/>).
- RUP processo proprietário de engenharia de software.  
([http://www.wthreex.com/rup/portugues/process/workflow/ana\\_desi/co\\_swar ch.htm](http://www.wthreex.com/rup/portugues/process/workflow/ana_desi/co_swar ch.htm)).
- Philippe Kruchten 1995, "The 4+1 view model f architecture", *IEEE software*. 12(6), novembro de 1995. A origem das visões 4+1 utilizadas para descrição de arquitetura no RUP.  
(<http://www.wthreex.com/rup/portugues/process/referenc.htm#KRU95>).

#### 10.5 VISÃO GERAL

As secções e subsecções a seguir estão organizadas e definidas no decorrer do documento de acordo com o processo definido pelo RUP.

- Representação da Arquitetura;
- Metas e Restrições da Arquitetura;
- Visão de Casos de Uso;
- Visão Lógica;
- Visão Geral;
- Visão de Processos;
- Visão de Implementação;
- Visão de Implantação;
- Tamanho e Desempenho;
- Qualidade.

### 11. REPRESENTAÇÃO DA ARQUITETURA

A representação adotada para a arquitetura foi o denominado "Modelo de Visão 4 + 1", proposta por Kruchten, que divide a arquitetura em cinco visões: Visão de Casos de Uso, Visão Lógica, Visão de Implementação, Visão de Processos e Visão de Implantação. Essas visões são apresentadas como Modelos do Astah Community e utilizam a Linguagem de Modelagem Unificada (UML).

### 12. METAS E RESTRIÇÕES DA ARQUITETURA

Para a proposta da arquitetura, foram considerados fatores como finalidade do sistema, tipo de usuários e ambiente de execução. Sendo assim, a arquitetura a ser adotada precisa atender às seguintes características.

- Modularidade: Faz com que o sistema possua partes não acopladas, facilitando a possível substituição de componentes do mesmo.
- Reusabilidade: O reuso é considerado hoje como um dos mais importantes fatores durante o desenvolvimento de um sistema. Com isto é possível a utilização de classes e componentes em outros projetos, favorecendo o tempo de produção e a qualidade do produto desenvolvido.

### 13. VISÃO DE CASOS DE USO

#### 13.1 RELAÇÃO DE CASOS DE USO

Número	Caso de uso
UC.001	<i>Manter Usuário;</i>
UC.002	<i>Manter Medição;</i>
UC.003	<i>Manter Relatórios;</i>

#### 13.2 ATORES

Ator	Descrição
Administrador	Acadêmico do Curso de Engenharia da Computação
Clientes	Usuários de instalações elétricas prediais em geral

#### 13.3 DIAGRAMA DE CASOS DE USO

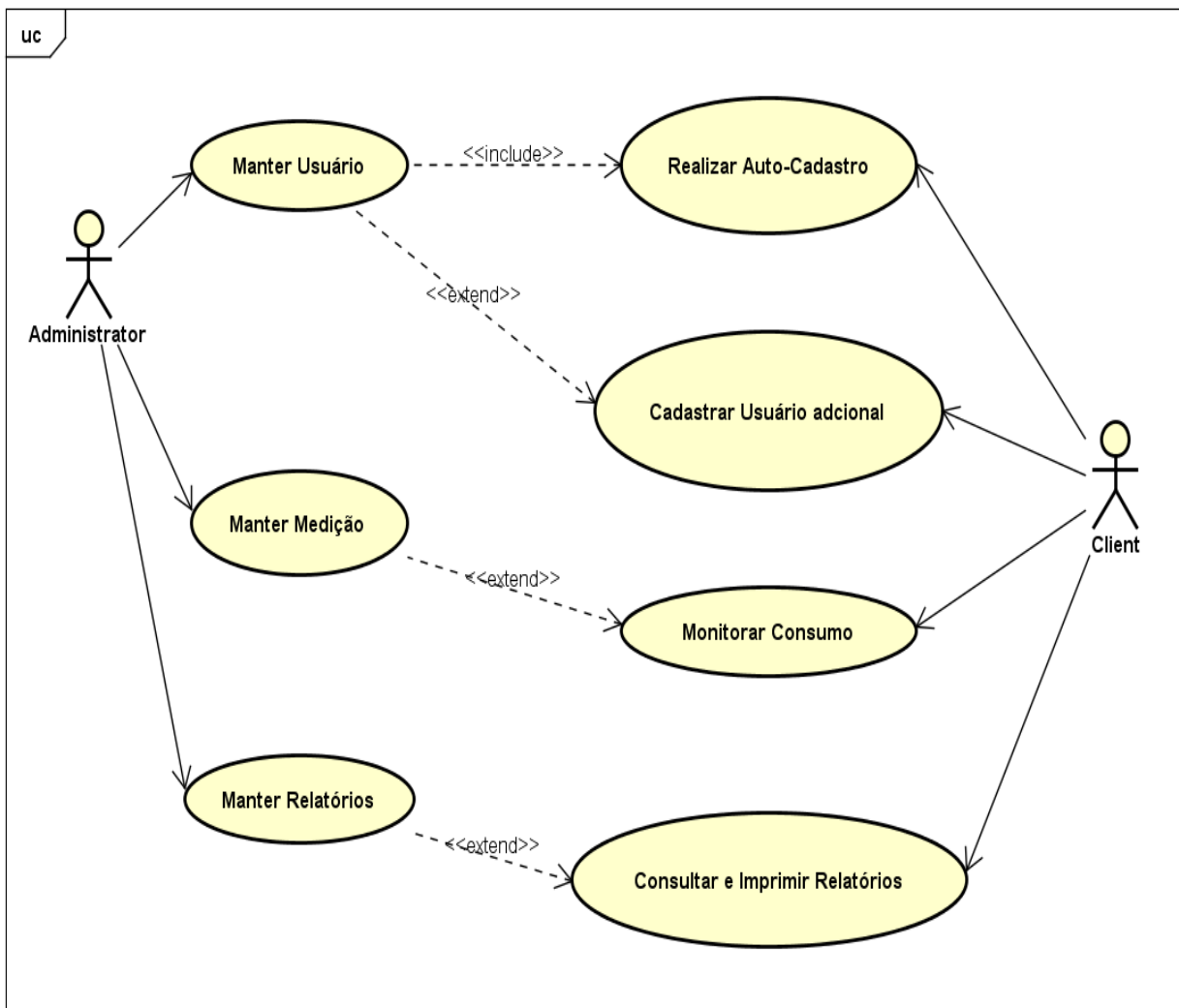


Figura 04. Diagrama de Casos de Uso



## 13.4 DETALHAMENTO DE CASOS DE USO

<b>Nome do Caso de Uso</b>	UC.001 – Manter Usuário;	
<b>Descrição</b>	Através deste caso de uso o Administrador do Projeto ou o próprio Cliente poderão incluir consultar e alterar dos dados de novos usuários e ou clientes. Poderão ainda visualizar, consultar e avaliar os dados de acesso e tipo de acesso de um usuário do sistema, além de poder gerar e imprimir relatórios de registros de log.	
<b>Requisitos Associados</b>	R01, R02, R03;	
<b>Pré Condições</b>	O ator precisar está logado no sistema. Conforme o ator o sistema libera acesso para manter acessos e tipo de acessos automaticamente.	
<b>Pós Condições</b>	O usuário deverá sempre finalizar seus acessos após terminar a utilização do sistema.	
<b>Atores</b>	Administrador do Projeto, Cliente.	
<b>Fluxo Principal</b>		
	<b>Ações Recebidas</b>	<b>Ações Realizadas</b>
	1. O ator informa o CPF do usuário;	A. O sistema busca os dados do usuário através do CPF informado; B. Se já cadastrado, o sistema abre formulário com campos preenchidos. Se não cadastrado, o sistema abre os campos em branco para serem preenchidos.
	2. O ator informa dados do usuário;	A. Sistema valida dados informados; B. Sistema grava dados do usuário. Informa que dados foram gravados com sucesso;
	3. O(s) ator(es) seleciona campos disponíveis na página de registro e os períodos para geração de relatórios;	A. O sistema busca os dados do usuário através dos flags e período informados; B. Se encontrado os dados e período informados, o sistema abre um formulário solicitando que seja preenchido pelo usuário.
	4. O(s) ator(es) informa os dados que necessitará que sejam impressos no relatório;	A. Sistema valida dados informados; B. Se dados são validados Sistema gera relatório solicitado; C. Sistema exibe mensagem de que os relatórios foram gerados com sucesso; D. Sistema abre nova janela exibindo relatórios para impressão.
	5. O(s) ator(es) visualiza relatório e solicita impressão.	A. Sistema exibe janela de configuração de impressão; B. Sistema valida dados de impressão e da impressora; C. Sistema aguarda confirmação do usuário para enviar relatório para impressão.
<b>Fluxo de Exceção 01</b>		
	<b>Ações Recebidas</b>	<b>Ações Realizadas</b>
	6. O ator não preenche corretamente todos os campos solicitados;	A. Sistema valida dados informados; B. Sistema mostra mensagem de erro informando que campo não foi preenchido corretamente;
<b>Fluxo de Exceção 02</b>		
	<b>Ações Recebidas</b>	<b>Ações Realizadas</b>
	7. O ator informa o número de CPF já existente no banco de	A. Sistema valida CPF informado; B. Sistema mostra mensagem de erro informando que

dados;	o CPF já existe no banco de dados;
8. O(s) ator(es) solicita cancelamento da impressão;	A. Sistema cancela impressão e fecha janela de impressão.

<b>Nome do Caso de Uso</b>	UC.002 – Manter Medição;
<b>Descrição</b>	Através deste caso de uso os Atores poderão visualizar, incluir, consultar e alterar os dados de pontos de medição conforme solicitação dos clientes. Poderá também visualizar e consultar gráficos de registros de consumo de energia elétrica medidos e monitorados pelo sistema, bem como gerar e imprimir relatórios deste monitoramento.
<b>Requisitos Associados</b>	R01, R02, R03;
<b>Pré Condições</b>	O Usuário precisará estar logado no sistema. Conforme o usuário, o sistema libera acessos e tipo de acessos automaticamente.
<b>Pós Condições</b>	O Usuário deverá sempre finalizar seus acessos após terminar a utilização do sistema.
<b>Atores</b>	Administrador e Cliente.
<b>Fluxo Principal</b>	
<b>Ações Recebidas</b>	<b>Ações Realizadas</b>
9. O(s) ator(es) acessam o sistema com Login e Senha;	A. O sistema busca os dados do usuário através do Login e Senha informados; B. O sistema permite acesso conforme perfil cadastrado do usuário.
10. O(s) ator(es) mantém os dados do ponto atual ou novo ponto de medição.	C. Sistema valida dados informados; D. Sistema registra os dados e informa que a alteração e ou inclusão foi realizada com sucesso, permitindo ao usuário a opção de salvar novos dados;
<b>Fluxo de Exceção 01</b>	
<b>Ações Recebidas</b>	<b>Ações Realizadas</b>
11. O ator não preenche corretamente todos os campos solicitados;	A. Sistema valida dados informados; B. Sistema mostra mensagem de erro informando que campo não foi preenchido corretamente;
<b>Fluxo de Exceção 02</b>	
<b>Ações Recebidas</b>	<b>Ações Realizadas</b>
12. O ator informa Login e Senha não cadastrados no banco de dados;	13. Sistema verifica Login e Senha informados; 14. Sistema mostra mensagem de erro informando que o usuário e ou a senha não correspondem ou não cadastrados;

<b>Nome do Caso de Uso</b>	UC.003 – Manter relatórios;
<b>Descrição</b>	Através deste caso de uso os Atores poderão gerar, visualizar, incluir, consultar, alterar e imprimir relatórios específicos no sistema.
<b>Requisitos Associados</b>	R01, R02, R03;
<b>Pré Condições</b>	Os Usuários precisarão estar logado no sistema. Conforme o usuário, o sistema libera acessos e tipos de acessos automaticamente.
<b>Pós Condições</b>	O usuário deverá sempre finalizar seus acessos após terminar a utilização do sistema.
<b>Atores</b>	Administrador e Cliente.
<b>Fluxo Principal</b>	

Ações Recebidas	Ações Realizadas
15. O(s) ator(es) acessam o sistema com Login e Senha;	A. O sistema busca os dados do usuário através do Login e Senha informados; B. O sistema permite acesso conforme perfil cadastrado do usuário.
16. O(s) ator(es) busca e seleciona os dados monitorados para gerar o relatório.	C. Sistema valida dados informados; D. Sistema encontra os dados e informa que relatório foi gerado com sucesso, permitindo ao usuário as opções de salvar ou imprimir relatório;
Fluxo de Exceção 01	
Ações Recebidas	Ações Realizadas
17. O ator não seleciona corretamente todos os campos solicitados para geração do(s) relatório(s);	E. Sistema valida dados informados; F. Sistema mostra mensagem de erro informando que campo(s) não foi selecionado corretamente;
Fluxo de Exceção 02	
Ações Recebidas	Ações Realizadas
18. O ator informa Login e Senha não cadastrados no banco de dados;	G. Sistema verifica Login e Senha informados; H. Sistema mostra mensagem de erro informando que o usuário e ou a senha não correspondem ou não cadastrados;

## 14. VISÃO LÓGICA

### 14.1 VISÃO GERAL

Esta subseção descreve toda a decomposição do modelo de design em termos de camadas e de hierarquia de pacotes.

### 14.2 CAMADAS

A visão em camadas descreve a organização dos elementos de projeto em grupos, independente de seu empacotamento físico ou deployment.

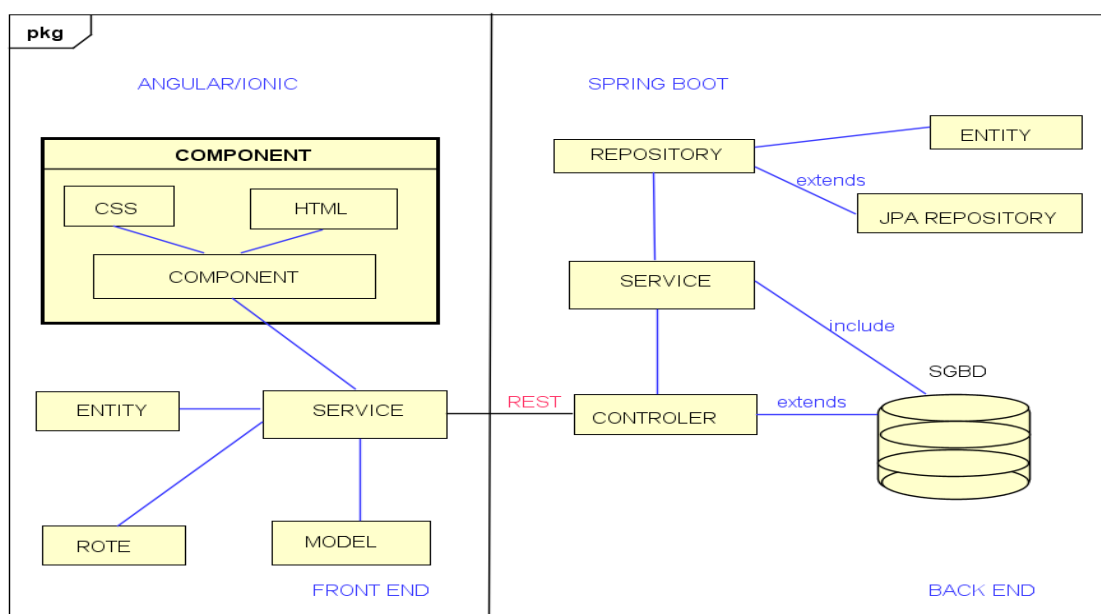


Figura 05 – Diagrama de Arquitetura - Camadas do SIMCEEL

### 14.3 DIAGRAMA DE CLASSES

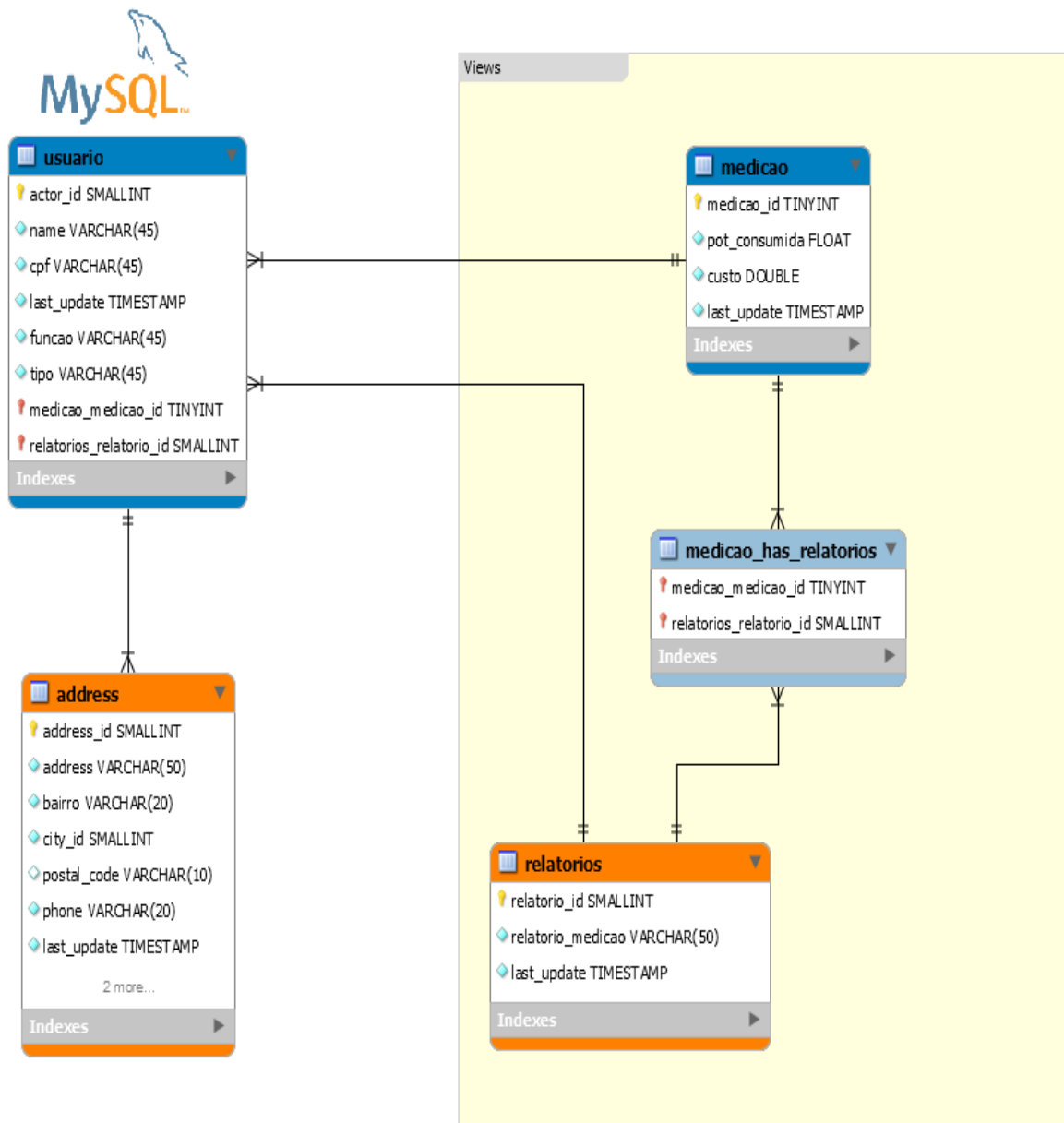


Figura 06. Diagrama de Classes

## 15. VISÃO DE PROCESSOS

O sistema é gerenciado por meio de processos, esses processos podem ser divididos com base na sua capacidade de influência para o sistema como um todo, podendo ser classificados em dois tipos :

**Processos leves:** São processos de baixa importância dentro do sistema, tais como threads de baixa prioridade criadas para processamento paralelo.

**Processos pesados:** São processos de alto impacto dentro do sistema como um todo, em que o má gerenciamento pode comprometer outras áreas do sistema, tais como threads criadas para a interação com o usuário.

## 16. VISÃO IMPLEMENTAÇÃO

A arquitetura proposta pelo sistema SIMCEEL possui diversos componentes de negócio que utilizam as seguintes tecnologias.

Tecnologias	Descrição
Java 8	Linguagem de programação OO.
Spring Boot	Esse Framework é um recurso de automatização que serve para ajudar a preparar o ambiente de configuração do Spring.
Spring JPA	O Spring JPA é útil para desenvolvedores que fazem uso de persistência de dados em suas aplicações e procuram uma forma mais rápida, simples e eficaz de implementá-la.
Spring MVC	Esse framework implementa um grande número de funções, como injeção de dependência, persistência de dados e uma implementação para o padrão MVC para a criação de aplicações WEB.
Hibernate	É um framework para realizar o mapeamento objeto relacional (ORM) escrito na linguagem Java, onde seu principal objetivo é diminuir a complexidade envolvida no desenvolvimento de aplicações que necessitam trabalhar com banco de dados relacional, onde ele realiza a intermediação entre o banco de dados e sua aplicação, poupando o desenvolvedor de ter que se preocupar com instruções SQL para recuperar ou persistir os dados do seu software.
Banco de Dados PostgreSQL	PostgreSQL é um sistema gerenciador de banco de dados objeto relacional (SGBDOR).
Bootstrap	Framework front-end.
Tomcat	Servlet container que é utilizado como Implementação de Referência para as tecnologias Java Servlets e Java Server Pages. Será utilizado para a realização de deployments e testes da aplicação durante seu desenvolvimento.

## 16.1 PERSISTÊNCIA

A persistência dos dados manipulados pela aplicação se dará através da utilização do PostgreSQL como SGBD.

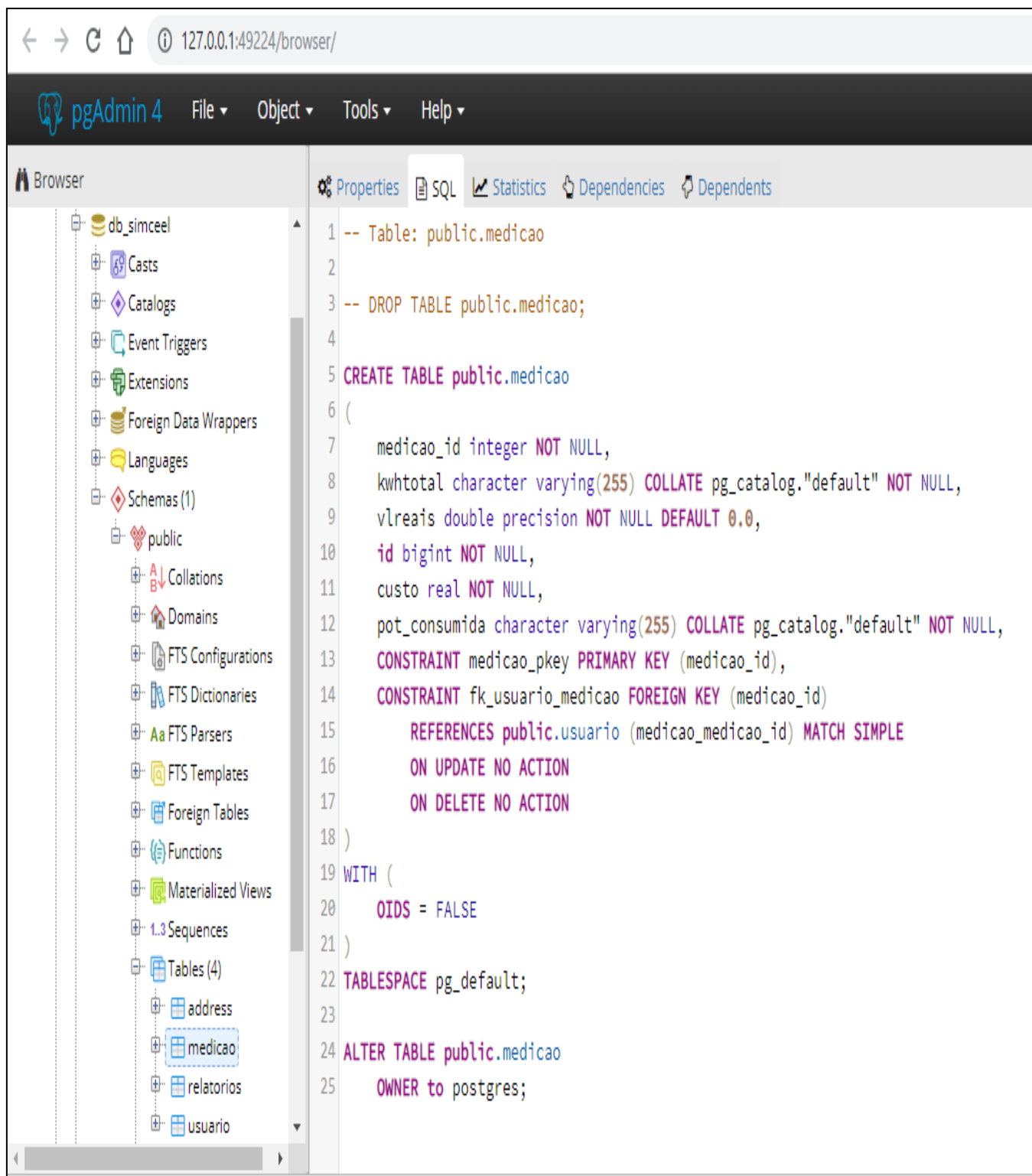


Figura 07. Tela do SGBD PostgreSQL

## 16.2 ESTRUTURADAS PASTAS

Esta secção apresenta a estrutura de pastas do sistema SIMCEEL.

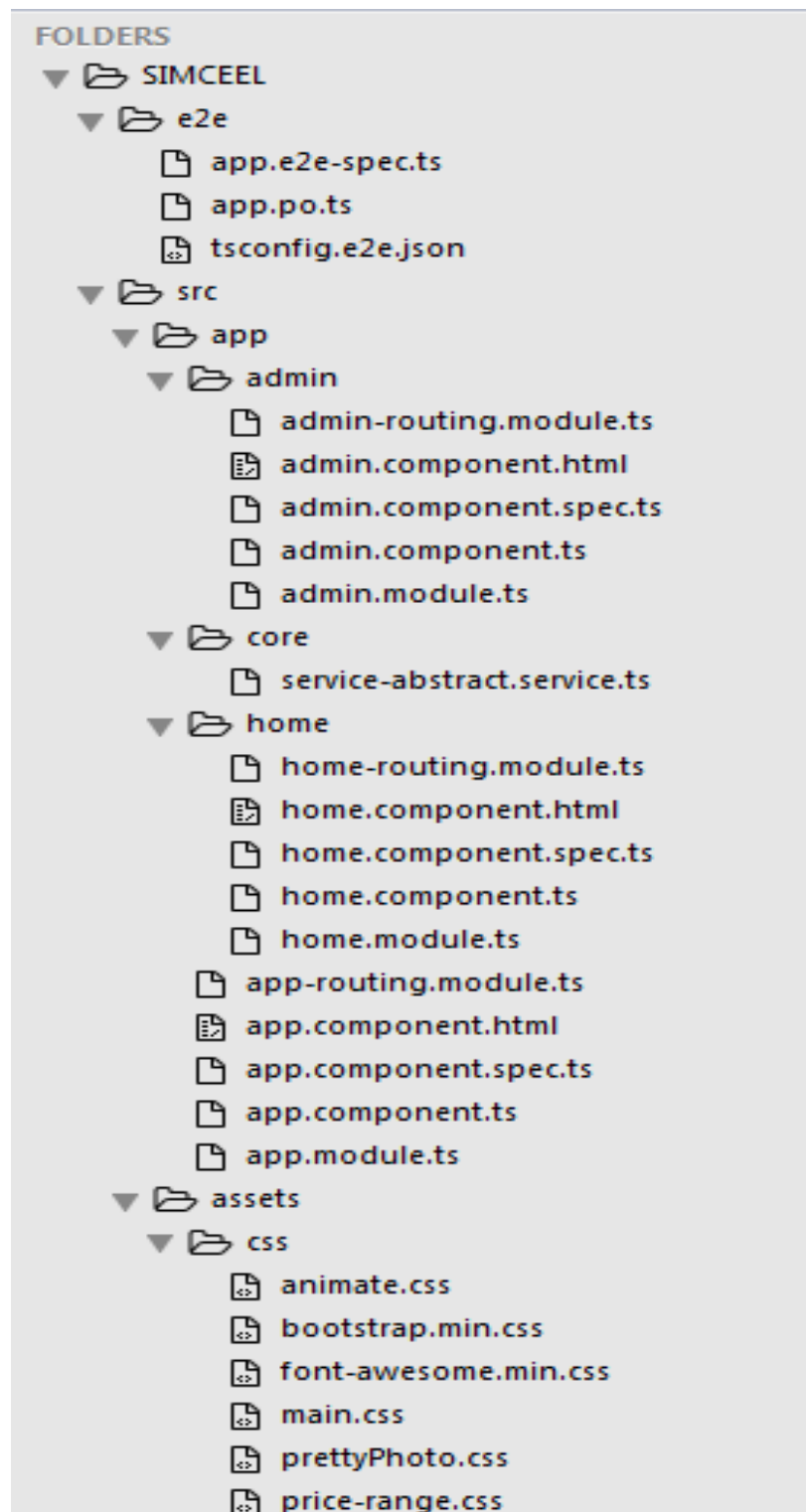
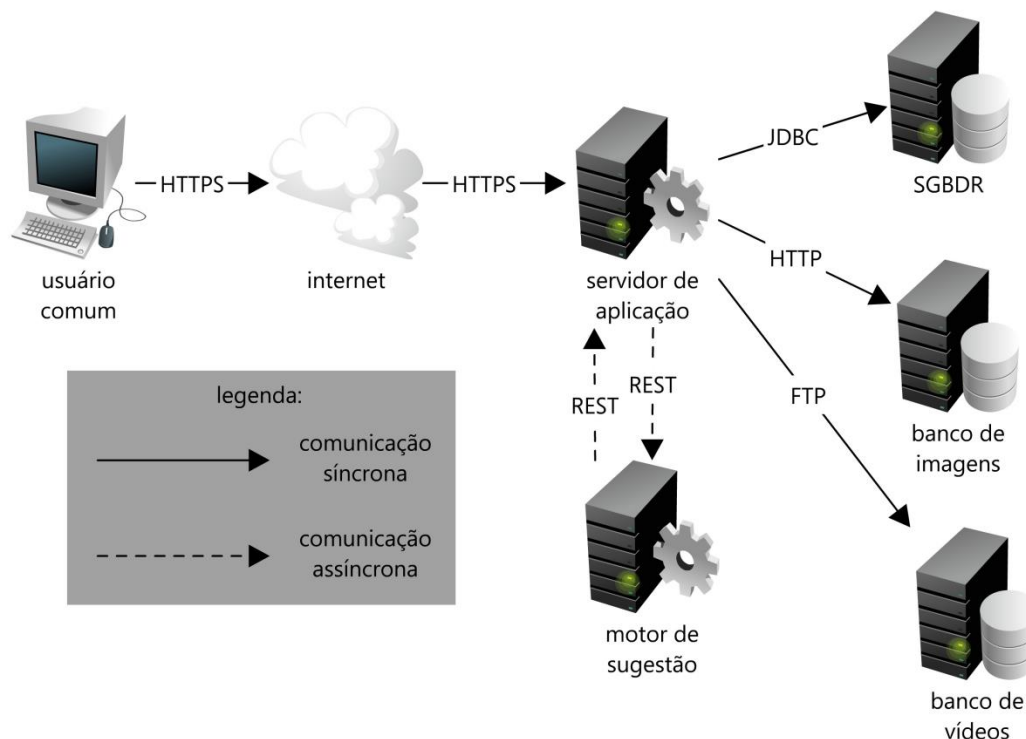


Figura 08 – Estrutura das Pastas

### 17. VISÃO DE IMPLANTAÇÃO

Esta secção apresenta como o sistema deve ser mapeado para o hardware.



### 18. TAMANHO E DESEMPENHO

Esta secção descreve as características volumétricas e de capacidade de resposta do sistema para definição da arquitetura.

Ação	Sistema
Usuários	O sistema deverá ser capaz de suportar o acesso simultâneo de 100 usuários.

### 19. QUALIDADE

Requisito	Descrição
Confiabilidade	Tolerância a falhas: O sistema deverá continuar no ar mesmo quando ocorrer falhas.
Funcionalidade	Adequabilidade: O sistema deverá possuir formulários de fácil preenchimento de acordo com às necessidades do usuário.
Manutenibilidade	Testabilidade: O sistema deverá ser capaz de sofrer modificações e ser validado após a realização das modificações.



Usabilidade	<p>Operabilidade: O sistema deverá ser de fácil manuseio para o usuário.</p> <p>Apreensibilidade: O sistema deverá possuir uma interface amigável para ser de fácil uso para o usuário.</p> <p>Atratividade: O sistema deverá possuir uma interface atrativa, capaz de prender a atenção do usuário.</p>
-------------	--

## 20. DICIONÁRIO DO PROJETO

Termo	Definição	Sinônimo
LOGIN	Processo de acesso a uma rede protegida, o qual permite ao usuário acender a um sistema informatizado mediante a introdução da sua identificação e senha.	Nome de usuário. Senha.
Usuário	Indivíduos, clientes ou desenvolvedores, os quais realizam acessos conforme restrições do sistema, a fim de acessar e monitorar os dados e informações.	Cliente. Desenvolvedores
Sistema	Conjunto de dados, informações, hardwares e componentes, os quais interagem entre si, a fim de controlar ou monitorar determinadas situações e ou condições que se desejam conhecer.	Conjunto Harmônico entre Software e Hardwares.
Vinculação	Característica que agrega funções ao usuário quanto aos locais de medição cadastrados.	Agregação

## 21. DIFICULDADES DO PROJETO

Dificuldades	Propostas de Soluções
1. Custos do Dispositivo Arduíno e componentes necessários para construir o protótipo do projeto.	Parcelar os custos e procurar empresas na internet que forneçam os itens à um preço mais justo;
2. Desenvolvimento do site web, bem como os artefatos necessários para alimentar a página construída e linkar os dados do software do dispositivo ao banco de dados.	Procurar orientação com os professores e estudar literaturas que auxiliem no aprendizado, bem como assistir vídeo-aulas sobre os assuntos;
3. Armazenamento dos dados do sistema e utilização de sistemas de estacionamento de páginas web.	Procurar servidores de hospedagem e armazenamento com custos acessíveis para acadêmicos.

## 22. PROTÓTIPOS

Tela principal de acesso ao sistema.

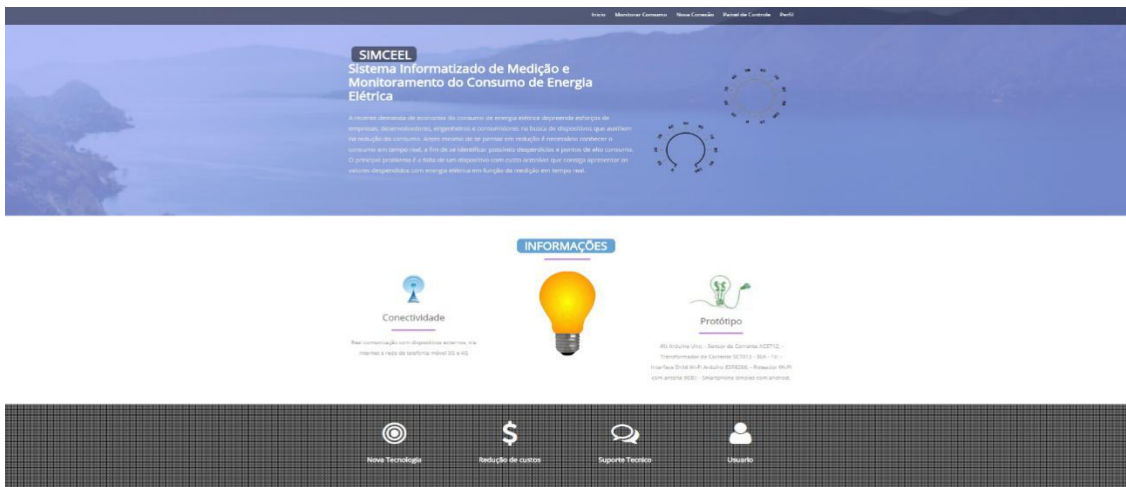


Figura 06. Tela principal de acesso ao sistema.

Tela de cadastro de novo ponto de medição.



Figura 07. Tela de cadastro de novo ponto de medição.

Tela de monitoramento e tomada de decisão em tempo real.

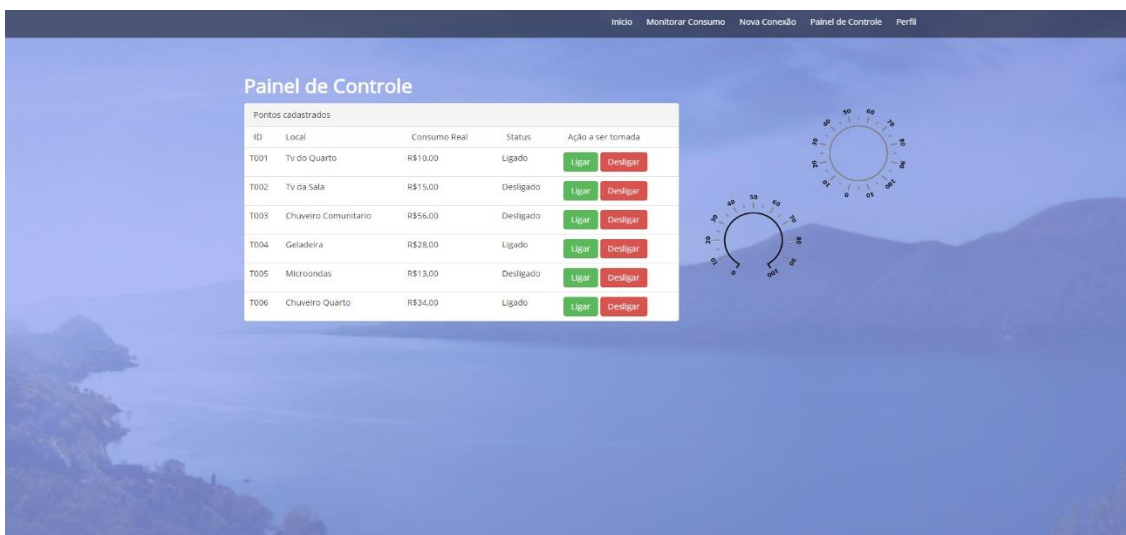


Figura 08. Tela de monitoramento e tomada de decisão em tempo real.

23. ANEXOS

Logomarca SIMCEEL



*Figura 09. Logomarca SIMCEEL*

## APÊNDICE M

### CÓDIGO FONTE - CLASSE INDEX.HTML DA APLICAÇÃO JAVA WEB

```

<!DOCTYPE html>
<html xmlns="http://www.w3.org/2017/xhtml">
<head>
  <meta charset="utf-8" />
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1, maximum-
scale=1" />
  <meta name="description" content="" />
  <meta name="author" content="" />
  <title>SIMCEEL</title>
  <link href="assets/css/bootstrap.css" rel="stylesheet" />
  <link href="assets/css/font-awesome.css" rel="stylesheet" />
  <link href="assets/css/prettyPhoto.css" rel="stylesheet" />
  <link href="assets/css/style.css" rel="stylesheet" />
  <link href="assets/css/themes/light.css" rel="stylesheet" />
  <link href='http://fonts.googleapis.com/css?family=Open+Sans' rel='stylesheet'
type='text/css' />
</head>
<body>
  <div class="navbar navbar-inverse navbar-fixed-top scrollclass">
    <div class="container">
      <div class="navbar-collapse collapse">
        <ul class="nav navbar-nav navbar-right">
          <li><a href="index-light.html">Inicio</a></li>
          <li><a href="monitor1.html">Monitorar Consumo</a></li>
          <li><a href="novaconexao.html">Nova Conexão</a></li>
          <li><a href="paineldecontrole.html">Painel de Controle</a></li>
        </ul>
      </div>
    </div>
  </div>

```

```

</div>
<div id="home-sec">
  <div class="overlay">
    <div class="container">
      <div class="col-md-8 pad-top scrollclass">
        <h1>
          <strong><mark>SIMCEEL </mark><br/>Sistema Informatizado de
Medição e Monitoramento do Consumo de Energia Elétrica</strong>
        </h1>
        <p class="home-p" align="justify">
          A recente demanda de economia do consumo de energia elétrica
depreende esforços de empresas, desenvolvedores, engenheiros e consumidores
na busca de dispositivos que auxiliem na redução do consumo. Antes mesmo de se
pensar em redução é necessário conhecer o consumo em tempo real, a fim de se
identificar possíveis desperdícios e pontos de alto consumo. O principal problema é
a falta de um dispositivo com custo acessível que consiga apresentar os valores
despendidos com energia elétrica em função da medição em tempo real.
        </p>
      </div>
      <div class="col-md-4 img-home-side ">
        
      </div>
    </div>
  </div>
</div>
<!--END HOME SECTION-->
<section id="features-sec">
  <div class="container">
    <div class="row text-center min-set">
      <div class="col-md-12">
        <h2><mark class="head-glow">INFORMAÇÕES &nbsp;   </mark></h2>
        <hr class="sub-hr" />
      </div>
    </div>
  </div>

```

```

</div>
<div class="row">
  <div class="col-md-4 text-center">
    
    <h3>Conectividade</h3>
    <hr />
    <p>
      Real comunicação com dispositivos externos, via internet e rede de
      telefonia móvel
      3G e 4G
    </p>
  </div>
  <div class="col-md-4 text-center">
    
  </div>
  <div class="col-md-4 text-center" style="padding-top: 10px;">
    
    <h3>Protótipo</h3>
    <hr />
    <p>
      -Kit Arduíno Uno; - Transformador de Corrente SCT013 - 20A - 1V; -
      Interface Shild Wi-Fi Arduíno WeMos D1; - Roteador Wi-Fi com antena 9DBi; -
      Smartphone simples com android.
    </p>
  </div>
</div>
</div>
</div>
</section>
<!--END FEATURES SECTION-->
<!--END SKILL SECTION-->
<!-- JAVASCRIPT FILES PLACED AT THE BOTTOM TO REDUCE THE
LOADING TIME -->

```

```
<!-- CORE JQUERY -->
<script src="assets/js/jquery-1.11.1.js"></script>
<!-- BOOTSTRAP SCRIPTS -->
<script src="assets/js/bootstrap.js"></script>
<!-- PRETTYPHOTO SCRIPTS -->
<script src="assets/js/jquery.prettyPhoto.js"></script>
<!-- PORTFOLIO FILTER PLUGIN -->
<script src="assets/js/jquery.mixitup.min.js"></script>
<!-- NICE SCROLL SCRIPTS -->
<script src="assets/js/jquery.nicescroll.min.js"></script>
<!-- EASING SCROLL SCRIPTS -->
<script src="assets/js/jquery.easing.min.js"></script>
<!-- CUSTOM SCRIPTS -->
<script src="assets/js/custom.js"></script>
</body>
</html>
```

## APÊNDICE N

### **CÓDIGO FONTE - CLASSE MONITOR.HTML DA APLICAÇÃO JAVA WEB**

```
<!DOCTYPE html>
<html xmlns="http://www.w3.org/2017/xhtml">
<head>
  <meta charset="utf-8" />
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1, maximum-
scale=1" />
  <meta name="description" content="" />
  <meta name="author" content="" />
  <title>SIMCEEL</title>
  <link href="assets/css/bootstrap.css" rel="stylesheet" />
  <link href="assets/css/font-awesome.css" rel="stylesheet" />
  <link href="assets/css/prettyPhoto.css" rel="stylesheet" />
  <link href="assets/css/style.css" rel="stylesheet" />
  <link href="assets/css/themes/light.css" rel="stylesheet" />
  <link href='http://fonts.googleapis.com/css?family=Open+Sans' rel='stylesheet'
type='text/css' />
</head>
<body>
  <div class="navbar navbar-inverse navbar-fixed-top scrollclass">
    <div class="container">
      <div class="navbar-collapse collapse">
        <ul class="nav navbar-nav navbar-right">
          <li><a href="index-light.html">Inicio</a></li>
          <li><a href="monitor1.html">Monitorar Consumo</a></li>
          <li><a href="novaconexao.html">Nova Conexão</a></li>
          <li><a href="paineldecontrole.html">Painel de Controle</a></li>
        </ul>
      </div>
    </div>
  </div>
</body>
</html>
```



```

</div>
<div id="home-sec">
  <div class="overlay">
    <div class="container">
      <div class="col-md-8 pad-top scrollclass">
        <form action="/action_page.php">
          <h1>Monitor de Consumo Total da Residência</h1>
          <div class="panel panel-default">
            <table class="table">
              <tr><td>Potência Instalada (watt):</td> <td> 80.0 </td>
              <tr><td>Consumo (KWH):</td> <td>0,56kWh</td>
              <tr><td>Corrente do circuito:</td> <td>0.4A</td>
              <tr><td>Custo diario:</td> <td>R$12,35</td>
              <tr><td>Custo total mensal:</td> <td>R$243,60</td>
            </table>
          </div>
          <button type="button" class="btn btn-success"
name="btn" onclick="window.location.href='novaconexao.html'">Nova
Conexão</button>
</form><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>
        </div>
        <div class="col-md-4 img-home-side ">
          
        </div>
      </div>
    </div>
  </div>
  <div class="col-md-4">
  </div>
  </div>
  </div>
  <div class="col-md-8">
    <!-- JAVASCRIPT FILES PLACED AT THE BOTTOM TO REDUCE
THE LOADING TIME -->
    <!-- CORE JQUERY -->
    <script src="assets/js/jquery-1.11.1.js"></script>
  </div>

```

```
<!-- BOOTSTRAP SCRIPTS -->
<script src="assets/js/bootstrap.js"></script>
<!-- PRETTYPHOTO SCRIPTS -->
<script src="assets/js/jquery.prettyPhoto.js"></script>
<!-- PORTFOLIO FILTER PLUGIN -->
<script src="assets/js/jquery.mixitup.min.js"></script>
<!-- NICE SCROLL SCRIPTS -->
<script src="assets/js/jquery.nicescroll.min.js"></script>
<!-- EASING SCROLL SCRIPTS -->
<script src="assets/js/jquery.easing.min.js"></script>
<!-- CUSTOM SCRIPTS -->
<script src="assets/js/custom.js"></script>
</body>
</html>
```

## APÊNDICE O

### CÓDIGO FONTE - CLASSE NOVACONEXÃO.HTML DA APLICAÇÃO JAVA WEB

```

<!DOCTYPE html>
<html xmlns="http://www.w3.org/2017/xhtml">
<head>
    <meta charset="utf-8" />
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1,
maximum-scale=1" />
    <meta name="description" content="" />
    <meta name="author" content="" />
    <title>SIMCEEL</title>
    <link href="assets/css/bootstrap.css" rel="stylesheet" />
    <link href="assets/css/font-awesome.css" rel="stylesheet" />
    <link href="assets/css/prettyPhoto.css" rel="stylesheet" />
    <link href="assets/css/style.css" rel="stylesheet" />
    <link href="assets/css/themes/light.css" rel="stylesheet" />
    <link href='http://fonts.googleapis.com/css?family=Open+Sans' rel='stylesheet'
type='text/css' />
</head>
<body>
    <div class="navbar navbar-inverse navbar-fixed-top scrollclass">
        <div class="container">
            <div class="navbar-collapse collapse">
                <ul class="nav navbar-nav navbar-right">
                    <li><a href="index-light.html">Inicio</a></li>
                    <li><a href="monitor1.html">Monitorar
Consumo</a></li>
                    <li><a href="novaconexao.html">Nova
Conexão</a></li>
                    <li><a href="paineldecontrole.html">Painel de
Controle</a></li>
                </ul>

```

```

        </div>
    </div>
</div>
<div id="home-sec">
    <div class="overlay">
        <div class="container">
            <div class="col-md-8 pad-top scrollclass">
                <h1>Novo Ponto de Medição</h1>
                <form action="/action_page.php">
                    <div class="form-group">
                        <label for="pwd">Loca da
Instalação</label>
                            <input type="text" class="form-control"
id="pwd" placeholder="Tv da sala, Chuveiro, etc." name="pwd">
                        </div>
                        <div class="form-group">
                            <label for="pwd">Potencia
instalada</label>
                            <input type="text" class="form-control"
id="pwd" placeholder="KW" name="pwd">
                        </div>
                        <div class="form-group">
                            <label for="pwd">Potencia
reativa</label>
                            <input type="text" class="form-control"
id="pwd" placeholder="KVAR" name="pwd">
                        </div>
                            <button type="button" class="btn btn-
success" name="btn" onclick="window.location.href='index-
light.html'">Salvar</button>
                    </form>
                </div>
            <div class="col-md-4 img-home-side ">

```

```


</div>

</div><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>
</div>

</div>

<!-- JAVASCRIPT FILES PLACED AT THE BOTTOM TO REDUCE THE
LOADING TIME -->

<!-- CORE JQUERY -->
<script src="assets/js/jquery-1.11.1.js"></script>

<!-- BOOTSTRAP SCRIPTS -->
<script src="assets/js/bootstrap.js"></script>

<!-- PRETTYPHOTO SCRIPTS -->
<script src="assets/js/jquery.prettyPhoto.js"></script>

<!-- PORTFOLIO FILTER PLUGIN -->
<script src="assets/js/jquery.mixitup.min.js"></script>

<!-- NICE SCROLL SCRIPTS -->
<script src="assets/js/jquery.nicescroll.min.js"></script>

<!-- EASING SCROLL SCRIPTS -->
<script src="assets/js/jquery.easing.min.js"></script>

<!-- CUSTOM SCRIPTS -->
<script src="assets/js/custom.js"></script>

</body>
</html>
```

## APÊNDICE P

### CÓDIGO FONTE - CLASSE PAINEL DE CONTROLE.HTML DA APLICAÇÃO JAVA WEB

```

<!DOCTYPE html>
<html xmlns="http://www.w3.org/2017/xhtml">
<head>
    <meta charset="utf-8" />
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1,
maximum-scale=1" />
    <meta name="description" content="" />
    <meta name="author" content="" />
    <title>SIMCEEL</title>
    <link href="assets/css/bootstrap.css" rel="stylesheet" />
    <link href="assets/css/font-awesome.css" rel="stylesheet" />
    <link href="assets/css/prettyPhoto.css" rel="stylesheet" />
    <link href="assets/css/style.css" rel="stylesheet" />
    <link href="assets/css/themes/light.css" rel="stylesheet" />
    <link href='http://fonts.googleapis.com/css?family=Open+Sans' rel='stylesheet'
type='text/css' />
</head>
<body>
    <div class="navbar navbar-inverse navbar-fixed-top scrollclass">
        <div class="container">
            <div class="navbar-collapse collapse">
                <ul class="nav navbar-nav navbar-right">
                    <li><a href="index-light.html">Inicio</a></li>
                    <li><a href="monitor1.html">Monitorar
Consumo</a></li>
                    <li><a href="novaconexao.html">Nova
Conexão</a></li>
                    <li><a href="paineldecontrole.html">Painel de
Controle</a></li>

```

```

        </ul>
    </div>
</div>
</div>
<div id="home-sec">
    <div class="overlay">
        <div class="container">
            <div class="col-md-8 pad-top scrollclass">
                <form action="/action_page.php">
                    <h1>Painel de Controle</h1>
                    <div class="panel panel-default">
                        <div class="panel-heading">Pontos
cadastrados</div>
                        <!-- Table -->
                        <table class="table">
                            <tr><td>&nbsp; ID &nbsp;</td>
<td> Local </td> <td> &nbsp; Consumo Real &nbsp;</td> <td> &nbsp; Status
&nbsp;</td> <td>&nbsp; Ação a ser tomada &nbsp;</td> </tr>
                            <tr><td>T001</td> <td> Tv do
Quarto </td> <td> R$5,00 </td> <td> Ligado </td> <td> <button class="btn btn-
success">Ligar</button>&nbsp;<button class="btn btn-danger">Desligar</button>
</td> </tr>
                            <tr><td>T002</td> <td> Tv da
Sala </td> <td> R$3,00 </td> <td> Desligado </td> <td> <button class="btn btn-
success">Ligar</button>&nbsp;<button class="btn btn-danger">Desligar</button>
</td> </tr>
                            <tr><td>T003</td> <td>
Chuveiro </td> <td> R$16,00 </td> <td> Desligado </td> <td> <button class="btn
btn-success">Ligar</button>&nbsp;<button class="btn btn-
danger">Desligar</button> </td> </tr>
                            <tr><td>T004</td> <td>
Geladeira </td> <td> R$21,00 </td> <td> Ligado </td> <td> <button class="btn btn-
success">Ligar</button>&nbsp;<button class="btn btn-danger">Desligar</button>
</td> </tr>
                            <tr><td>T005</td> <td>
Microondas </td> <td> R$4,00 </td> <td> Desligado </td> <td> <button class="btn

```





