

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS IPORÁ
CURSO DE TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

JOSÉ LOURIZON BASTOS NASCIMENTO

ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE
AUTOMAÇÃO DE REDES DE ENERGIA ELÉTRICA DE BAIXA
TENSÃO

Iporá-GO
Outubro - 2022

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS IPORÁ
CURSO DE TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

JOSÉ LOURIZON BASTOS NASCIMENTO

ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE
AUTOMAÇÃO DE REDES DE ENERGIA ELÉTRICA DE BAIXA
TENSÃO

Trabalho de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Iporá, como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, sob orientação do Professor Dr. Thamer Horbylon Nascimento.

Iporá-GO
Outubro - 2022

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

N244a Nascimento, José Lourizon Bastos
ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE
AUTOMAÇÃO DE REDES DE ENERGIA ELÉTRICA DE BAIXA
TENSÃO / José Lourizon Bastos Nascimento; orientador
Thamer Horbylon Nascimento. -- Iporá, 2022.
69 p.

TCC (Graduação em Tecnologia em Análise e
Desenvolvimento de Sistemas) -- Instituto Federal
Goiano, Campus Iporá, 2022.

1. Automação Residencial. 2. Internet das Coisas.
3. Eletricidade. 4. Arduino. 5. Java. I. Nascimento,
Thamer Horbylon, orient. II. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica (assinale com X)

- Tese
- Dissertação
- Monografia - Especialização
- Artigo - Especialização
- TCC - Graduação
- Artigo Científico
- Capítulo de Livro
- Livro
- Trabalho Apresentado em Evento
- Produção técnica. Qual: _____

Nome Completo do Autor: **José Lourizon Bastos Nascimento**

Matrícula: **2014105210430124**

Título do Trabalho: **ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE AUTOMAÇÃO DE REDES DE ENERGIA ELÉTRICA DE BAIXA TENSÃO**

Restrições de Acesso ao Documento [Preenchimento obrigatório]

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: **15/12/2022**.

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

1. O documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
2. Obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
3. Cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Iporá, 15 de dezembro de 2022

José Lourizon Bastos Nascimento

Assinado eletronicamente pelo o Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Thamer Horbylon Nascimento

Assinatura eletrônica do(a) orientador(a)

Documento assinado eletronicamente por:

- José Lourizon Bastos Nascimento, 2014105210430124 - Discente, em 15/12/2022 11:10:32.
- Thamer Horbylon Nascimento, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 15/12/2022 08:48:36.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 15/12/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 453470
Código de Autenticação: 1622469e53



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Iporá
Av. Oeste, Parque União, 350, Parque União, IPORÁ / GO, CEP 76.200-000
(64) 3674-0400



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 69/2022 - GE-IP/CMPIPR/IFGOIANO

ATA DA SESSÃO DE JULGAMENTO DO TRABALHO DE CURSO
DE JOSÉ LOURIZON BASTOS NASCIMENTO

Aos vinte e sete dias do mês de outubro de dois mil e vinte e dois, às quinze horas e quarenta e sete minutos, no Laboratório de Informática I (sala 10 do bloco IV) do Instituto Federal Goiano – Câmpus Iporá, reuniu-se, em sessão pública, a banca examinadora designada na forma regimental pela Coordenação do Curso para julgar o trabalho de curso intitulado “**ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE AUTOMAÇÃO DE REDES DE ENERGIA ELÉTRICA DE BAIXA TENSÃO**”, apresentada pelo acadêmico **José Lourizon Bastos Nascimento** como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas. A banca examinadora foi presidida pelo orientador do trabalho de curso, Professor Doutor Thamer Horbylon Nascimento, tendo como membros o Professor Especialista Carlos Antônio Ferreira e o Professor Doutor Newarney Torrezão da Costa. Aberta a sessão, o acadêmico expôs seu trabalho. Em seguida, foi arguido pelos membros da banca e:

() tendo demonstrado suficiência de conhecimento e capacidade de sistematização do tema de seu trabalho de curso, a banca conclui pela **aprovação** do acadêmico, sem restrições.

() tendo demonstrado suficiência de conhecimento e capacidade de sistematização do tema de seu trabalho de curso, a banca conclui pela **aprovação** do acadêmico, **condicionada a satisfazer as exigências** listadas na Folha de Modificação de Trabalho de Curso anexa à presente ata, no prazo máximo de 60 dias, a contar da presente data, ficando o professor orientador responsável por atestar o cumprimento dessas exigências.

() não tendo demonstrado suficiência de conhecimento e capacidade de sistematização do tema de seu trabalho de curso, a banca conclui pela **reprovação** do acadêmico.

Conforme avaliação individual de cada membro da banca, será atribuída a nota **10,0 (dez)** para fins de registro em histórico acadêmico.

Os trabalhos foram encerrados às dezesseis horas de cinquenta e três minutos. Nos termos do Regulamento do Trabalho de Curso do Curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal Goiano – Câmpus Iporá, lavrou-se a presente ata que, lida e julgada conforme, segue assinada pelos membros da banca examinadora.

(Assinado Eletronicamente)

Prof. Dr. Thamer Horbylon Nascimento

(Assinado Eletronicamente)

Prof. Esp. Carlos Antônio Ferreira

(Assinado Eletronicamente)

Prof. Dr. Newarney Torrezão da Costa

Documento assinado eletronicamente por:

- Carlos Antonio Ferreira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 27/10/2022 16:58:32.
- Newarney Torrezao da Costa, COORDENADOR DE CURSO - FUC1 - CCTDSI-IPR, em 27/10/2022 16:55:21.
- Thamer Horbylon Nascimento, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 27/10/2022 16:53:45.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 25/10/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 437683

Código de Autenticação: 4d31df4477



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Iporá

Av. Oeste, Parque União, 350, Parque União, IPORA / GO, CEP 76.200-000

(64) 3674-0400

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por me dar a força, saúde e paciência para tornar possível esse projeto.

Também aos meus familiares e amigos, que me apoiaram direta ou indiretamente.

E ao meu orientador, Prof. Dr. Thamer Horbylon, pela paciência e disposição.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu avô José Lino do Nascimento, e à minha avó Benedita Pires Mateus, que sempre me apoiaram, mas que infelizmente deixaram esse mundo antes deste momento.

EPIGRAFE

“Eu gosto do impossível porque lá a concorrência é menor”.

Walt Disney.

RESUMO

A automação residencial é um desejo cada vez mais recorrente no cenário dos ambientes domésticos, seja para trazer mais conforto e comodidade nas tarefas diárias, seja para manter maior controle sobre o consumo e a qualidade dos serviços recebidos das empresas provedoras (água, luz, TV, *Internet*, etc). Esse desejo se tornou uma demanda, que vem se desenvolvendo pouco a pouco ao longo dos anos, e segundo projeções da AURESIDE sobre dados da STATISTA, tem um potencial de crescimento geral de 22%, no mercado, até 2025. Devido a essa crescente demanda e mirando o desenvolvimento de um projeto acessível aos usuários com menor disponibilidade de recursos para investir em sistemas mais complexos, motivou-se o desenvolvimento de um protótipo de sistema de automação residencial *offline*, com foco no monitoramento e controle de cargas elétricas de circuitos e redes elétricas de baixa tensão (0-25V DC), visando a experimentação do sistema em ambiente de testes controlado, para avaliação de viabilidade. Para alcançar este objetivo, foram levantados os requisitos necessários para a implantação de um sistema simples, mas que conseguisse automatizar algumas das principais tarefas diárias dos usuários de forma prática e intuitiva.

Palavras-chave: Automação Residencial; Internet das Coisas; Eletricidade; Arduino; Java.

ABSTRACT

Home automation is an increasingly recurrent desire in the scenario of domestic environments, whether to bring more comfort and convenience to daily tasks or to maintain greater control over consumption and the quality of services received from providers (water, electricity, TV, Internet, etc.). This desire has become a demand, which has been developing gradually over the years, and according to AURESIDE's projections on STATISTA's data, it has a potential overall growth of 22% in the market until 2025. Due to this growing demand and focusing on the development of a project that is accessible to users with less availability of resources to invest in more complex systems, the development of a prototype of an offline home automation system was led, focusing on monitoring and controlling electrical charges in circuits and low voltage electrical networks (0-25V DC), aiming at testing the system in a controlled test environment, for feasibility assessment. In order to achieve this goal, the main requirements were made for the implementation of a simple system that could practically and intuitively automate some of the main daily tasks of users.

Keywords: Home Automation; Internet of Things; Electricity; Arduino; Java.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dados de comparação de Automação Residencial entre Brasil e outros países.....	13
Figura 2 - Arquitetura de comunicação do Sistema com o Microcontrolador.....	20
Figura 3 - Diagrama Geral de Casos de Uso.....	30
Figura 4 - Diagrama de Caso de Uso Específico Fazer <i>Login</i>	31
Figura 5 - Diagrama de Caso de Uso Específico Manter Cadastros.....	31
Figura 6 - Diagrama de Caso de Uso Específico Manter Relatórios.....	32
Figura 7 - Diagrama de Caso de Uso Específico Manter Comunicação com Medidor.....	32
Figura 8 - Tela de <i>Login</i>	52
Figura 9 - Tela de Menu.....	53
Figura 10 - Tela de Cadastro de Medidores.....	53
Figura 11 - Tela de Medidores Cadastrados.....	54
Figura 12 - Tela de Cadastro de Operação.....	54
Figura 13 - Tela de Cadastro de Operação.....	54
Figura 14 - Tela de Operações Cadastradas.....	55
Figura 15 - Tela de Cadastro de Operador.....	55
Figura 16 - Tela de Operadores Cadastrados.....	56
Figura 17 - Tela de Relatório de Medições.....	56
Figura 18 - Tela de Relatório de Consumo.....	57
Figura 19 - Diagrama de Classes Geral, com as principais classes do sistema.....	59
Figura 20 - Diagrama de Classes do módulo de Aplicação.....	60
Figura 21 - Diagrama de Classes do módulo de Gerência de Ações.....	61
Figura 22 - Diagrama de Classes do módulo de Gerência de Comunicação e Requisições...62	
Figura 23 - Diagrama de Pacotes.....	63
Figura 24 - Diagrama de Entidades-Relacionamento.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo elétrico (em GWh) por setor, no Brasil entre 2016 e 2020.....	14
Tabela 2 - Requisitos Funcionais da aplicação.....	21
Tabela 3 - Caso de Uso Específico Fazer <i>Login</i>	33
Tabela 4 - Caso de Uso Específico Manter Cadastros.....	35
Tabela 5 - Caso de Uso Específico Manter Relatórios.....	46
Tabela 6 - Caso de Uso Específico Manter Comunicação com Medidor.....	50

SUMÁRIO

1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA E REVISÃO DA LITERATURA.....	12
2 JUSTIFICATIVA.....	14
3 OBJETIVOS.....	17
3.1 OBJETIVO GERAL.....	17
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
4 DESENVOLVIMENTO.....	18
4.1 ESCOPO.....	19
4.2 REQUISITOS FUNCIONAIS.....	22
4.3 REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS.....	26
4.3.1 USABILIDADE.....	26
4.3.2 CONFIABILIDADE.....	26
4.3.3 DESEMPENHO.....	28
4.3.4 SEGURANÇA.....	28
4.3.5 HARDWARE E SOFTWARE.....	29
4.4 DIAGRAMAS DE CASOS DE USO.....	30
4.4.1 DIAGRAMA GERAL DE CASOS DE USO.....	30
4.4.2 DIAGRAMAS DE CASOS DE USO ESPECÍFICOS.....	31
4.4.3 FLUXO DE EVENTOS PRINCIPAL.....	32
4.5. DESCRIÇÃO DA INTERFACE COM O USUÁRIO.....	52
4.6. DIAGRAMAS DE CLASSE.....	57
4.7 DIAGRAMA DE ENTIDADES-RELACIONAMENTO.....	64
4.8 TECNOLOGIAS UTILIZADAS.....	64
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	66
REFERÊNCIAS.....	68

1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA E REVISÃO DA LITERATURA

O consumo de energia elétrica no Brasil vem crescendo ano após ano, dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), do Operador Nacional do Setor Elétrico (ONS) e da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) para a 1ª Revisão Quadrimestral das Previsões de Carga para o Planejamento Anual da Operação Energética - 2022-2026, apontam para um crescimento de 1,7% da carga de energia para o ano de 2022 (média de 70.739 MW). Enquanto para o período 2022-2026 o aumento esperado é de 3,4% ao ano (cerca de 80.818MW em média) (EPE, 2022).

Estudo de 2014 da EPE, como parte do Plano Nacional de Energia (PNE 2050), já estimava que o consumo de energia elétrica por consumidor irá triplicar até 2050, passando dos 513 terawatts-hora (TWh) para 1.624 TWh (AGÊNCIA BRASIL, 2014).

Em contrapartida ao aumento do consumo, o país enfrenta uma série de desafios socioambientais para a manutenção e expansão da sua principal fonte de geração do sistema elétrico: a hidrelétrica, que representa cerca de dois terços (2/3) da capacidade geradora instalada. Entre esses desafios se destacam-se a vulnerabilidade por efeitos de mudanças climáticas e ao fato de que a maior parte do potencial de expansão hidrelétrica se encontra em áreas socioambientais sensíveis, como por exemplo a Amazônia (EPE, 2020).

Visando esse cenário de crescimento da demanda de eletricidade pelos próximos anos e os desafios acerca da geração/disponibilidade elétrica, torna-se necessário a implementação de soluções tecnológicas que busquem ao máximo a eficiência energética, a fim de garantir a sustentabilidade.

Entre essas soluções se destaca o consumo moderado e eficiente da energia elétrica em conjunto com sistemas que permitam o monitoramento e controle das cargas assim como o gerenciamento de atividades diárias dos usuários, em resumo: a automação elétrica, em especial a automação residencial.

Em 2015, a Associação Brasileira de Automação Residencial e Predial (AURESIDE) estimava cerca de 300 mil moradias com alguma automação residencial - as chamadas “casas

inteligentes” - em torno de 0,5% do total de casas no Brasil (AURESIDE, 2020). Valor que foi considerado pouco expressivo em comparação com dados de outros países como confirmado no gráfico mostrado na Figura 1, que foi apresentado durante a Edição do *Finder Talks* sobre o Mercado de Automação Residencial Brasileiro, com colaboração entre a AURESIDE e a *Finder* (empresa especializada em automação residencial), em 1 de junho de 2021 (FINDER, 2021).

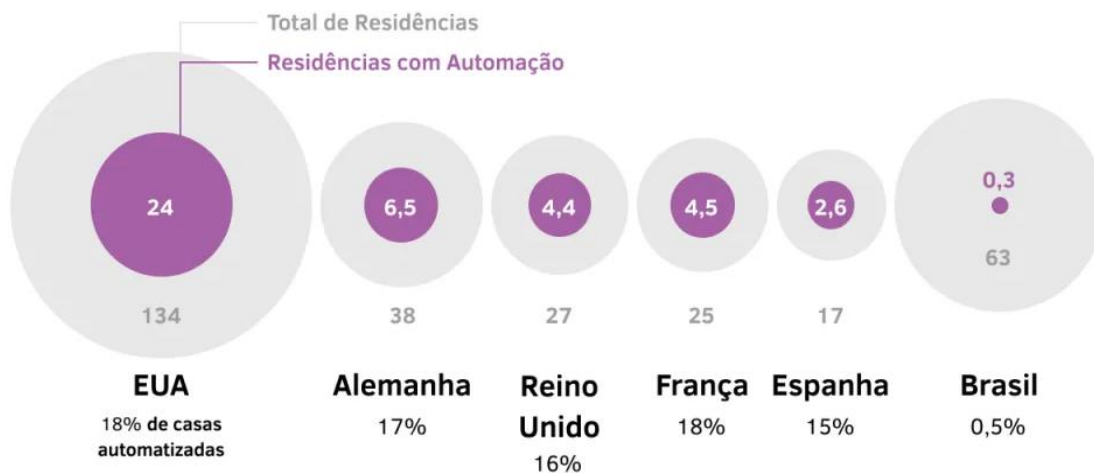


Figura 1 - Dados de comparação de Automação Residencial entre Brasil e outros países (em milhões) (FINDER, 2021).

Contudo, em 2020, baseada em relatório da Statista uma empresa global de estudo de mercado que definiu critérios e realizou levantamento do mercado brasileiro, a AURESIDE trouxe novas projeções consideradas mais confiáveis. Tais projeções apontam para um crescimento geral do mercado de 22% ao ano até 2025, totalizando 178% ao final do período. Evolução bastante otimista em comparação com a estimativa de crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, que se estima atingir 18% no mesmo período. (AURESIDE, 2020).

2 JUSTIFICATIVA

Observando-se o cenário nacional de consumo elétrico é possível verificar a variação de crescimento e também da redução do consumo entre diferentes classes consumidoras, no qual se destacam 2 (duas) dessas classes, o setor industrial e o setor residencial, como pode ser visto na tabela abaixo.

Consumo por classe (GWh)							
	2016	2017	2018	2019	2020	Variação % (2020/2019)	Part. % (2020)
Brasil	461.780	467.161	474.820	482.226	475.648	-1,4	100,0
Residencial	132.872	134.369	137.615	142.781	148.173	3,8	31,2
Industrial	165.314	167.398	169.625	167.684	166.335	-0,8	35,0
Comercial	87.873	88.292	88.631	92.075	82.522	-10,4	17,3
Rural	27.267	28.136	29.168	28.870	30.908	7,1	6,5
Poder público	15.096	15.052	15.076	15.752	12.764	-19,0	2,7
Iluminação pública	15.035	15.443	15.690	15.850	15.463	-2,4	3,3
Serviço público	14.969	15.196	15.778	15.958	16.345	2,4	3,4
Próprio	3.355	3.277	3.238	3.257	3.138	-3,7	0,7

Tabela 1 - Consumo elétrico (em GWh) por setor, no Brasil entre 2016 e 2020. Adaptado de EPE, 2021.

A Tabela 1 demonstra, entre todas as classes consumidoras apresentadas, o crescimento contínuo do consumo elétrico no setor residencial no Brasil, entre os anos de 2016 e 2020,

enquanto o setor industrial sofreu uma leve queda a partir de 2019, segundo dados do Anuário Estatístico de Energia Elétrica de 2021 (EPE, 2021).

Tendo em vista esse cenário de crescimento de consumo elétrico no setor residencial aliado ao também crescente mercado de automação residencial, apresentado anteriormente com dados da AURESIDE, impulsionado principalmente pela popularização das tecnologias de *Internet of Things* (IoT, traduzido para o português como *Internet das Coisas*) que vêm se tornando cada vez mais acessíveis, e objetiva trazer eficiência e comodidade aos consumidores (SALEH; AMMI; SZONIECKY, 2019).

Em consonância com a melhoria da eficiência do consumo energético e automatizar algumas tarefas comuns do dia a dia das pessoas (como controlar e/ou programar o fornecimento e interrupção de cargas elétricas para eletrodomésticos, eletrônicos, iluminação, etc), desenvolveu-se um protótipo de um sistema de monitoramento das cargas elétricas e automação de tarefas comuns, com foco em circuitos elétricos e redes elétricas residenciais.

Diferentemente de outros sistemas disponíveis no mercado, que buscam automatizar tarefas bem definidas de residências como sistemas de iluminação, sistemas de som, portas eletrônicas e outros sistemas de ambientação por meio de aplicativos integrados na rede, o protótipo de sistema desenvolvido ao longo desse projeto tem um propósito mais generalista, afim de atender a demanda de usuários que não dispõem de tal infraestrutura e recursos para tamanho investimento, mas que desejam manter o monitoramento de cargas de suas redes elétricas o controle de setores independentes de suas residências, escritórios, etc.

Objetivando uma solução de implantação simplificada (montagem e instalação dos componentes que compõem o sistema), utilização intuitiva, custo de aquisição acessível, sem a necessidade de taxas de manutenção de serviço e operação inteira *offline*. Podendo ser considerado uma extensão dos painéis elétricos (quadro de distribuição) convencionais, com mais recursos de controle e monitoramento de cargas e consumo (AL-ALI; *et al.*, 2011).

Para viabilizar o projeto e cumprir o objetivo de torná-lo acessível financeiramente, buscou-se por tecnologias simples e de baixo custo de aquisição que se encaixavam nas necessidades do público-alvo e ao mesmo tempo que fossem de fácil integração, evitando assim, custos extras com adaptações.

Para desempenhar o que é proposto em relação à medição e controle de cargas, o sistema está munido de um microcontrolador, capaz de executar as rotinas avaliação e tratamento de dados como a tensão, corrente e potência, um conjunto de sensores que irão auxiliar o microcontrolador

na coleta dos dados na rede, para o envio dos dados, e relés eletrônicos, através dos quais é possível manter a operabilidade da rede.

Enquanto isso, atuando na gerência dos dados coletados pelo medidor e na recepção e tratamento das entradas feitas pelos usuários, um sistema instalado no computador é capaz de fazer o intermédio entre as informações obtidas dos dois lados e executar rotinas sob demanda e também automáticas de acordo com o contexto, processar e guardar os dados recebidos e por fim gerar informações de uso e consumo como esperado.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Desenvolver um protótipo de um sistema de automação e monitoramento de circuitos elétricos (rede elétrica 0 - 25v), que seja capaz de automatizar diversas atividades diárias, otimizar o uso e o consumo de eletricidade, que não precise de uma conexão com a *Internet* e que tenha um custo de aquisição acessível.

3.2 Objetivos específicos

- Monitorar em tempo real os parâmetros da rede elétrica simulada;
- Permitir ao usuário o controle do fornecimento e a interrupção do fluxo elétrico em setores independentes dessa rede em tempo real ou por agendamento;
- Automatizar atividades cotidianas (controlar a iluminação, ligar/desligar equipamentos que não utilizem sistemas *Stand-By* (em espera, traduzindo para o português), etc.);
- Coletar, gravar e/ou gerenciar informações sobre o desempenho elétrico, uso e consumo de eletricidade e dados dos usuários.

4 DESENVOLVIMENTO

Esta seção abordará o desenvolvimento do sistema, descrevendo por meio de técnicas e ferramentas de modelagem o funcionamento e as funcionalidades que podem ser acessadas pelo usuário, através de uma linguagem simples e intuitiva, a *Unified Modeling Language* (UML), que em português significa Linguagem de Modelagem Unificada.

Para facilitar o entendimento, a seção está sub dividida em: Escopo, Requisitos Funcionais, Requisitos Não-Funcionais, Regras de Negócio, Diagramas de Caso de Uso e Fluxo de Eventos, Diagramas de Classes, Diagrama de Pacotes, Arquitetura do Sistema, Diagrama de Entidade-Relacionamento, etc.

4.1 Escopo

Análise modelagem e Desenvolvimento de um protótipo de um sistema de monitoramento e automação elétrica residencial *offline* (sem conexão com a *Internet*) de baixo custo.

O sistema, que foi dividido em dois módulos (um microcontrolador como medidor, utilizando a linguagem de programação C++/Arduino, e uma aplicação para *desktop* na qual foi utilizada a linguagem Java, responsável pela inserção, recepção e acesso aos dados), utiliza uma maquete que foi confeccionada para simular uma rede elétrica de baixa tensão, como ambiente de testes, e permite ao usuário, que será referenciado neste trabalho como “operador e/ou administrador”:

- Monitorar os parâmetros (tensão, corrente e potência) da rede elétrica instalada;
- Dividir e controlar seções da rede - que serão referenciadas durante este trabalho como “setores”;
- Coletar e gravar informações sobre o desempenho, uso e consumo da eletricidade no ambiente de testes;
- Possibilitar o agendamento de ações de controle (ligação e interrupção do fluxo elétrico) em qualquer setor da rede de forma independente;

- Gerar estatísticas sobre as informações coletadas (em tempo real ou por períodos de tempo).

Começando pela maquete, que serve como o ambiente de coleta de dados e testes. Nela encontram-se montados: o microcontrolador Arduino - que juntamente com os outros componentes será referenciado neste trabalho, a partir de agora, como “medidor”, um conjunto de módulos sensores responsáveis pelo monitoramento da rede elétrica, um módulo de *relés* (interruptor eletromecânico) eletrônico, alguns LEDs (*Light Emitting Diode* ou Diodo Emissor de Luz) e ventoinhas de computador (usados para simular o consumo de eletricidade em uma rede elétrica residencial ou semelhante).

O medidor por sua vez é o responsável por coletar, processar e enviar os dados ao módulo instalado no computador, por meio dos sensores integrados, fazendo o papel de monitoramento da rede. Assim como controlar os setores da rede de forma independente ou sob demanda, utilizando-se do módulo relé para tal tarefa.

Enquanto cabe ao módulo instalado no computador a recepção, tratamento, armazenamento e exibição dos dados coletados e enviados pelo medidor. Também a coleta, processamento e armazenamento das entradas feitas pelos operadores da rede, ainda é responsável pela tarefa de enviar as entradas ao medidor por meio de requisições de comandos para execução. Por fim, realiza a compilação dos dados gerados tanto pelas ações do medidor, quanto dos operadores, exibindo-os em relatórios simples. Em resumo, fazendo o papel de intermédio na comunicação entre o medidor e o operador.

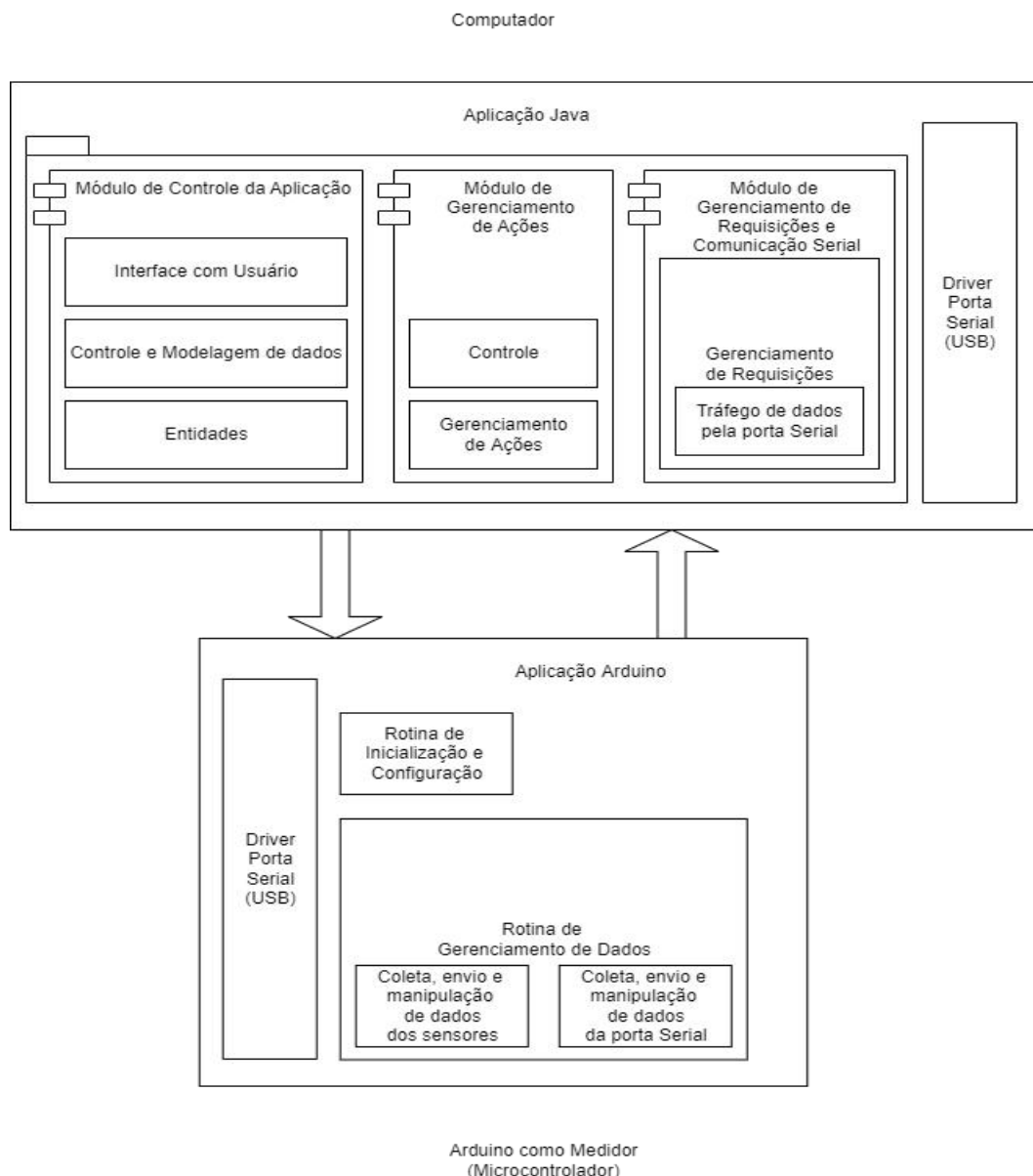


Figura 2 - Arquitetura de comunicação do Sistema com o Microcontrolador.

Na Figura 2, demonstra-se a arquitetura da comunicação entre as rotinas do sistema do computador, com as rotinas do medidor, que acontece por meio de uma porta Serial (USB) e é possível graças à biblioteca de comunicação serial *jSerialComm*, responsável pela conexão entre o sistema e o driver da porta USB e pela recepção e envio dos dados entre os dispositivos conectados (computador e medidor). A biblioteca *jSerialComm* é um projeto de uma biblioteca independente Java provido e mantido pela *Fazecast, Inc* e é distribuída sob as licenças *LGPL v3.0* e *APACHE License v2.0* (Fazecast, 2022).

4.2 Requisitos funcionais (casos de uso)

Essa seção reúne e agrupa os requisitos funcionais do sistema desenvolvido. Segundo Sommerville, os requisitos funcionais de um sistema “descrevem o que ele deve fazer. Eles dependem do tipo de software a ser desenvolvido, de quem são seus possíveis usuários e da abordagem geral adotada pela organização ao escrever os requisitos” (Sommerville, 2011, p. 59).

Na Tabela 2 são apresentados os requisitos funcionais elicitados para o projeto, tendo como base as pesquisas realizadas, comparação com outros sistemas com a mesma finalidade e análise de viabilidade.

Tabela 2 - Requisitos Funcionais da aplicação

RF01	Fazer <i>Login</i> <ul style="list-style-type: none">➤ Iniciar Sessão
RF02	Manter Cadastros <ul style="list-style-type: none">➤ Cadastrar<ul style="list-style-type: none">✓ Cadastrar Medidores✓ Cadastrar Operações✓ Cadastrar Operadores➤ Consultar<ul style="list-style-type: none">✓ Consultar Medidores Cadastrados✓ Consultar Operações Cadastradas✓ Consultar Operadores Cadastrados➤ Alterar<ul style="list-style-type: none">✓ Alterar Medidor✓ Alterar Operação✓ Alterar Operador➤ Desativar<ul style="list-style-type: none">✓ Desativar Medidor✓ Desativar Operador➤ Excluir<ul style="list-style-type: none">✓ Excluir Operação
RF03	Manter Relatórios <ul style="list-style-type: none">➤ Visualizar Relatório de Medições➤ Visualizar Relatório de Consumo
RF04	Manter Comunicação com Medidor <ul style="list-style-type: none">➤ Conectar com Medidor➤ Receber Leituras➤ Enviar Requisições de Comandos

4.2.1 Acesso ao sistema e início da sessão

Esta seção reúne os requisitos funcionais cuja função é permitir o acesso às funcionalidades do sistema e ao início de uma sessão de usuário, através da autenticação dos dados credenciais inseridos no sistema.

[RF01] Fazer *Login*

Ator: Operador/Administrador

Prioridade: Essencial Importante Desejável

Um operador e/ou administrador é um usuário previamente cadastrado, observando-se as permissões distintas entre os dois tipos, que irá gerenciar o sistema ou simplesmente fazer uso de funcionalidades específicas. Ao fazer o primeiro acesso ao sistema, o administrador deve iniciar a sessão usando credenciais pré-registradas no sistema, podendo assim editar seu próprio cadastro e/ou inserir novos registros de operadores. O *login* no sistema é feito por meio de uma tela que é exibida assim que o programa é iniciado ou após o encerramento de uma sessão de outro operador, que solicita ao usuário (tanto administrador quanto operador) um nome de usuário e uma senha. Ao se efetuar o *login* não deve haver outro operador ou administrador ativo no momento.

Ao clicar em “Entrar”, após receber as credenciais, o sistema validará os dados, se tudo estiver correto, o sistema salvará os dados da sessão e o usuário será redirecionado à tela de menu. No caso de inconformidade entre os dados fornecidos e os registros de operadores cadastrados durante a validação, o sistema emitirá uma mensagem informando ao usuário o erro encontrado.

4.2.2 Manutenção de dados cadastrais no sistema

Nesta seção são agrupados os requisitos funcionais cuja responsabilidade é manter os dados inseridos no sistema. No que se refere ao termo “manter”, ele pode ser definido pelas quatro operações básicas de gerência de dados ou informações no sistema: criar, consultar, atualizar e deletar - conhecidos pelo termo CRUD (*Create, Read, Update e Delete*).

Em alguns requisitos, para garantia da auditabilidade, as informações não poderão ser deletadas definitivamente, optando-se pela desativação por meio de uma alteração de estado.

[RF02] Manter Cadastros

Ator: Operador/Administrador

Prioridade: Essencial Importante Desejável

Um operador ou administrador ao iniciar a sessão pode acessar o menu do sistema. Na barra de menu pode-se encontrar a seção de cadastros, que traz as opções de “Medidores”, “Operações” e “Operadores”.

Ao escolher a opção “Medidores” serão apresentadas duas novas opções ao usuário: “Cadastro de Medidor” e “Medidores Cadastrados”.

Clicando na primeira opção, o operador é redirecionado à uma janela onde é possível fazer o cadastro de um novo medidor no sistema. Essa janela possui os campos: “Nome”, “Código”, “Nome da Porta(COM)”, além de um botão onde é possível abrir outra janela para realizar o cadastro dos setores que serão integrados ao medidor cadastrado e outro botão onde é possível excluir da lista de setores um setor pré-inserido. Ao clicar no botão “Cadastrar” os dados preenchidos serão validados, e caso estejam de acordo com o recomendado, será efetivado o cadastro, com o sistema informando ao usuário do sucesso da operação. Caso não haja êxito, o sistema exibirá uma mensagem com o erro relacionado.

Ao selecionar a segunda opção, o operador é então redirecionado a uma janela composta por uma tabela com as informações sobre os registros de medidores cadastrados no sistema, essas informações são as mesmas descritas nos campos de cadastros citados acima. Também são encontrados os botões: “Sair”, que fecha a janela, “Excluir”, que permite a exclusão de um medidor selecionado na tabela, e “Editar”, que exibirá uma janela semelhante à de cadastro, permitindo a alterações das informações de um medidor cadastrado.

4.2.3 Gerar relatórios

Esta seção apresenta os requisitos funcionais responsáveis por reunir diversas informações sobre medições da rede elétrica, consumo elétrico e outros dados relacionados ao(s) medidor(es), à rede e aos operadores/administrador.

[RF03] Manter Relatórios

Ator: Operador/Administrador

Prioridade: Essencial Importante Desejável

Após iniciar uma sessão, um operador ou administrador tem acesso à tela de menu do sistema. Encontrando nesta, a opção de visualizar relatórios através de um item de menu na barra superior da tela, ou ainda em um dos botões correspondentes, acima da tabela de dados no centro da mesma tela.

Ao escolher a funcionalidade descrita como “Relatório de Medições” será aberta uma nova janela, contendo uma tabela com informações referentes às medições realizadas pelo medidor e registradas no banco de dados. Entre essas informações estão: Código, Medidor, Estado, Tensão, Corrente, Potência, Data e Horário de cada medição registrada. Essas informações são carregadas, para a tabela automaticamente, do último medidor encontrado com medições registradas, caso existam, ao iniciar da janela. Mas também é possível ao operador/administrador fazer buscas por medidores diferentes e intervalos de tempo específicos, selecionando-se o medidor desejado na caixa de seleção, preenchendo os campos “Período Inicial” e “Período Final” e clicando no botão “Aplicar filtros”.

A busca por intervalo de tempo pode ser realizada de quatro maneiras: selecionando-se o medidor e clicando no botão “Aplicar filtros”, todos os registros de medições daquele medidor serão carregados, caso existam; se os campos de períodos (inicial e final) forem preenchidos corretamente com as datas e horários pretendidos, a busca será feita dentro deste intervalo de tempo; se apenas o campo do período inicial for preenchido, a busca será realizada com as informações a partir da data e horário especificados até o registro mais recente; e por último, se apenas o campo de período final for preenchido, a busca será realizada a partir da primeira medição registrada até o registro mais próximo da data e horário especificados. Ao se inserir datas e/ou horários inexistentes ou com formato inadequado, o sistema exibirá mensagens notificando o operador/administrador do erro.

Escolhendo-se a funcionalidade “Relatório de Consumo” o sistema abrirá uma janela semelhante a da funcionalidade anterior, mas com apenas algumas das informações apresentadas anteriormente, na tabela, são elas: Medidor, Tensão, Corrente, Potência, Data e Hora. Porém, nesta janela existe um campo abaixo da tabela, apresentando o cálculo da média de consumo elétrico em kW/h (quilowatts-hora) de um determinado medidor durante um intervalo de tempo. Esse intervalo, bem como o medidor, podem ser escolhidos de forma idêntica à apresentada na funcionalidade anterior, visto que ambas as janelas possuem os mesmos campos e botões. As validações de datas e horas também funcionam de maneira idêntica.

Tanto a janela que apresenta o relatório com as medições registradas quanto o relatório de consumo possuem um botão “Recarregar Dados” que têm a função de limpar os filtros e fazer uma nova busca, idêntica a busca feita quando as janelas são abertas, mostrando os resultados nas respectivas tabelas de dados.

4.2.4 Manutenção da comunicação com o medidor

Nesta seção estão agrupados os requisitos funcionais encarregados pela conexão, manutenção da comunicação e envio e recepção de dados entre a aplicação e o medidor, através da interação do operador/administrador (enviando comandos de controle para o medidor) ou apenas recebendo as informações relativas à rede elétrica monitorada (enviadas pelo medidor).

[RF04] Manter Comunicação com Medidor

Ator Principal: Medidor

Ator Secundário: Operador/Administrador

Prioridade: Essencial Importante Desejável

Ao realizar o *login* no sistema e acessar o menu, um operador ou administrador pode realizar a conexão entre o computador e o medidor. Para isso, deve-se selecionar a porta COM dedicada ao medidor conectado à porta USB e previamente cadastrado, na caixa de seleção seguindo do clicar do botão “Conectar”, encontrado logo ao lado dessa caixa. Caso seja realizada a conexão e configuração automática do medidor, será exibida uma mensagem na tela confirmando a ação, e o botão ficará na cor verde. Caso haja erro na ação, o sistema exibirá uma mensagem com o erro correspondente.

Com a conexão estabelecida é possível ao operador/administrador visualizar as informações que serão recebidas das leituras requisitadas automaticamente pelo sistema, através dos campos “Tensão”, “Corrente” e “Potência”.

Também será possível realizar a requisição de comandos para controlar os setores relacionados ao medidor conectado, através dos cadastros de Operações ou do botão de “Emergência”, que no caso do primeiro permite a ligação ou o desligamento, instantâneo ou por agendamento, da carga elétrica de um ou mais setores desse medidor, e no segundo caso, permite o isolamento completo de todos os setores relacionados a esse setor para fins de segurança, sendo realizado mais com maior prioridade que a operação anterior.

4.3 Requisitos não funcionais

Esta seção agrupa e descreve os requisitos não funcionais relacionados com propriedades do sistema e sua utilização pelo usuário.

Sommerville descreve os requisitos não funcionais como “requisitos que não estão diretamente relacionados com os serviços específicos oferecidos pelo sistema a seus usuários. Eles podem estar relacionados as propriedades emergentes do sistema, como confiabilidade, tempo de resposta e ocupação de área” (Sommerville, 2011, p. 60).

Entre o requisitos contemplados na seção estão: usabilidade, confiabilidade, segurança, desempenho, *hardware* e *software* requeridos ou recomendados para o devido funcionamento, etc.

4.3.1 Usabilidade

Esta seção descreve os requisitos não funcionais associados à facilidade de uso da interface com o usuário, material de treinamento e documentação do sistema.

[RNF01] Implementação de interfaces gráficas simples e objetivas

Prioridade: Essencial Importante Desejável

As telas por meio das quais o usuário faz interações com o sistema possuem um *design* simples e seu conteúdo é objetivo, permitindo que se possa fazer entradas de maneira rápida e fácil.

A tela de menu possui botões com atalhos para as principais funcionalidades do sistema, permitindo acesso rápido e direto, assim como um resumo de informações pertinentes sobre tarefas agendadas, reunidas e constantemente atualizadas de acordo com novas entradas do usuário ou mudanças de status. No caso das janelas que apresentam formulários ou campos de preenchimentos, são apresentadas descrições auto-explicativas e até algumas mensagens explicativas em casos específicos, além de que, sempre que possível, são utilizadas caixas de seleção, listas ou tabelas com itens selecionáveis para reduzir a incidência de erros de digitação e para facilitar e agilizar algumas tarefas.

4.3.2 Confiabilidade

Esta seção descreve os requisitos não funcionais associados à frequência, severidade de falhas do sistema e habilidade de recuperação das mesmas, bem como à corretude do sistema.

[RNF02] Confirmações de sucesso de ações e mensagens de erro

Prioridade: Essencial Importante Desejável

Sempre que o usuário realiza uma tentativa de entrada ou alteração de informações, executar tarefas ou requisitar ações do sistema, são exibidas mensagens informando o sucesso da tentativa, ou ainda uma mensagem de erro relacionada ao fator causador do mesmo.

[RNF03] Cadastros exclusivos

Prioridade: Essencial Importante Desejável

Algumas informações cadastrais devem ser exclusivas para cada cadastro, ainda que não gerem conflito direto durante o uso do sistema. Entre elas estão: informações de cadastro de operadores, informações que compõem os cadastros de medidores, etc. Para garantir essa exclusividade, sempre que essas informações são inseridas pelo usuário, elas são verificadas e comparadas com outras informações já existentes, e no caso de duplicação é emitida uma mensagem de aviso.

[RNF04] Prevenção de falhas e auto-recuperação

Prioridade: Essencial Importante Desejável

O sistema possui algumas tarefas que, após iniciadas pelo usuário, são executadas de forma contínua ou ainda intermitente, mas que estão sujeitas à mudanças de estado e consequentemente à falhas devido a mudanças inesperadas. Para garantir a operabilidade do sistema e a continuidade do bom funcionamento, essas tarefas possuem rotinas automáticas que previnem o acontecimento de algumas falhas, ou ainda a auto-recuperação da tarefa, permitindo o retorno ao funcionamento normal.

4.3.3 Desempenho

Esta seção descreve os requisitos não funcionais associados à eficiência, uso de recursos e tempo de resposta do sistema.

[RNF05] Prioridades no uso de recursos e tempo de resposta

Prioridade: Essencial Importante Desejável

Devido à natureza relativamente crítica do sistema, algumas funcionalidades dependem de uma comunicação eficiente e da rápida execução de tarefas e respostas às requisições enviadas. O maior exemplo disso se dá pelo estabelecimento de prioridades sobre requisições enviadas pelo sistema ao medidor, de acordo com a urgência, necessidade ou severidade das ações que se deseja serem executadas. Ex.: prioridade maior para ações de emergência, seguidas de ações de natureza instantânea, ações previamente agendadas e finalmente leituras de estado da rede.

Além da prioridade das ações, é esperado que as ações sejam requisitadas, enviadas, executadas e retornem uma resposta no menor tempo possível, para que o sistema possa atender as necessidades dos usuários eficientemente, e para liberar o acesso aos recursos para as ações subsequentes.

4.3.4 Segurança

Esta seção descreve os requisitos não funcionais associados à integridade, privacidade e autenticidade dos dados do sistema.

[RNF06] Autenticação de usuários

Prioridade: Essencial Importante Desejável

Para que o usuário consiga acessar o sistema, é necessário que ele realize o *login* informando suas credenciais. O sistema por sua vez, deve autenticar as informações fornecidas pelo usuário.

[RNF07] Autenticação entre módulos do sistema

Prioridade: Essencial Importante Desejável

Para que haja a comunicação de dados entre o módulo de sistema do pc (*personal computer* - computador pessoal) com o do medidor, as informações trocadas entre os dois possuem credenciais que permitem suas respectivas identificações. Essas credenciais permitem a autenticação de ambos os dispositivos que executam tais módulos do sistema.

4.3.5 Hardware e software

Esta seção descreve os requisitos não funcionais associados ao hardware e software usados para desenvolver ou para executar o sistema.

[RNF08] Requisitos mínimos de Hardware para a aplicação do *desktop*

Prioridade: Essencial Importante Desejável

Para implantação da aplicação do *desktop* é necessário um computador pessoal, com disco rígido (HD, do inglês *Hard Disk*) de pelo menos 250 *Gigabytes* (GB), um processador de 2 (dois) núcleos ou mais (recomenda-se 4 (quatro) núcleos), com frequência superior a 2.0 GHz, e pelo menos 4 GB de memória RAM (recomenda-se 8 GB).

[RNF09] Requisitos de *software* para a aplicação do *desktop*

Prioridade: Essencial Importante Desejável

Para implantação da aplicação do *desktop* é necessário ter instalados o NetBeans IDE (*Integrated Development Enviroment*, Ambiente de Desenvolvimento Integrado em português) na versão 8.2, a biblioteca *jSerialComm*, o servidor de banco de dados MySQL e o servidor Apache, ambos incluídos no pacote de distribuição XAMPP.

[RNF10] Requisitos de *hardware* para a montar o medidor

Prioridade: Essencial Importante Desejável

Para a implantação do módulo do medidor, são necessários: um microcontrolador Arduino dos modelos UNO ou MEGA (recomenda-se o MEGA), um cabo USB (*Universal Serial Bus*, Porta Serial Universal em português) do tipo A/B, um módulo sensor de

corrente ACS712-20A (modelo de 20 amperes), um módulo sensor de tensão por efeito *Hall* de 0-25V (volts), um ou mais módulos de *relé* eletrônico de modelo SRD-05VDC-SL-C de 2 (dois) ou mais *relés* instalados, uma placa de prototipação (protoboard) e um conjunto de fios (*jumper*) macho-fêmea e macho-macho.

4.4 Diagramas de casos de uso

Nesta seção serão mostrados os Diagramas de casos de uso que representam as principais funcionalidades do sistema. A seção está dividida em duas subseções: Diagrama geral de casos de uso e Diagramas de casos de uso específicos.

Na Figura 3 é apresentado o Diagrama Geral de Casos de Uso, enquanto os Diagramas de casos de uso específicos são representados pelas Figuras de números 4 a 7 e são descritos, respectivamente, como: Diagrama de Caso de Uso Específico Fazer *Login*, Diagrama de Caso de Uso Específico Manter Cadastros, Diagrama de Caso de Uso Específico Manter Relatórios e Diagrama de Caso de Uso Específico Manter Comunicação com Medidor.

4.4.1 Diagrama geral de casos de uso

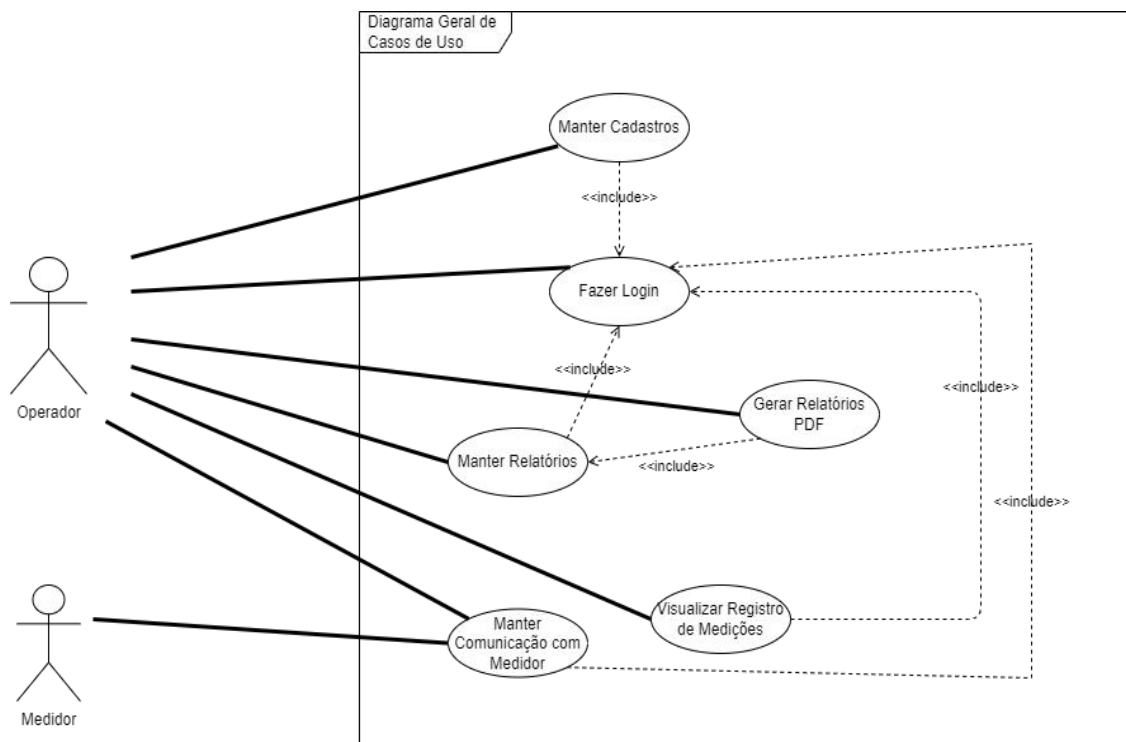


Figura 3 - Diagrama Geral de Casos de Uso.

4.4.2 Diagramas de casos de uso específicos

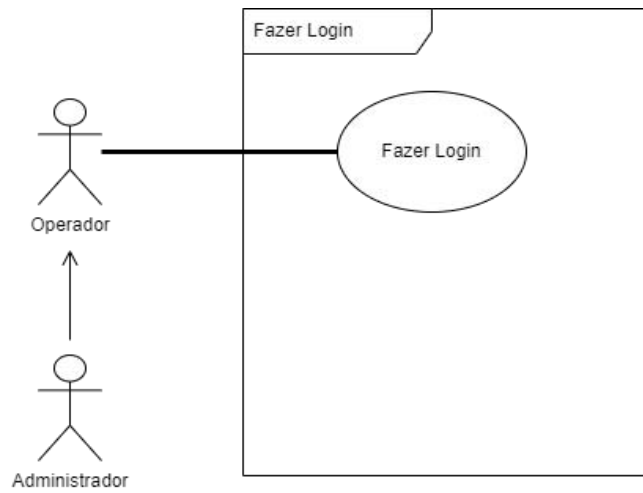


Figura 4 - Diagrama de Caso de Uso Específico Fazer *Login*.

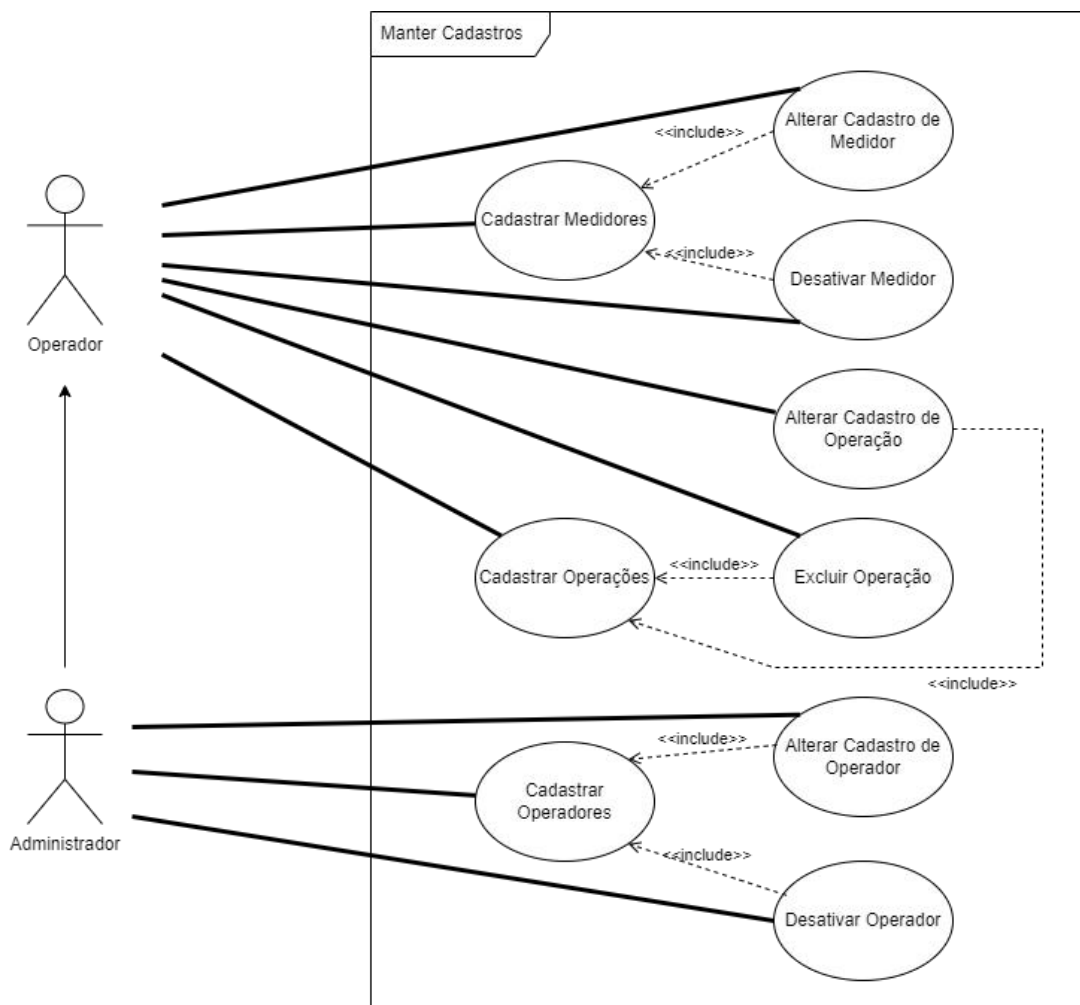


Figura 5 - Diagrama de Caso de Uso Específico Manter Cadastros.

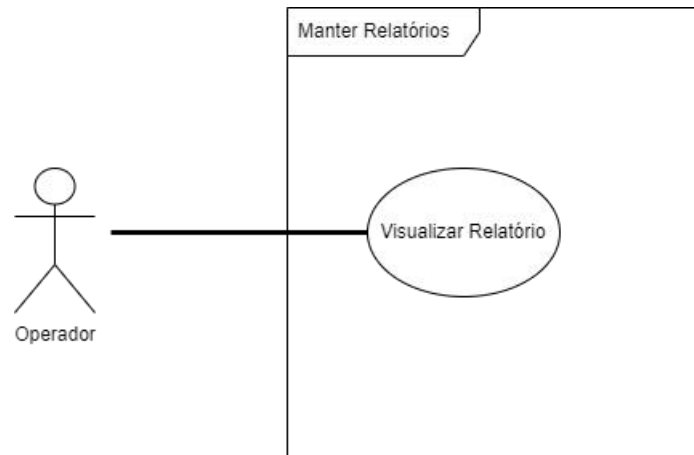


Figura 6 - Diagrama de Caso de Uso Específico Manter Relatórios.

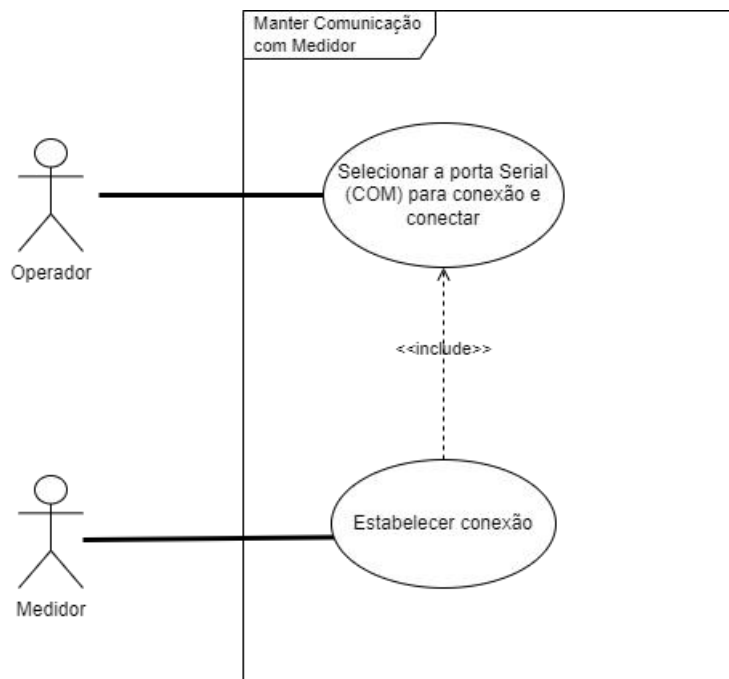


Figura 7 - Diagrama de Caso de Uso Específico Manter Comunicação com Medidor.

4.4.3 Fluxo de eventos principal

Esta seção apresenta a descrição dos fluxos de eventos representados pelos casos de uso específicos mostrados na seção anterior. Para descrevê-los, os casos de uso foram divididos em tabelas contendo uma breve descrição contendo o nome, atores e algumas condições de cada caso

de uso, seguido do fluxo principal de eventos, também um fluxo de eventos alternativos (caso existam) e um fluxo de exceções (caso existam).

O casos de uso descritos em suas respectivas tabelas são: Tabela 3 - Caso de Uso Específico Fazer *Login*, Tabela 4 - Caso de Uso Específico Manter Cadastros, Tabela 5 - Caso de Uso Específico Manter Relatórios e Tabela 6 - Caso de Uso Específico Manter Comunicação com Medidor.

Tabela 3 - Caso de Uso Específico Fazer *Login*.

Nome do Caso de Uso	
Caso de Uso Específico	Fazer <i>Login</i>
Ator Principal	Operador
Atores Secundários	
Descrição	
Pré-Condições	Um operador ou administrador deve estar previamente cadastrado.
	Não deve haver outro operador ativo no momento.
Pós-Condições	O operador deve conseguir realizar o <i>login</i> no sistema e acessar os recursos disponíveis.

Fluxo Principal	
Ações do Ator	Ações do Sistema
O ator inicia a aplicação.	O sistema solicita as informações de <i>login</i> .
No primeiro acesso o ator preenche o formulário de <i>login</i> com nome de usuário e senha padrões de administrador pré-cadastrados.	
O ator clica em “Entrar”.	O sistema verifica se os campos foram preenchidos, se os dados estão no formato correto exigido e se batem com os dados cadastrados.
	Caso esteja tudo correto o sistema apresenta uma mensagem de sucesso.

	O sistema apresenta a tela de Menu permitindo a visualização de todas as informações e funcionalidades disponíveis.
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fluxos Alternativos	
Fluxo Alternativo I	
Ações do Ator	Ações do Sistema
O ator inicia a aplicação.	O sistema solicita as informações de <i>login</i> .
O ator insere suas credenciais de operador do sistema.	
O ator clica em “Entrar”.	O sistema verifica se os campos foram preenchidos, se os dados estão no formato correto exigido e se batem com os dados cadastrados.
	Caso esteja tudo correto o sistema apresenta uma mensagem de sucesso.
	O sistema apresenta a tela de Menu permitindo a visualização das informações e funcionalidades acessíveis ao operador.

Fluxos Alternativos	
Fluxo Alternativo II	
Ações do Ator	Ações do Sistema
O ator inicia a aplicação.	O sistema solicita as informações de <i>login</i> .
O ator insere suas credenciais de operador do sistema.	
O ator clica em “Cancelar”.	O sistema limpa os campos do formulário de <i>login</i> .
	O sistema fecha a janela de <i>login</i> .
	O sistema finaliza a execução.

Fluxos de Exceção	
Fluxo de Exceção I	
Ações do ator	Ações do sistema

	O sistema encontrou erros, inconsistências ou outro problema durante a verificação dos dados.
	O sistema emite uma mensagem reportando o erro encontrado.

Tabela 4 - Caso de Uso Específico Manter Cadastros.

Nome do Caso de Uso	
Caso de Uso Específico	Manter Cadastros (Cadastrar)
Ator Principal	Operador/Administrador
Atores Secundários	
Descrição	
Pré-Condições	Um operador ou administrador deve ter efetuado o <i>login</i> e estar em uma sessão ativa.
Pós-Condições	O operador deve conseguir realizar o cadastro de um ou mais dos seguintes: operador (caso seja um administrador), operação ou medidor.

Fluxo Principal	
Ações do Ator	Ações do Sistema
O ator clica no botão “Cadastros” na barra de menu.	O sistema exibe as opções de cadastro: “Medidores”, “Operações” e “Operadores”.
O ator (administrador) clica em “Operadores”.	O sistema exibe as opções: “Cadastro de Operador” e “Operadores Cadastrados”.
O ator seleciona a primeira opção.	O sistema exibe um formulário para preencher com informações do novo operador, como: nome e senha.
O ator preenche o formulário.	
O ator clica em “Salvar”.	O sistema verifica se os campos não estão vazios, se não há inconsistências nos dados e se não há outro operador com mesmos nome e senha cadastrados no banco de dados.
	Caso todas as informações estejam corretas, o sistema salva os dados do novo operador.
	O sistema então exibe uma mensagem confirmando o sucesso do cadastro e retorna ao Menu principal.

Fluxos Alternativos	
Fluxo Alternativo I	
Ações do Ator	Ações do Sistema
O ator clica no botão “Cadastros” na barra de menu.	O sistema exibe as opções de cadastro: “Medidores”, “Operações” e “Operadores”.
O ator (operador/administrador) clica em “Medidor”.	O sistema exibe as opções: “Cadastro de Medidor” e “Medidores Cadastrados”.
O ator seleciona a primeira opção.	O sistema exibe um formulário para preencher com informações do novo medidor, como: nome, código, nome da porta COM e os setores que serão gerenciados pelo medidor.
O ator preenche o formulário.	
O ator clica em “Cadastrar”.	O sistema verifica se os campos não estão vazios, se não há inconsistências nos dados e se não há outro medidor com mesmos nome, código, porta COM e setores cadastrados no banco de dados.
	Caso todas as informações estejam corretas, o sistema salva os dados do novo medidor e seus setores.
	O sistema então exibe uma mensagem confirmando o sucesso do cadastro e retorna ao Menu principal.

Fluxos Alternativos	
Fluxo Alternativo II	
Ações do Ator	Ações do Sistema
O ator clica no botão “Cadastros” na barra de menu.	O sistema exibe as opções de cadastro: “Medidores”, “Operações” e “Operadores”.
O ator (operador/administrador) clica em “Operações”.	O sistema exibe as opções: “Cadastro de Operação” e “Operações Cadastradas”.
O ator seleciona a primeira opção.	O sistema exibe um formulário para preencher com informações da nova operação a ser cadastrada, como: tipo de

	operação, medidor, setores afetados e, se for uma operação agendada, as datas e horários de início e término da operação.
O ator preenche o formulário.	
O ator clica em “Salvar”.	O sistema verifica se os campos não estão vazios, se não há inconsistências nos dados e se for uma operação agendada, se as datas e horários são válidos e estão no formato correto.
	Caso todas as informações estejam corretas, o sistema salva os dados da operação no banco de dados e envia para a lista de requisições de operações para que seja executada.
	O sistema então exibe uma mensagem confirmando o sucesso do cadastro e retorna ao Menu principal.

Fluxos de Exceção	
Fluxo de Exceção I	
Ações do ator	Ações do sistema
	O sistema encontrou erros, inconsistências ou outro problema durante a verificação dos dados.
	O sistema emite uma mensagem reportando o erro encontrado.

Fluxos de Exceção	
Fluxo de Exceção II	
Ações do ator	Ações do sistema
O ator clica em “Cancelar” em qualquer uma das janelas de formulário de cadastro (“Medidores”, “Operações” e “Operadores”).	O sistema limpa os campos da janela de formulário em questão.
	O sistema fecha a janela e retorna ao menu principal.

Nome do Caso de Uso	
Caso de Uso Específico	Manter Cadastros (Visualizar Operadores)
Ator Principal	Operador/Administrador
Atores Secundários	
Descrição	
Pré-Condições	Um operador ou administrador deve ter efetuado o <i>login</i> e estar em uma sessão ativa.
Pós-Condições	O operador deve conseguir visualizar, alterar ou excluir o cadastro de um ou mais dos seguintes: operadores.

Fluxo Principal	
Ações do Ator	Ações do Sistema
O ator clica no botão “Cadastros” na barra de menu.	O sistema exibe as opções de cadastro: “Medidores”, “Operações” e “Operadores”.
O ator (administrador) clica em “Operadores”.	O sistema exibe as opções: “Cadastro de Operador” e “Operadores Cadastrados”.
O ator seleciona a segunda opção.	O sistema exibe uma janela com uma tabela de informações dos operadores cadastrados no banco de dados: “Código” e “Nome”, e abaixo da tabela os botões: “Sair”, “Excluir” e “Editar”.
O ator clica em “Sair”.	O sistema fecha a janela de cadastros, retornando ao Menu Principal.
Restrições/Validações	

Fluxos Alternativos	
Fluxo Alternativo I	
Ações do Ator	Ações do Sistema
O ator clica seleciona um operador da tabela e clica em “Editar”	O sistema verifica se algum item da tabela foi selecionado pelo ator.
	Caso haja um item selecionado, o sistema busca no banco de dados as informações referentes ao item.
	O sistema exibe um formulário para editar as

	informações do operador selecionado anteriormente, como: “Nome” e “Senha”.
O ator edita as informações.	
O ator clica em “Salvar”.	O sistema verifica se os campos não estão vazios, se não há inconsistências nos dados, se não há outro operador com mesmos nome e senha cadastrados no banco de dados e se os dados não estão idênticos aos gravados anteriormente.
	Caso todas as informações estejam corretas, o sistema salva os dados editados do operador.
	O sistema então exibe uma mensagem confirmando o sucesso da edição do cadastro e retorna ao Menu principal.

Fluxos Alternativos	
Fluxo Alternativo II	
Ações do Ator	Ações do Sistema
O ator clica seleciona um operador da tabela e clica em “Excluir”	O sistema verifica se algum item da tabela foi selecionado pelo ator.
	Caso haja um item selecionado, o sistema busca no banco de dados as informações referentes ao item.
	O sistema desativa o operador selecionado no banco de dados.
	O sistema exibe uma mensagem confirmando a exclusão.
	O sistema realiza nova busca no banco de dados excluindo da busca os operadores desativados.
	O sistema exibe os resultados da busca na tabela.
O ator clica em “Sair”.	O sistema fecha a janela de cadastros e retorna ao Menu Principal.

Fluxos de Exceção	
Fluxo de Exceção I.I	
Ações do ator	Ações do sistema
O ator clica em “Editar” antes de seleccionar um item da tabela.	O sistema exhibe uma mensagem informando que nenhum item foi seleccionado.
Fluxo de Exceção I.II	
Ações do ator	Ações do sistema
O ator clica em “Excluir” antes de seleccionar um item da tabela.	O sistema exhibe uma mensagem informando que nenhum item foi seleccionado.
Fluxo de Exceção I.III	
Ações do ator	Ações do sistema
	O sistema encontrou erros, inconsistências ou outro problema durante a verificação dos dados.
	O sistema emite uma mensagem reportando o erro encontrado.

Nome do Caso de Uso	
Caso de Uso Específico	Manter Cadastros (Visualizar Medidores)
Ator Principal	Operador/Administrador
Atores Secundários	
Descrição	
Pré-Condições	Um operador ou administrador deve ter efetuado o <i>login</i> e estar em uma sessão ativa.
Pós-Condições	O operador deve conseguir visualizar, alterar ou excluir o cadastro de um ou mais dos seguintes: medidores.

Fluxo Principal	
Ações do Ator	Ações do Sistema
O ator clica no botão “Cadastros” na barra de menu.	O sistema exibe as opções de cadastro: “Medidores”, “Operações” e “Operadores”.
O ator (administrador) clica em “Medidores”.	O sistema exibe as opções: “Cadastro de Operador” e “Operadores Cadastrados”.
O ator seleciona a segunda opção.	O sistema exibe uma janela com uma tabela de informações dos Medidores cadastrados no banco de dados: “Código”, “Nome”, “Porta(COM)”, “Setores” e “Portas(Arduino)”, e abaixo da tabela os botões: “Sair”, “Excluir” e “Editar”.
O ator clica em “Sair”.	O sistema fecha a janela de cadastros, retornando ao Menu Principal.
Restrições/Validações	

Fluxos Alternativos	
Fluxo Alternativo I	
Ações do Ator	Ações do Sistema
O ator clica seleciona um medidor da tabela e clica em “Editar”	O sistema verifica se algum item da tabela foi selecionado pelo ator.
	Caso haja um item selecionado, o sistema busca no banco de dados as informações referentes ao item.
	O sistema exibe um formulário para editar as informações do medidor selecionado anteriormente como: nome, código, nome da porta COM e os setores que serão gerenciados pelo medidor.
O ator edita as informações.	
O ator clica em “Salvar”.	O sistema verifica se os campos não estão vazios, se não há inconsistências nos dados, se não há outro medidor com mesmos nome, código, porta COM e setores cadastrados no banco de dados e se os dados não estão idênticos aos gravados anteriormente.
	Caso todas as informações estejam corretas, o

	sistema salva os dados editados do medidor.
	O sistema então exibe uma mensagem confirmando o sucesso da edição do cadastro e retorna ao Menu principal.

Fluxos Alternativos	
Fluxo Alternativo II	
Ações do Ator	Ações do Sistema
O ator clica seleciona um operador da tabela e clica em “Excluir”	O sistema verifica se algum item da tabela foi selecionado pelo ator.
	Caso haja um item selecionado, o sistema busca no banco de dados as informações referentes ao item.
	O sistema desativa o medidor selecionado no banco de dados.
	O sistema exibe uma mensagem confirmando a exclusão.
	O sistema realiza nova busca no banco de dados excluindo da busca os operadores desativados.
	O sistema exibe os resultados da busca na tabela.
O ator clica em “Sair”.	O sistema fecha a janela de cadastros e retorna ao Menu Principal.

Fluxos de Exceção	
Fluxo de Exceção I.I	
Ações do ator	Ações do sistema
O ator clica em “Editar” antes de selecionar um item da tabela.	O sistema exibe uma mensagem informando que nenhum item foi selecionado.
Fluxo de Exceção I.II	
Ações do ator	Ações do sistema
O ator clica em “Excluir” antes de selecionar um item da tabela.	O sistema exibe uma mensagem informando que nenhum item foi selecionado.

Fluxo de Exceção I.III	
Ações do ator	Ações do sistema
	O sistema encontrou erros, inconsistências ou outro problema durante a verificação dos dados.
	O sistema emite uma mensagem reportando o erro encontrado.

Nome do Caso de Uso	
Caso de Uso Específico	Manter Cadastros (Visualizar Operações)
Ator Principal	Operador/Administrador
Atores Secundários	
Descrição	
Pré-Condições	Um operador ou administrador deve ter efetuado o <i>login</i> e estar em uma sessão ativa.
Pós-Condições	O operador deve conseguir visualizar, alterar ou excluir o cadastro de um ou mais dos seguintes: operações.

Fluxo Principal	
Ações do Ator	Ações do Sistema
O ator clica no botão “Cadastros” na barra de menu.	O sistema exibe as opções de cadastro: “Medidores”, “Operações” e “Operadores”.
O ator (administrador) clica em “Operações”.	O sistema exibe as opções: “Cadastro de Operador” e “Operadores Cadastrados”.
O ator seleciona a segunda opção.	O sistema exibe uma janela com os campos de filtros: “Selecionar Medidor”, “Período Inicial”, “Período Final” seguidos do botão “Aplicar filtros”. Logo abaixo, uma tabela com as informações de todas as Operações cadastradas no banco de dados: código, tipo de operação, medidor, setores afetados, operador responsável pelo cadastro, e o estado da execução. Abaixo da tabela os botões: “Recarregar Dados”, “Editar” e

	“Excluir”.
O ator clica no “X” no canto superior da janela.	O sistema fecha a janela de cadastros, retornando ao Menu Principal.
Restrições/Validações	

Fluxos Alternativos	
Fluxo Alternativo I	
Ações do Ator	Ações do Sistema
O ator escolhe o medidor e preenche os campos “Período Inicial” e/ou “Período Final” e clica no botão “Aplicar filtros”.	O sistema verifica as datas preenchidas nos campos estão de acordo com o padrão e se são válidas.
	Caso ambos os períodos tenham sido escolhidos, e as datas estejam corretas, o sistema busca no banco de dados as informações referentes ao período.
	Caso apenas o período inicial tenha sido preenchido e as datas estejam corretas, o sistema busca no banco de dados as informações a partir da data escolhida.
	Caso apenas o período final tenha sido preenchido e as datas estejam corretas, o sistema busca no banco de dados as informações até a data escolhida.
	O sistema exibe na tabela as informações resultantes da busca.
O ator visualiza as informações.	
O ator clica em “Recarregar Dados”.	O sistema faz uma nova busca no banco de dados e exibe todas as operações cadastradas.
O ator clica no “X” no canto superior da janela.	O sistema fecha a janela de cadastros, retornando ao Menu Principal.

Fluxo Alternativo II	
Ações do Ator	Ações do Sistema
O ator seleciona uma operação na tabela.	
O ator clica em “Editar”.	O sistema verifica se a operação é do tipo cadastrada e se ainda não foi executada.
	Caso ambas as condições forem verdadeiras, o sistema exibe uma janela para a edição da

	operação selecionada.
O ator edita as informações.	
O ator clica em “Salvar”.	O sistema verifica se os campos não estão vazios, se não há inconsistências nos dados e se for uma operação agendada, se as datas e horários são válidos e estão no formato correto, e se as informações não são idênticas às gravadas anteriormente.
	Caso todas as informações estejam corretas, o sistema salva os dados da operação no banco de dados e envia para a lista de requisições de operações para que seja executada.
	O sistema fecha a janela de edição de cadastro, retornando para a janela de Operações cadastradas.
	O sistema faz uma nova busca no banco de dados e exibe todas as operações cadastradas.
O ator clica no “X” no canto superior da janela.	O sistema fecha a janela de cadastros, retornando ao Menu Principal.

Fluxo Alternativo III	
Ações do Ator	Ações do Sistema
O ator seleciona uma operação na tabela.	
O ator clica em “Excluir”.	O sistema verifica se a operação é do tipo cadastrada, se ainda não foi executada e se as datas e horários de execução são posteriores aos atuais.
	Caso todas as condições forem verdadeiras, o sistema desativa a operação selecionada, no banco de dados.
	O sistema realiza uma nova busca no banco de dados, excluindo da busca a operação desativada.
	O sistema exibe as informações na tabela.
O ator clica no “X” no canto superior da janela.	O sistema fecha a janela de cadastros, retornando ao Menu Principal.

Fluxos de Exceção	
Fluxo de Exceção I.I	
Ações do ator	Ações do sistema
O ator clica em “Editar” antes de selecionar um item da tabela.	O sistema exibe uma mensagem informando que nenhum item foi selecionado.
Fluxo de Exceção I.II	
Ações do ator	Ações do sistema
O ator clica em “Excluir” antes de selecionar um item da tabela.	O sistema exibe uma mensagem informando que nenhum item foi selecionado.
Fluxo de Exceção I.III	
Ações do ator	Ações do sistema
	O sistema encontrou erros, inconsistências ou outro problema durante a verificação dos dados.
	O sistema emite uma mensagem reportando o erro encontrado.

Tabela 5 - Caso de Uso Específico Manter Relatórios.

Nome do Caso de Uso	
Caso de Uso Específico	Manter Relatórios (Medições)
Ator Principal	Operador/Administrador
Atores Secundários	
Descrição	
Pré-Condições	Um operador ou administrador deve ter efetuado o <i>login</i> e estar em uma sessão ativa.
Pós-Condições	O operador deve conseguir visualizar um relatório com as informações associadas às medições de um medidor selecionado.

Fluxo Principal	
Ações do Ator	Ações do Sistema
O ator clica no botão “Relatórios” na barra de menu.	O sistema exibe as opções de relatórios: “Relatório de Medições” e “Relatório de Consumo”.
O ator seleciona a primeira opção.	O sistema exibe uma janela com os campos de filtros: “Selecionar Medidor”, “Período Inicial”, “Período Final” seguidos do botão “Aplicar filtros”. Logo abaixo, uma tabela com as informações de todas as Medições cadastradas no banco de dados: código, medidor, estado, tensão, corrente, potência, data e horário. Abaixo da tabela os botões: “Sair” e “Recarregar Dados”.
O ator clica em “Sair”.	O sistema fecha a janela de relatório, retornando ao Menu Principal.
Restrições/Validações	

Fluxos Alternativos	
Fluxo Alternativo I	
Ações do Ator	Ações do Sistema
O ator escolhe o medidor e preenche os campos “Período Inicial” e/ou “Período Final” e clica no botão “Aplicar filtros”.	O sistema verifica as datas preenchidas nos campos estão de acordo com o padrão e se são válidas.
	Caso ambos os períodos tenham sido escolhidos, e as datas estejam corretas, o sistema busca no banco de dados as informações referentes ao período.
	Caso apenas o período inicial tenha sido preenchido e as datas estejam corretas, o sistema busca no banco de dados as informações a partir da data escolhida.
	Caso apenas o período final tenha sido preenchido e as datas estejam corretas, o sistema busca no banco de dados as informações até a data escolhida.
	O sistema exibe na tabela as informações resultantes da busca.
O ator visualiza as informações.	

O ator clica em “Recarregar Dados”.	O sistema faz uma nova busca no banco de dados e exibe todas as medições cadastradas.
O ator clica em “Sair”.	O sistema fecha a janela de relatório, retornando ao Menu Principal.

Fluxos de Exceção	
Fluxo de Exceção I.I	
Ações do ator	Ações do sistema
	O sistema encontrou erros, inconsistências ou outro problema durante a verificação dos dados.
	O sistema emite uma mensagem reportando o erro encontrado.

Nome do Caso de Uso	
Caso de Uso Específico	Manter Relatórios (Consumo)
Ator Principal	Operador/Administrador
Atores Secundários	
Descrição	
Pré-Condições	Um operador ou administrador deve ter efetuado o <i>login</i> e estar em uma sessão ativa.
Pós-Condições	O operador deve conseguir visualizar um relatório com as informações das medições e uma média de consumo de um determinado período.

Fluxo Principal	
Ações do Ator	Ações do Sistema
O ator clica no botão “Relatórios” na barra de menu.	O sistema exibe as opções de relatórios: “Relatório de Medições” e “Relatório de Consumo”.
O ator seleciona a segunda opção.	O sistema exibe uma janela com os campos de filtros: “Selecionar Medidor”, “Período Inicial”, “Período Final” seguidos do botão “Aplicar filtros”. Logo abaixo, uma tabela com informações das medições para o medidor selecionado, seguida por um campo mostrando o cálculo da média de consumo em um período

	de tempo pré-determinado. Abaixo da tabela os botões: “Sair” e “Recarregar Dados”.
O ator clica em “Sair”.	O sistema fecha a janela de relatório, retornando ao Menu Principal.
Restrições/Validações	

Fluxos Alternativos	
Fluxo Alternativo I	
Ações do Ator	Ações do Sistema
O ator escolhe o medidor e preenche os campos “Período Inicial” e/ou “Período Final” e clica no botão “Aplicar filtros”.	O sistema verifica as datas preenchidas nos campos estão de acordo com o padrão e se são válidas.
	Caso ambos os períodos tenham sido escolhidos, e as datas estejam corretas, o sistema busca no banco de dados as informações referentes ao período.
	Caso apenas o período inicial tenha sido preenchido e as datas estejam corretas, o sistema busca no banco de dados as informações a partir da data escolhida.
	Caso apenas o período final tenha sido preenchido e as datas estejam corretas, o sistema busca no banco de dados as informações até a data escolhida.
	O sistema exibe na tabela as informações resultantes da busca.
O ator visualiza as informações.	
O ator clica em “Recarregar Dados”.	O sistema faz uma nova busca no banco de dados e exibe todas as informações de consumo para o medidor referente.
O ator clica em “Sair”.	O sistema fecha a janela de relatório, retornando ao Menu Principal.

Fluxos de Exceção	
Fluxo de Exceção I.I	
Ações do ator	Ações do sistema

	O sistema encontrou erros, inconsistências ou outro problema durante a verificação dos dados.
	O sistema emite uma mensagem reportando o erro encontrado.

Tabela 6 - Caso de Uso Específico Manter Comunicação com Medidor.

Nome do Caso de Uso	
Caso de Uso Específico	Manter Comunicação com Medidor
Ator Principal	Medidor
Atores Secundários	Operador
Descrição	
Pré-Condições	Um operador ou administrador deve ter efetuado o <i>login</i> e estar em uma sessão ativa. Um medidor deve estar conectado ao computador por meio de uma porta Serial (USB).
Pós-Condições	Um canal de comunicação entre o sistema e o Medidor deve estar estabelecido. O sistema deve conseguir requisitar a configuração do medidor e receber uma resposta à requisição. O sistema e o operador devem conseguir requisitar operações de leitura ou outros comandos e receber respostas por parte do medidor.

Fluxo Principal	
Ações do Ator	Ações do Sistema
No menu, o ator clica na caixa de opções onde estão listadas as portas COM conectadas ao computador, selecionando a porta correspondente ao medidor pretendido.	O sistema busca pela correspondência entre a porta COM selecionada e um medidor cadastrado com a mesma porta.
	O sistema encontra o medidor e inicia a comunicação, fazendo uma série de verificações no processo.
	Ao término do processo de conexão, o sistema inicia a configuração do medidor, e aguarda o

	processamento de uma requisição enviada ao medidor.
	Recebida e processada a resposta, o sistema inicia as rotinas responsáveis por criar requisições automáticas de leituras e controlar o envio de requisições de leituras e comandos, bem como receber as devidas respostas. Ao final, exibe uma mensagem ao operador informando-o do término e sucesso do processo, habilitando-o a criar requisições de operações.
O operador confirma a mensagem recebida clicando em “OK” e inicia suas atividades.	
Restrições/Validações	

Fluxos de Exceção	
Fluxo de Exceção I.I	
Ações do ator	Ações do sistema
O operador seleciona uma das portas COM listadas.	O sistema realiza a busca pela porta COM selecionada entre as cadastradas nos registros de medidores, mas não a encontra correspondência.
	O sistema emite uma mensagem reportando o erro encontrado, sugerindo a escolha de uma outra porta COM que corresponda aos medidores cadastrados, a mudança de porta física (USB) ou o cadastro/edição de um medidor para corresponder à porta selecionada e repetir o processo.
Fluxo de Exceção I.II	
Ações do ator	Ações do sistema
	O sistema inicia a configuração do medidor, mas por algum erro no processo não obtém sucesso na operação.
	O sistema emite uma mensagem reportando o erro encontrado.

Fluxo de Exceção I.III	
Ações do ator	Ações do sistema
	O sistema inicia as rotinas responsáveis pela criação, controle e envio das requisições ao medidor, mas por algum erro no processo não obtém sucesso na operação.
	O sistema emite uma mensagem reportando o erro encontrado.

4.5. Descrição da interface com o usuário

Esta seção apresenta algumas das principais telas do sistema, demonstrando visualmente a interação entre os usuários e a aplicação.

Inicialmente, é apresentada a Tela de *Login* na Figura 8, por onde os usuários podem acessar as funcionalidades do sistema.

A imagem mostra uma janela de aplicativo com o título "Login". No topo, há uma barra de título com ícone e botões de minimizar, maximizar e fechar. O conteúdo principal da janela é um formulário com o seguinte layout:

- Um campo de texto rotulado "Nome:".
- Um campo de texto rotulado "Senha:".
- Dois botões de ação na base: um botão vermelho rotulado "X Cancelar" e um botão verde rotulado "✓ Entrar".

Figura 8 - Tela de *Login*.

Na sequência está a Tela de Menu, apresentada pela Figura 9, onde é possível acompanhar algumas das principais tarefas do sistema e acessar ou manipular dados e relatórios.

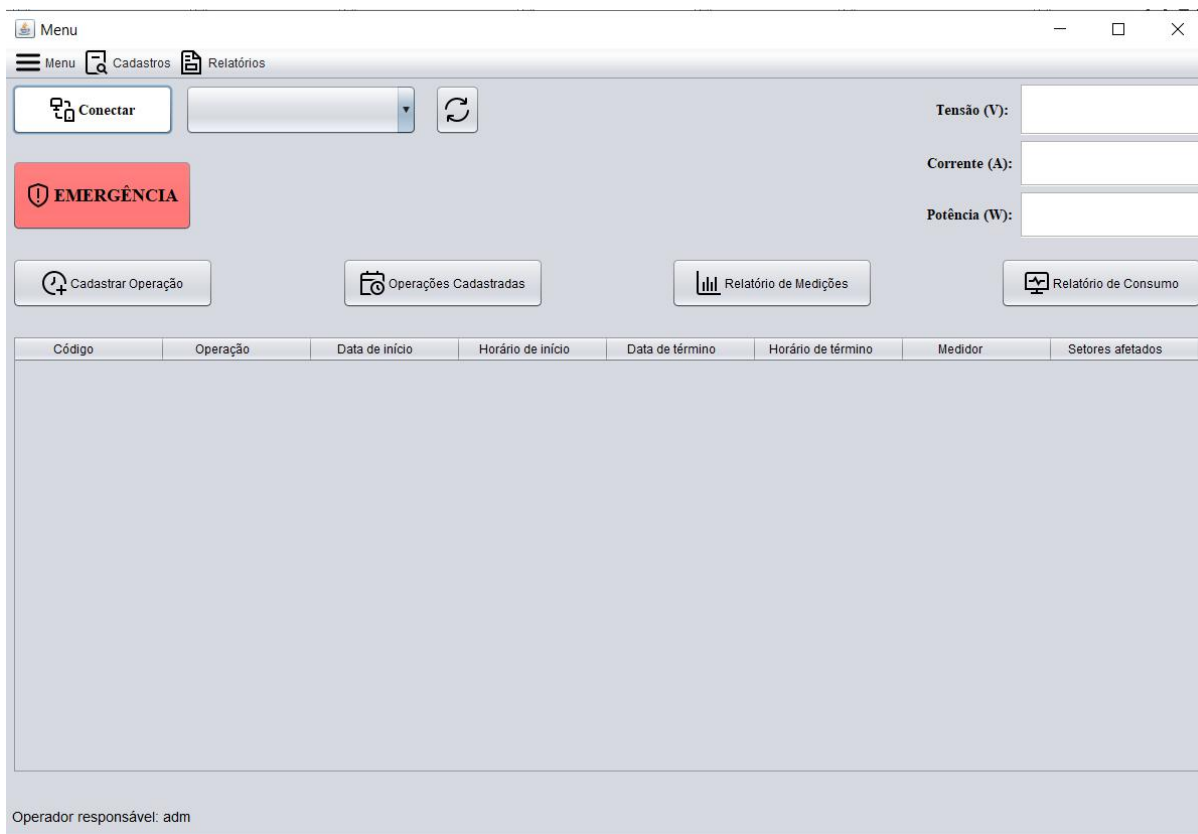



Figura 9 - Tela de Menu.

Em seguida pode-se ver a Tela de Cadastro de Medidores, apresentada na Figura 10.



Figura 10 - Tela de Cadastro de Medidores.

Logo após está a Tela de Medidores Cadastrados, demonstrada na Figura 11 abaixo.



Código	Nome	Porta(COM)	Nomes dos Setores	Portas(Arduino)
1234	testeh	COM21	testeh	52
325645	zaaz	COM10	azza	7
5185440	fadjg	COM14	fdsdfk	15
12233359	Mega2560	COM12	setor1	15
12345678	default	COM8	Geral / Direito / Central...	11 / 10 / 9 / 8
12345687	UNO	COM4	teste1 / teste2	11 / 12
87654321	med1	COM20	Geral / Direito / Central...	10 / 9 / 7 / 6

Buttons: Sair, Excluir, Editar

Figura 11 - Tela de Medidores Cadastrados.

Abaixo é apresentada a Tela de Cadastro de Operação, podendo ser expandida de acordo com o tipo de execução da operação que se deseja cadastrar, sendo a operação de execução instantânea, demonstrada pela Figura 12, ou a execução por agendamento, mostrada na Figura 13.



Cadastrar Operação

Tipo de Operação: Ligar

Medidor: testeh, zaaz, fadjg

Setores: [Empty]

Agendar datas de início e término: Exibir painel de datas

Buttons: Cancelar, Salvar

Figura 12 - Tela de Cadastro de Operação (execução Instantânea).



Cadastrar Operação

Tipo de Operação: Ligar

Medidor: testeh, zaaz, fadjg

Setores: [Empty]

Agendar datas de início e término: Exibir painel de datas

Data de início da oper.: [/ /]

Horário de Início da oper.: [: :]

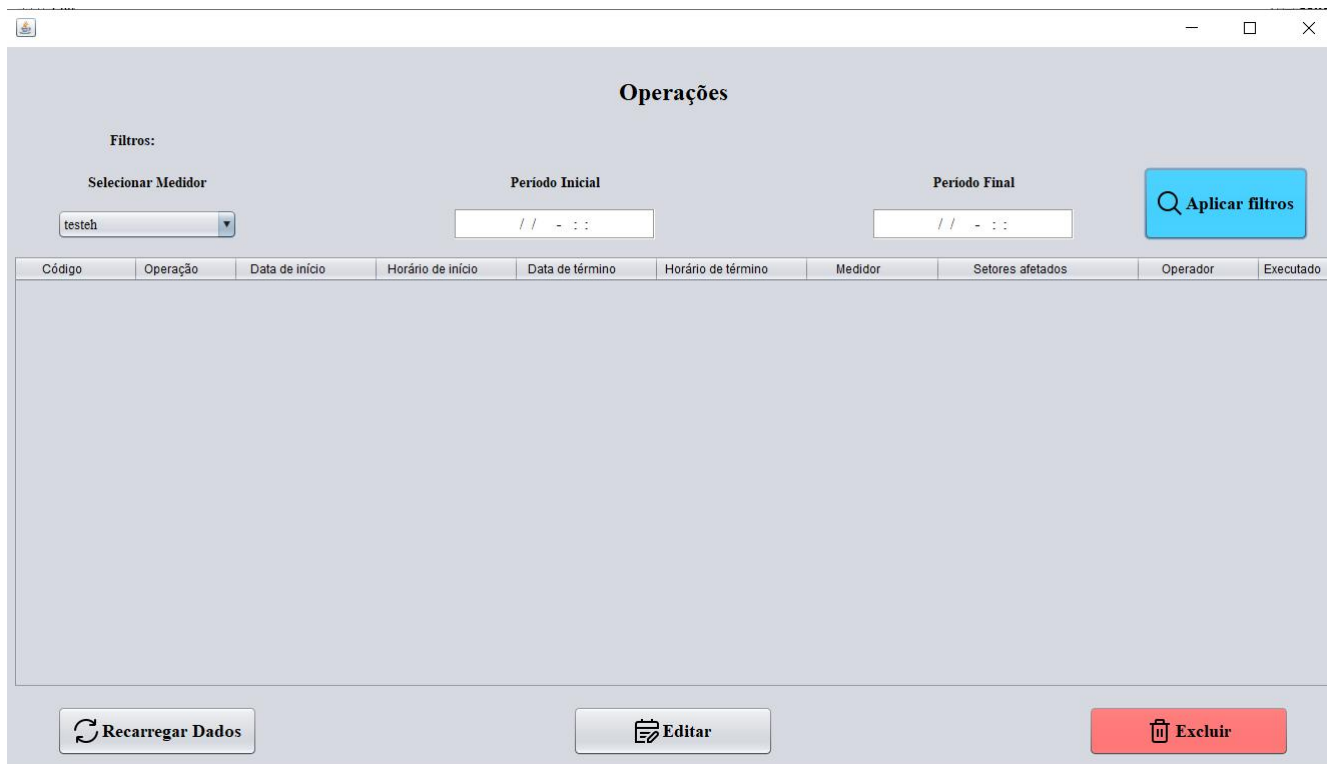
Data de término da oper.: [/ /]

Horário de término da oper.: [: :]

Buttons: Cancelar, Salvar

Figura 13 - Tela de Cadastro de Operação (execução por Agendamento).

A seguir, está a Tela de Operações Cadastradas, mostrada pela Figura 14, que apresenta um compilado de dados das operações de um determinado medidor em um período de tempo escolhido.



Código	Operação	Data de início	Horário de início	Data de término	Horário de término	Medidor	Setores afetados	Operador	Executado
--------	----------	----------------	-------------------	-----------------	--------------------	---------	------------------	----------	-----------

Figura 14 - Tela de Operações Cadastradas.

A próxima é a Tela de Cadastro de Operador, mostrada na Figura 15, que só pode ser acessada por um operador com permissões de administrador.

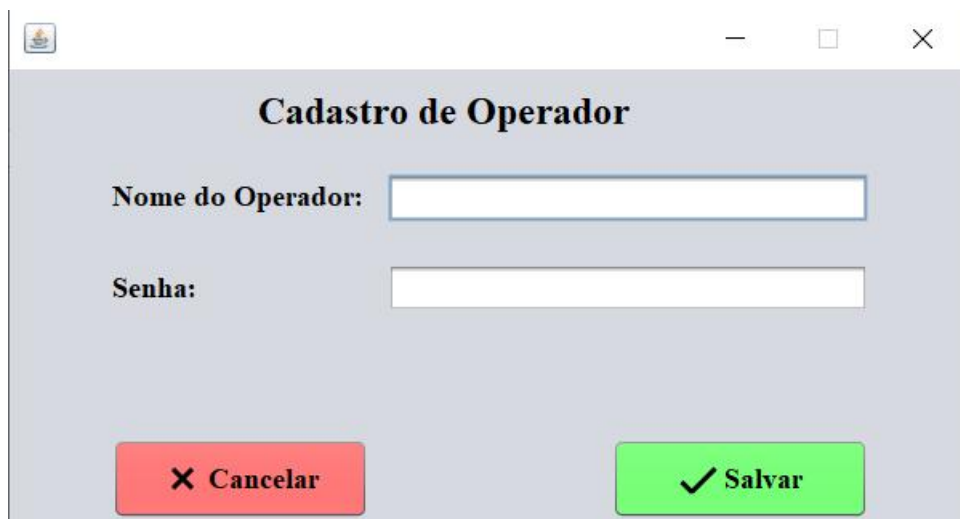


Figura 15 - Tela de Cadastro de Operador.

A próxima é a Tela de Operadores Cadastrados, apresentada na Figura 16, que também só é acessível por um operador com permissões de administrador.

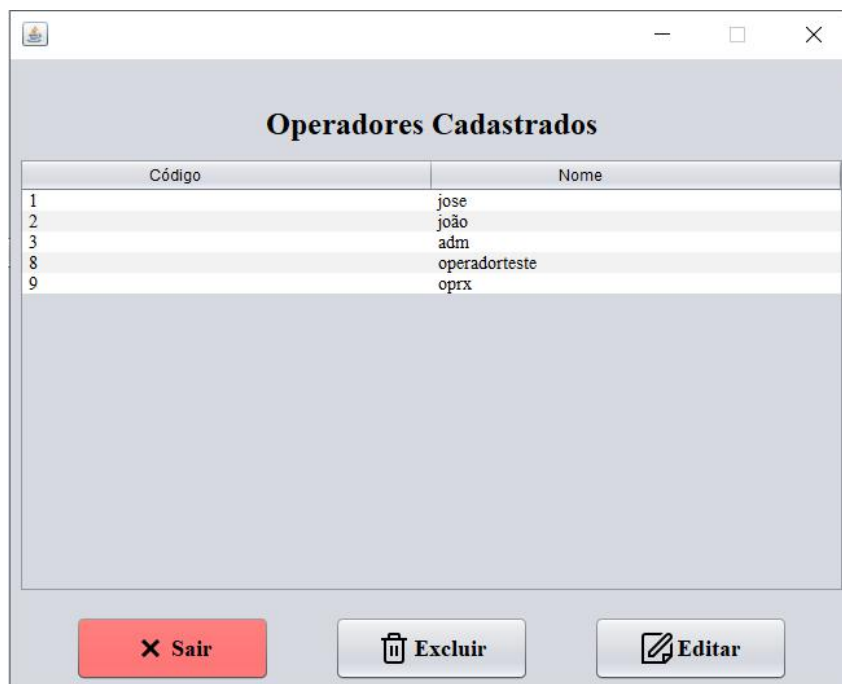


Figura 16 - Tela de Operadores Cadastrados.

A seguir é apresentada a Tela de Relatório de Medições, na Figura 17, que apresenta uma compilação de informações relacionadas às medições registradas no sistema.

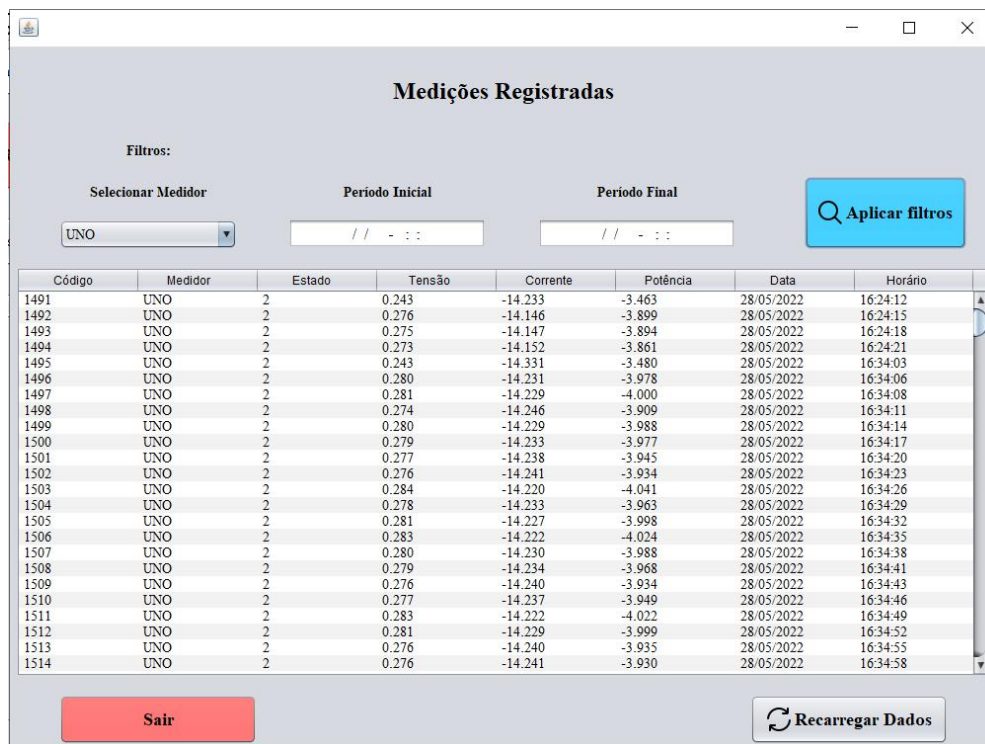


Figura 17 - Tela de Relatório de Medições.

Por fim, na Figura 18, é apresentada a Tela de Relatório de Consumo, com dados relacionados às medições e ao consumo elétrico.

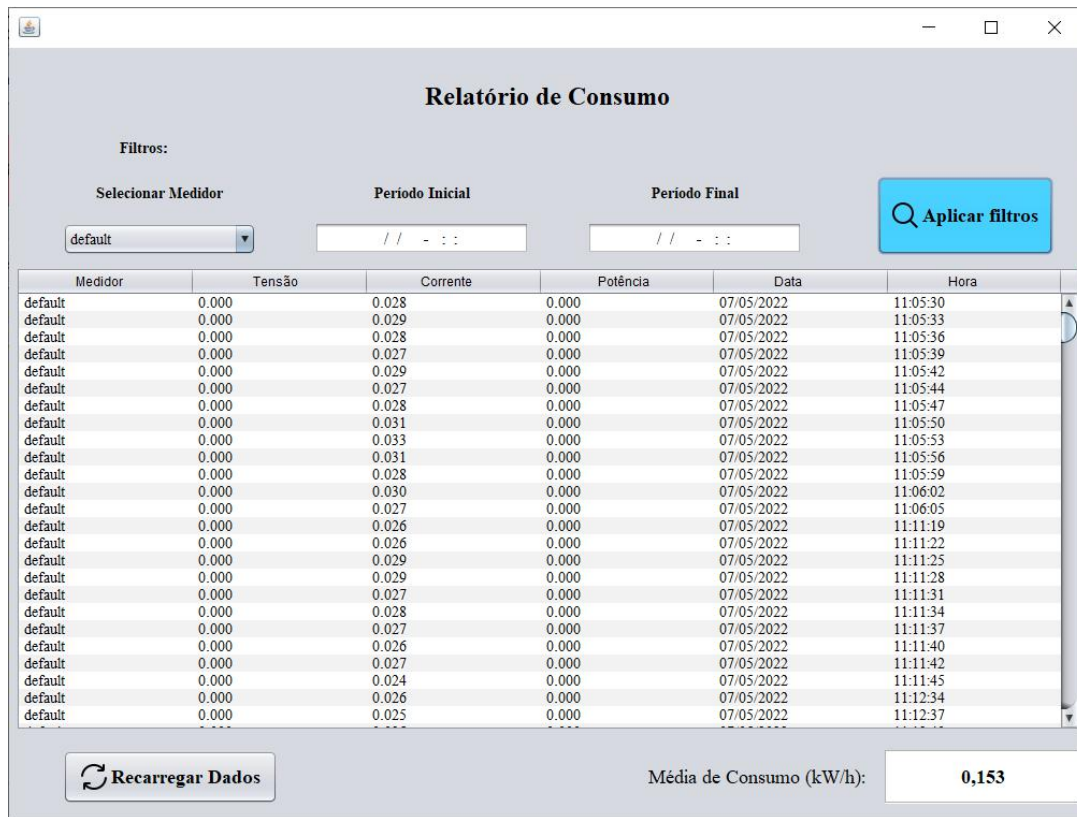


Figura 18 - Tela de Relatório de Consumo.

4.6. Diagramas de classe

Esta seção contempla os diagramas de classes que compõem o sistema, com seus relacionamentos, e serão apresentados nas figuras mostradas da página 54 à página 57. Segundo Sommerville, os Diagramas de Classe são utilizados para descrever as classes e suas associações, em um modelo de sistema orientado a objetos (Sommerville, 2011, p. 90).

Na Figura 8 é apresentado um diagrama classes geral contendo uma abstração das principais classes que compõem o sistema, sendo formado pela união dos três sub-módulos da aplicação (módulo de aplicação, módulo de gerência de ações e o módulo de gerência de comunicação e requisições).

A Figura 9 mostra o diagrama com uma abstração com as principais classes presentes no módulo de aplicação, que foi isolado nessa imagem para facilitar a visualização do mesmo. As

classes referentes ao *Login* e sessão (apresentadas na Figura 8) foram omitidas na imagem, mas fazem parte do módulo.

Enquanto na Figura 10, é demonstrado o diagrama com a abstração das classes do módulo de ações, que também foi isolado para permitir uma melhor visualização e entendimento.

A Figura 11, por sua vez, apresenta o diagrama com abstração das classes do módulo de gerência de comunicação e requisições, novamente separado para facilitar sua visualização e compreensão.

Alguns dos diagramas tiveram classes, atributos e/ou métodos omitidos de suas classes para facilitar a apresentação e/ou por possuírem menor relevância para o entendimento (métodos construtores, métodos relacionados às interfaces de usuário, classes do tipo Enum, etc).

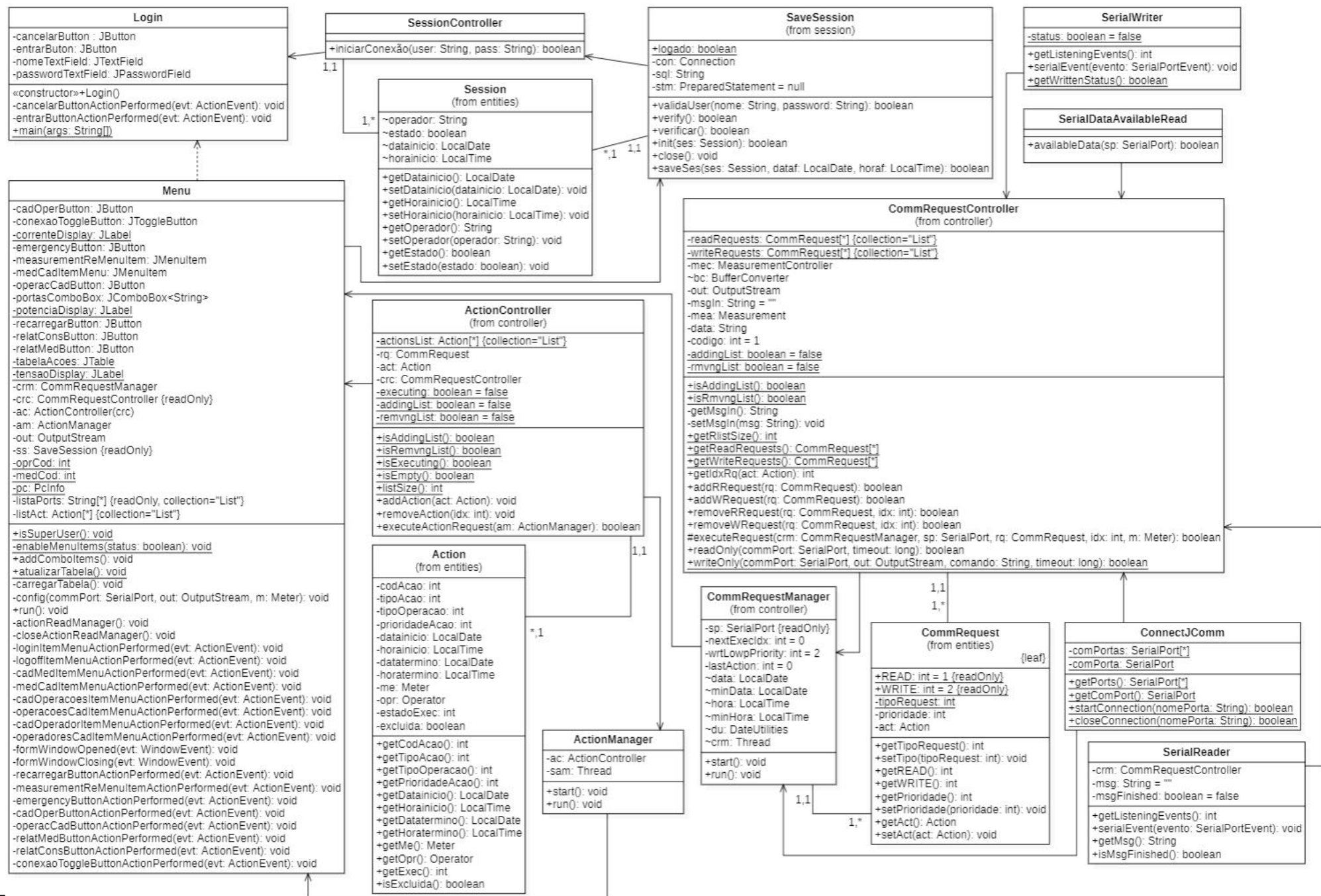


Figura 19 - Diagrama de Classes Geral, com as principais classes do sistema.

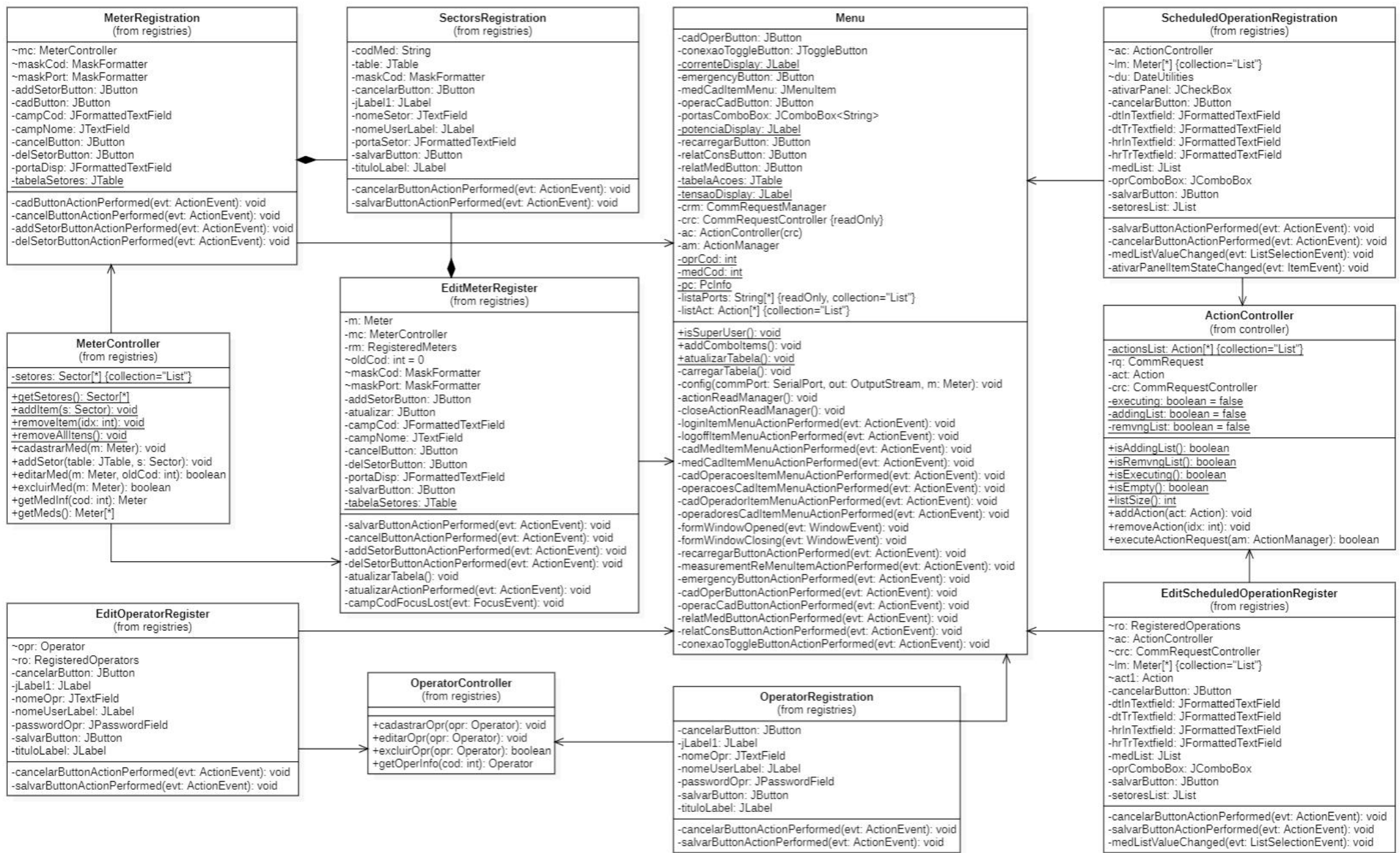


Figura 20 - Diagrama de Classes do módulo de Aplicação.

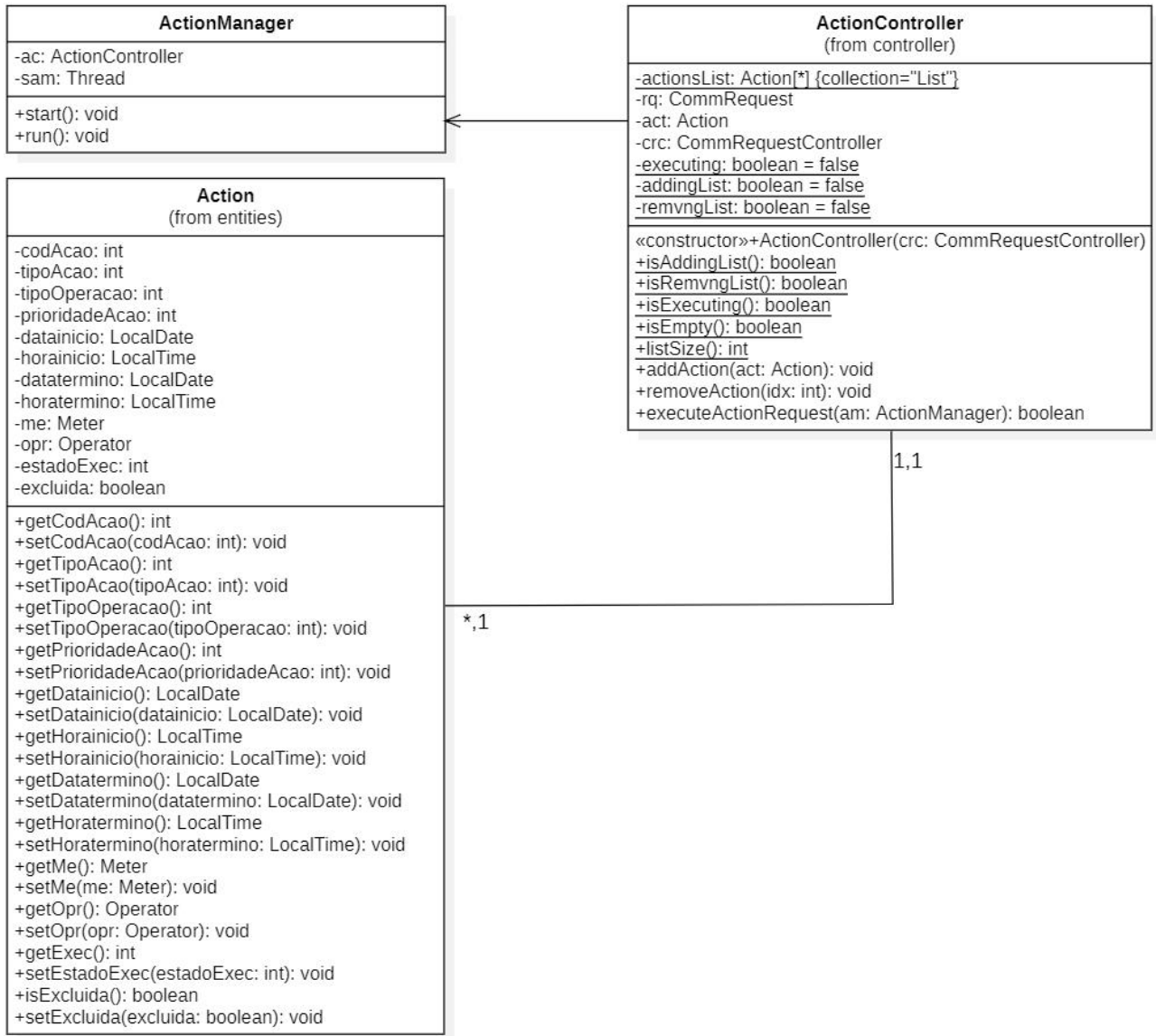


Figura 21 - Diagrama de Classes do módulo de Gerência de Ações.

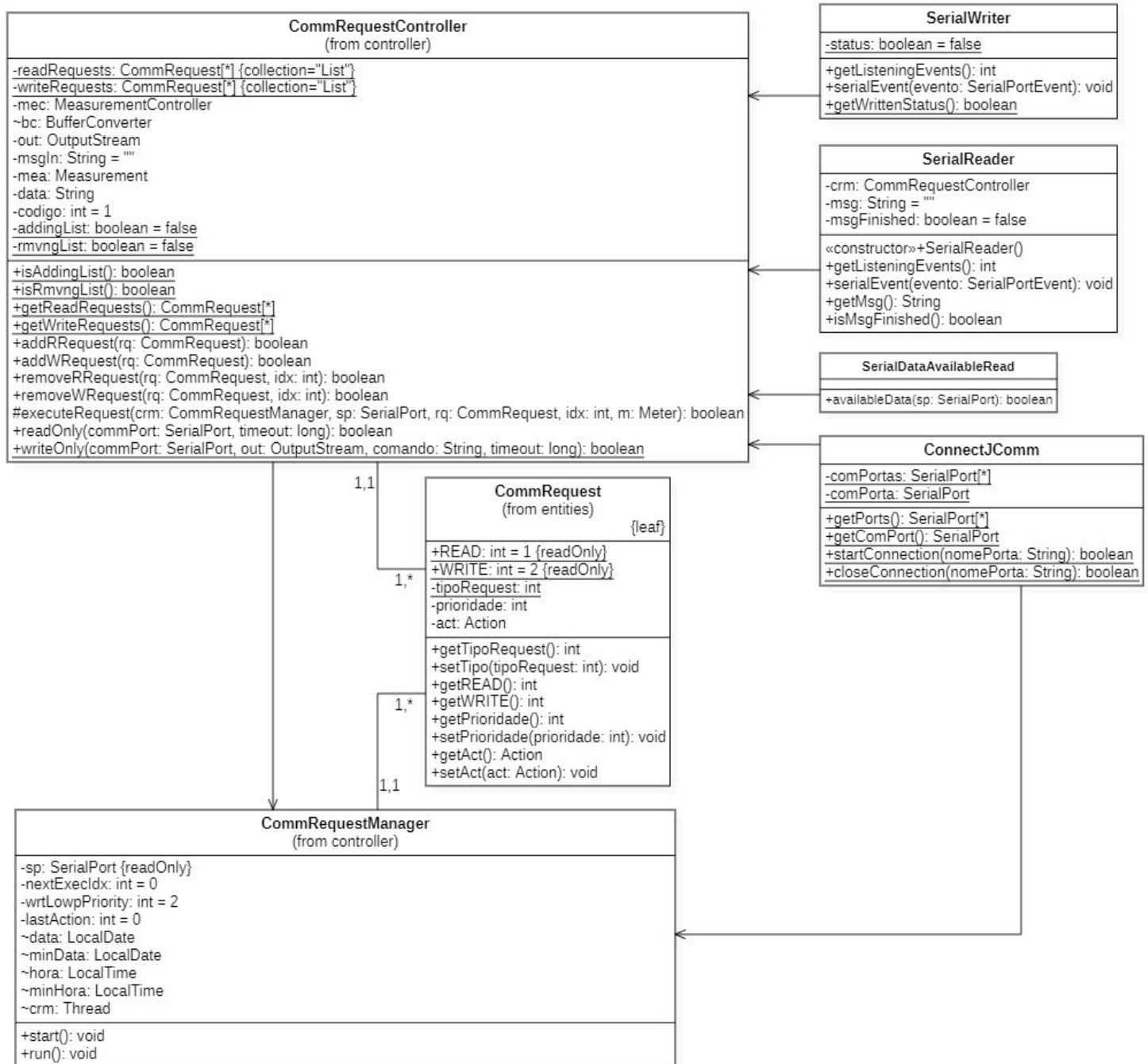


Figura 22 - Diagrama de Classes do módulo de Gerência de Comunicação e Requisições.

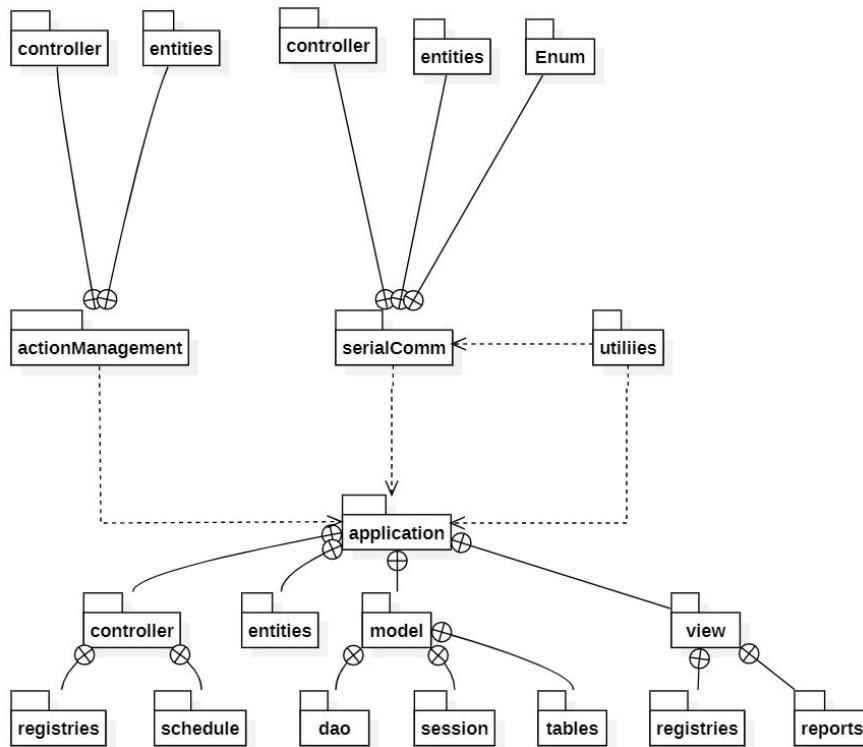


Figura 23 - Diagrama de Pacotes.

A Figura 23 ilustra o diagrama de pacotes da aplicação Java, demonstrando o relacionamento entre os pacotes de classes sendo eles de composição, indicado pelas linhas contínuas com um círculo marcado com um X no centro em uma extremidade, e a associação, indicada pelas linhas tracejadas com uma seta em uma das extremidades.

4.7 Diagrama de Entidades-Relacionamento

Esta seção apresenta o Diagrama de Entidades-Relacionamento, através da Figura 24.

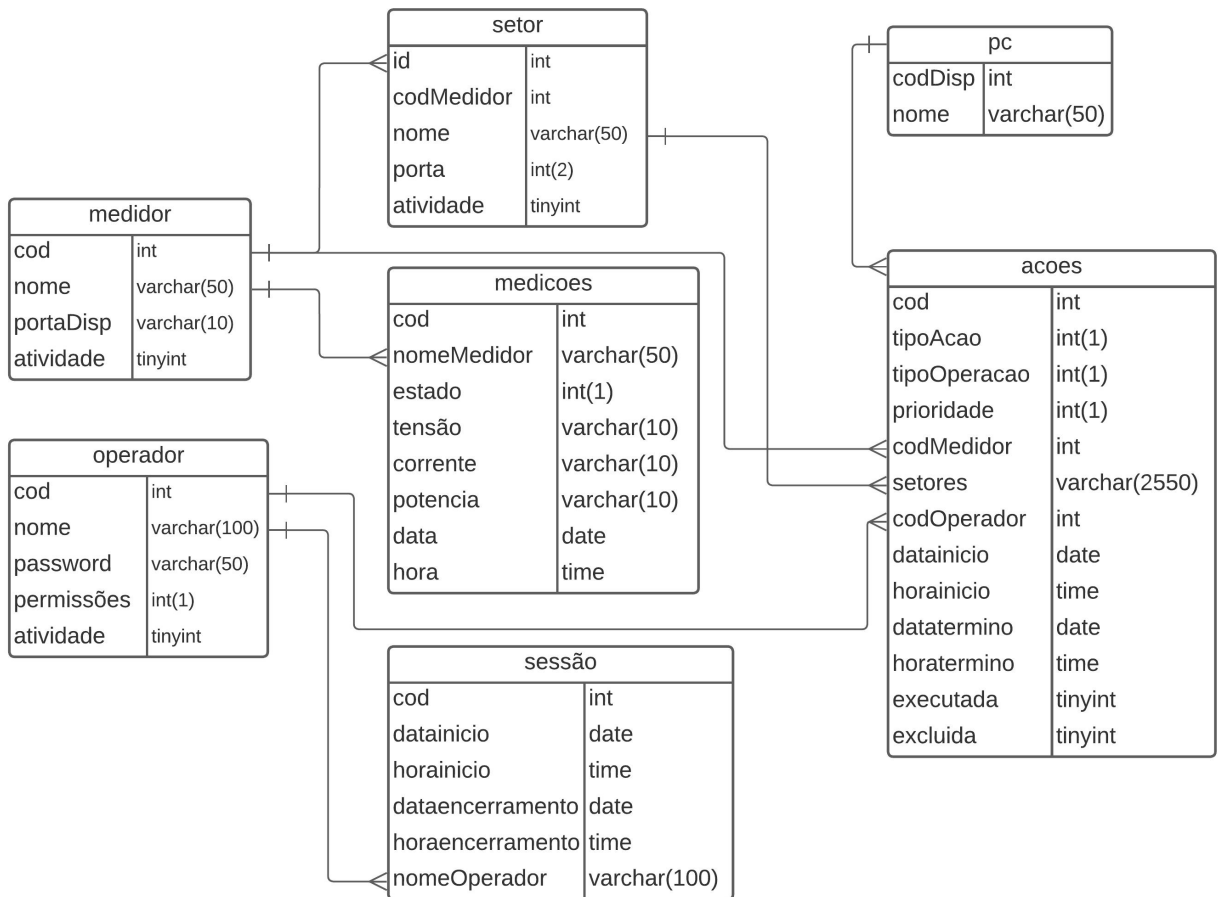


Figura 24 - Diagrama de Entidades-Relacionamento.

4.8 Tecnologias Utilizadas

O levantamento dos requisitos foi realizado com base em informações adquiridas por meio do material bibliográfico pesquisado, e comparação entre projetos já existentes, assim identificando as necessidades de mercado que possam ser atendidas pelo sistema.

Para o desenvolvimento do *software*, foi utilizado o modelo de ciclo de vida de *software*: Prototipação. Sommerville descreve o protótipo como uma versão inicial do sistema, utilizada para demonstração, experimentação e validação de possíveis soluções para um problema (Sommerville, 2011, p. 30). Os modelos de *software* são representações simplificadas do processo de *software*,

apresentando uma perspectiva de um processo em particular e fornecendo informações parciais sobre ele (Sommerville, 2011, p. 19).

O *software* foi desenvolvido utilizando-se duas linguagens de programação: o Java e o C++. De modo que a linguagem Java foi usada na implementação do módulo do sistema que é executado no computador, enquanto a linguagem C++ foi utilizada na programação do microcontrolador Arduino, responsável por executar as tarefas como medidor da rede elétrica.

Para a implementação do código Java, foi utilizada a IDE (Integrated Development Environment, em português, Ambiente de Desenvolvimento Integrado) NetBeans, na versão 8.2, que pode ser descrito como um ambiente integrado que tem como objetivo facilitar o processo de desenvolvimento e através do qual pode-se realizar testes e validações de outros *softwares*.

O Arduino, que é uma plataforma de computação física ou embarcada, geralmente munido de um microcontrolador Atmel AVR de 8 bits, ou um Atmel ARM de 32 bits e diversos componentes simples que permitem conectar-se uma numerosa série de dispositivos, sensores e diversos módulos eletrônicos, desde que emitam dados e permitam ser controlados pelo microcontrolador (McRoberts, 2015).

O sistema gerenciador de banco de dados utilizado no projeto foi o *MySQL*, obtido juntamente com o *phpMyAdmin*, que foi usado para administrar o servidor *MySQL*, através do pacote de ferramentas XAMPP na sua versão 3.2.4.

A comunicação entre os dispositivos (plataformas) que integram o sistema foi realizada por meio de conexão serial (USB).

Para realização dos testes, foi confeccionada uma maquete, onde foram distribuídos e conectados o microcontrolador, os módulos de sensores, relés, com estrutura semelhante a uma rede de distribuição simples, onde se fez a verificação constante dos resultados afim de atestar o correto funcionamento do sistema.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A automação residencial é um mercado com um enorme potencial no horizonte da produção e consumo energético, principalmente nos próximos anos. Seja para fins de controles mais rígidos de consumo e desperdício de eletricidade, ou ainda com a finalidade de trazer mais comodidade aos usuários deste tipo de serviço. O fato é que com o advento da *Internet* das coisas, as “*smart homes*” ganham cada dia mais espaço no cenário nacional e mundial.

Em meio a esse cenário, é fundamental que haja soluções que atendam a diferentes demandas para esse serviço, e isso inclui usuários que não dispõem de recursos suficientes para investir em sistemas muito complexos, ou estão localizados em ambientes que inviabilizam o uso dos mesmos, como propriedades distantes de centros urbanos, ou de difícil acesso, ou ainda onde a manutenção desses sistemas se torna muito dispendiosa, tornando-se necessária uma solução acessível e que consiga atender ao menos as necessidades mais básicas dos consumidores.

Estima-se que os objetivos foram cumpridos, tendo em vista que foi desenvolvido um sistema de automação elétrica, modular, capaz de coletar dados de uma rede ou circuito elétrico, processar esses dados e fornecer informações inerentes ao consumo e qualidade do serviço. Assim como também é possível controlar a partir de requisições, o acionamento ou a interrupção de fornecimento elétrico em setores independentes da rede, de forma automatizada. E por último com custo de aquisição acessível dentro das especificações desse tipo de serviço.

Entre as principais dificuldades encontradas no processo de análise e desenvolvimento do projeto, pode-se citar a falta de conhecimentos suficientes somada à indisponibilidade de pessoal técnico (para consulta e elicitação de requisitos), inerentes às áreas de elétrica e eletrônica, e também em relação à comunicação entre os dispositivos utilizados e suas respectivas linguagens de programação. Foram necessários estudos sobre o tema abordado, para que fosse possível elicitar os requisitos e compreender as necessidades pertinentes ao cumprimento do objetivo.

Um ponto que se destaca entre as dificuldades, tendo inclusive tomado a maior parte do tempo de desenvolvimento, foi a relação entre a comunicação entre os módulos do sistema, seja entre o módulo instalado no computador e o módulo instalado no Arduino, ou ainda entre os sub-módulos do

módulo do computador, responsáveis pela sincronização de rotinas que realizam a recepção e processamento dos dados do medidor, e coleta de entradas do usuário e envio de requisições ao medidor. Fazendo-se necessário o investimento de grande demanda de esforços para o cumprimento do objetivo.

Ainda em relação às dificuldades encontradas, a falta de domínio da linguagem Java, tornou inviável, em tempo hábil, a elaboração de relatórios mais robustos sobre as informações produzidas pelo sistema. Ficando assim, a sugestão para melhoria futura da funcionalidade.

Como sugestões para trabalhos futuros, pode-se citar melhorias na funcionalidade de comunicação entre os módulos do sistema, tornando-os menos complexos e mais eficientes. Sugere-se também a implementação de interfaces de usuário mais intuitivas e amigáveis, podendo-se acrescentar o uso de tecnologias mais modernas e práticas em seu desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. **Consumo de eletricidade vai triplicar no país até 2050, indica estudo da EPE**, Agência Brasil - Rio de Janeiro, 19 ago. 2014. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2014-08/consumo-de-eletricidade-vai-triplicar-no-pais-ate-2050-indica-estudo-da-epe>. Acesso em: 11 abr. 2022.

AL-ALI, A. R.; EL-HAG, A. H.; DHAOUADI, R.; ZAINALDAIN, R.; ZAINALDAIN, A. **Smart home gateway for smart grid**. IEEE, Abu Dhabi, 25-27 abr. 2011.

AURESIDE. **Automação Residencial - Riscos e Oportunidades**, Associação Brasileira de Automação Residencial e Predial, 2020. Disponível em: <http://www.aureside.org.br/noticias/automacao-residencial---riscos-e-oportunidades>. Acesso em: 11 abr. 2022.

EPE. **Carga de energia deve aumentar 1,7% em 2022, aponta 1ª revisão quadrimestral**, Empresa de Pesquisa Energética, 05 abr. 2022.

EPE. **Plano Nacional de Energia 2050 - Hidreletricidade**, p.76-81, Empresa de Pesquisa Energética, 2019.

EPE. **Consumo de eletricidade por classe (GWh) - Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2021**, p.91, tabela 3.3 - EPE.

Fazecast, Inc. **jSerialComm**. Disponível em: <https://fazecast.github.io/jSerialComm/>. Acesso em: 26 jun. 2022.

FINDER. **O mercado brasileiro de automação residencial**, Finder, 2021. Disponível em: <https://www.findernet.com/pt/brasil/news/mercado-brasileiro-de-automacao-residencial>. Acesso em 11 abr. 2022.

SALEH, Imad; AMMI, Mehdi; SZONIECKY, Samuel. **Challenges of the Internet of Things: Technology, Use, Ethics, Volume 7**. John Wiley & Sons, 2019.

MCROBERTS, Michael. **Arduino Básico 2ª edição**. Edição para o Brasil pela Editora Novatec, São Paulo, 2015.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software**. Tradução por Ivan Bosnic e Kalinka G. de O. Goncalves, revisao tecnica Kechi Hiramã. 9ª ed., Sao Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.