

PEDRO AUGUSTO FRANCO RIBEIRO

**UMA PLATAFORMA WEB PARA GERENCIAMENTO DE DADOS E
GERAÇÃO DE BOLETINS METEOROLÓGICOS DO LABINSTRU**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à banca avaliadora do Curso de Engenharia
de Computação, da Escola Superior de
Tecnologia, da Universidade do Estado do
Amazonas, como pré-requisito para obtenção
do título de Engenheiro de Computação.

Orientadoras: Profa. Dra. Elloá Barreto Guedes da Costa
Profa. Dra. Maria Betânia Leal de Oliveira

Manaus – Dezembro – 2017

Universidade do Estado do Amazonas - UEA
Escola Superior de Tecnologia - EST

Reitor:

Cleinaldo de Almeida Costa

Vice-Reitor:

Mário Augusto Bessa de Figueirêdo

Diretor da Escola Superior de Tecnologia:

Roberto Higino Pereira da Silva

Coordenador do Curso de Engenharia de Computação:

Raimundo Corrêa de Oliveira

Coordenador da Disciplina Projeto Final:

Raimundo Corrêa de Oliveira

Banca Avaliadora composta por:

Data da Defesa: 12/12/2017

Profa. Dra. Elloá Barreto Guedes da Costa (Orientador(a))

Prof. D.Sc. Luiz Cuevas Rodrigues

Prof. M.Sc. Flávio José Mendes Coelho

CIP – Catalogação na Publicação

L864a FRANCO, Pedro Augusto Ribeiro

Uma Plataforma Web para Gerenciamento de Dados e Geração de Boletins Meteorológicos do LabInstru/ Pedro Augusto Franco Ribeiro; [orientado por] Profas. Dras. Elloá Barreto Guedes da Costa e Maria Betânia Leal de Oliveira– Manaus: UEA, 2017.

240 p.: il.; 30cm

Inclui Bibliografia

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Computação).

Universidade do Estado do Amazonas, 2017.

CDU: _____

PEDRO AUGUSTO FRANCO RIBEIRO

**UMA PLATAFORMA WEB PARA GERENCIAMENTO DE DADOS E
GERAÇÃO DE BOLETINS METEOROLÓGICOS DO LABINSTRU**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à banca avaliadora do Curso de Engenharia
de Computação, da Escola Superior de
Tecnologia, da Universidade do Estado do
Amazonas, como pré-requisito para obtenção
do título de Engenheiro de Computação.

Aprovado em: 12/12/2017

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Elloá Barreto Guedes da Costa

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS

Prof. Luiz Cuevas Rodrigues, D.Sc.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS

Prof. Flávio José Mendes Coelho, M.Sc.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS

Resumo

Com o intuito de mitigar as dificuldades enfrentadas por pesquisadores e estudantes do Laboratório de Instrumentação Meteorológica da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas no tocante à manipulação dos dados meteorológicos coletados pela Estação Meteorológica Automática da EST, este trabalho de conclusão de curso teve por objetivo projetar e implementar uma plataforma web, denominada LabInstru Web, com vistas a contribuir para automatização e simplificação do armazenamento, gerenciamento, manutenção e disponibilização dos dados produzidos por esta estação, colaborando também na automatização da geração de boletins meteorológicos voltados para divulgação das medições junto à comunidade em geral. A plataforma desenvolvida permite a manutenção de dois tipos de registros produzidos pela estação meteorológica da EST, a consulta com diferentes parâmetros, a exportação de dados em diferentes formatos, a consulta de um calendário de disponibilidade de medições, a geração automática de boletins meteorológicos diários e a manutenção de dois perfis distintos de usuário, funcionalidades identificadas a partir das necessidades reais dos pesquisadores do Laboratório. Desenvolvido segundo o Processo Ágil Unificado, o LabInstru Web foi implementado na linguagem de programação Python com a utilização do *framework full-stack* Web2py, além de tecnologias como MySQL, JQuery e Bootstrap. A solução desenvolvida foi implantada com o Google App Engine.

Palavras-Chave: Plataforma Web; Python; Dados Meteorológicos.

Abstract

In order to mitigate the difficulties faced by researchers and students from the Laboratory of Meteorological Instrumentation at Superior School of Technology from Amazonas State University regarding data manipulation produced by the EST automated weather station, this work aimed to design and develop a web platform, called LabInstru Web, whose objective is to contribute to automation and simplification of the storage, management, maintenance and availability of the data produced by this station, also collaborating in the generation of meteorological bulletins aimed at dissemination of measurements with the community in general. The developed platform allows the maintenance of two types of records produced by the EST weather station, searches with different parameters, export of data in different formats, consultation of a calendar of availability of measurements, automatic generation of daily meteorological bulletins and the maintenance of two distinct user profiles, functionalities identified from the real needs of the researchers of the label. Developed according to Agile Unified Process, LabInstru Web was implemented in Python with the support of the full-stack framework Web2py, altogether with technologies such as MySQL, JQuery and Bootstrap. The deployment was carried out with Google App Engine.

Keywords: Web platform; Python; Meteorologic data.

Sumário

Lista de Tabelas	vii
Lista de Figuras	ix
1 Introdução	1
1.1 Objetivos	3
1.2 Justificativa	4
1.3 Metodologia	4
1.4 Organização do Documento	6
2 Fundamentação Teórica	7
2.1 Estação Meteorológica Automática da EST	7
2.2 Boletim Meteorológico do LabInstru	12
2.3 Índice de Calor	14
2.4 Escala de Beaufort	15
2.5 Processo Unificado Ágil	16
2.6 <i>Framework</i> Web2py	20
2.6.1 Padrão de Projeto MVC	21
3 Solução Proposta	23
3.1 Processo de Desenvolvimento Adotado	24
3.2 Diagramas de Caso de Uso	24
3.3 Modelo Conceitual	27

3.4	Modelo Entidade-Relacionamento	29
3.5	Prototipação das Telas do Usuário	30
3.6	Tecnologias Utilizadas	35
3.7	Apresentação da Plataforma	36
3.7.1	Geração do Boletim Meteorológico	43
3.7.2	Suspensão da Funcionalidade de Geração de Gráficos	44
3.7.3	Métricas de Software	45
3.8	Implantação da Solução Proposta	46
4	Considerações Finais	47
A	Detalhamento dos Casos de Uso	51

Lista de Tabelas

2.1	Níveis de alerta e suas consequências à saúde humana. Fonte: Adaptado de National Weather Service, Weather Forecast Office, NOAA	15
2.2	Escala de Beaufort. Fonte: (SOLER; SENTELHAS; HOOGENBOOM, 2007) . .	16

Lista de Figuras

1.1	Contexto atual de uma das atividades realizadas pelo LabInstru. Fonte: Próprio Autor	2
2.1	Estação meteorológica automática da EST e descrição dos seus componentes. Fonte: (OLIVEIRA, 2016)	8
2.2	Detalhamento do item 6 da Figura 2.1. O item 1 indica a interface para gravação dos dados, o item 2 indica o <i>datalogger</i> e o item 3 indica o barômetro. Fonte: (OLIVEIRA, 2016)	10
2.3	Detalhamento do item 7 da Figura 2.1, referente à transmissão de dados. O item 1 consiste em um regulador de voltagem, o item 2 em um roteador e o item 3 em uma bateria. Fonte: (OLIVEIRA, 2016)	10
2.4	Esquema de transmissão dos dados da estação meteorológica. Fonte: (OLIVEIRA, 2016)	11
2.5	Exemplo de um trecho dos dados encontrados no arquivo produzido pela estação meteorológica.	12
2.6	Exemplos de boletins meteorológicos produzidos pelo LabInstru. Fonte: (OLIVEIRA, 2016)	12
2.7	Exemplos de boletim meteorológico gerado pelo BoCliMa.	13
2.8	Ciclo de vida do AUP.	18
2.9	Visão geral do padrão de projeto MVC. Fonte: (WEISSMANN, 2014)	21
3.1	Caso de Uso - Módulo Gerencia Conta de Usuário.	25
3.2	Caso de Uso - Módulo Usuário.	26

3.3	Caso de Uso - Módulo Consulta Medições.	26
3.4	Caso de Uso - Módulo Gerencia Medições.	27
3.5	Módelo Conceitual - LabInstru Web.	28
3.6	Módelo Entidade Relacionamento - LabInstru Web.	29
3.7	Tela inicial da aplicação web LabInstru.	30
3.8	Protótipo de tela do menu principal da aplicação.	31
3.9	Protótipo de tela referente ao cadastrado de usuário.	31
3.10	Protótipo de tela referente à listagem de usuários.	32
3.11	Protótipo de tela para cadastro de novas medições.	32
3.12	Protótipo de tela referente ao formulário para consultar medições.	33
3.13	Protótipo de tela referente à visão de saída a uma consulta de medições.	33
3.14	Navegando no menu para funcionalidade Disponibilidade.	34
3.15	Tela responsável por exibir o calendário de disponibilidade.	34
3.16	Protótipo de tela responsável por mostrar o resultado do boletim meteorológico.	35
3.17	Página inicial da aplicação LabInstru Web. Fonte: Próprio autor.	37
3.18	Formulário de autenticação do sistema. Fonte: Próprio autor.	37
3.19	Formulário para recuperação de senha. Fonte: Próprio autor	38
3.20	Página que disponibiliza o formulário para inserção de medições. Fonte: Próprio autor	38
3.21	Exemplo de <i>log</i> informando o resultado de uma inserção de medições. Fonte: Próprio autor	39
3.22	Página de cadastrado de usuário na plataforma LabInstru Web. Fonte: Próprio autor.	39
3.23	Lista de usuários cadastrados na aplicação. Fonte: Próprio autor.	40
3.24	Exemplos dos menus para diferentes perfis de usuário. Fonte: Próprio autor.	40
3.25	Formulário para troca de senha. Fonte: Próprio autor.	41
3.26	Página referente a edição de usuário. Fonte: Próprio autor.	41
3.27	Página responsável por realizar as consultas. Fonte: Próprio Autor	42

3.28	Página responsável por exibir o resultado de uma consulta. Fonte: Próprio Autor	42
3.29	Exemplo de calendário resultante da consulta de disponibilidade de medições. Fonte: Próprio Autor	43
3.30	Modelo de referência para boletim meteorológico. Fonte: Próprio autor.	44
3.31	Boletim meteorológico produzido pelo LabInstru Web. Fonte: Próprio autor. . .	44

Capítulo 1

Introdução

As tecnologias computacionais relacionadas ao processamento de dados permitem uma melhor forma de manusear uma grande quantidade de informação. Se determinados processamentos fossem realizados manualmente, a quantidade de tempo necessária poderia inviabilizar a sua realização. Além disso, os eventuais resultados também poderiam estar sujeitos à erros de manipulação, os quais seriam difíceis de detectar. Considerado estas dificuldades, diversas áreas do cotidiano utilizam a tecnologia como uma aliada, por exemplo a Meteorologia, responsável pelo estudo do clima e das condições de tempo de uma determinada região.

Algumas das atribuições da Meteorologia compreendem o entendimento do estado presente da atmosfera, o chamado “tempo meteorológico”, e a realização de previsões, a chamada “previsão do tempo” (VIANELLO, 2011). No caso do tempo meteorológico, se faz necessário medidas de diferentes variáveis como temperatura do ar, umidade relativa do ar, direção e velocidade do vento, precipitação, pressão atmosférica, radiação, dentre outras. Considerando o grande volume de dados comum a este domínio, é essencial que tecnologias, métodos e ferramentas auxiliem a realização dessas tarefas propostas.

Visando um melhor entendimento das questões meteorológicas de Manaus e da Amazônia, em março de 2010 foi fundado o *Laboratório de Instrumentação Meteorológica* (LabInstru) da Escola Superior de Tecnologia (EST) da Universidade do Estado do Amazonas (UEA). Este laboratório dispõe, dentre outros, de uma estação meteorológica automática, localizada nas dependências da EST/UEA, sob as coordenadas 3°5'32.5"S, 60°0'59.69"W a 31 metros acima

do nível do mar, na qual diversos sensores encontram-se instalados para medida e registros de diferentes variáveis meteorológicas (OLIVEIRA, 2016).

Além da manutenção da estação meteorológica, o LabInstru possui uma série de atribuições, tais como a organização dos dados coletados, disponibilização de dados para órgãos governamentais e para a sociedade, geração de boletins meteorológicos informativos, dentre outros. Atualmente, a maioria dessas atividades têm sido realizada de forma manual, um processo demorado e exaustivo, sujeito a erros e imprecisões e que requer mão de obra altamente especializada.

Para ilustrar o contexto considerado, um exemplo é apresentado na Figura 1.1. Se um interessado desejar adquirir uma determinada informação, primeiramente deverá preencher um formulário online disponível no site do LabInstru e também entregar, presencialmente no próprio laboratório, o termo de compromisso adequado à sua solicitação devidamente preenchido (Etapa 1). Em seguida, a equipe do laboratório recebe uma notificação da solicitação (via e-mail) e inicia a preparação dos dados (Etapa 2). O passo seguinte consiste em consultar diferentes arquivos-texto resultantes da estação meteorológica a fim de precisar o intervalo de datas requerido (Etapa 3). A equipe irá agregar esses dados e utilizará aplicativos adequados para filtrar as variáveis meteorológicas requeridas pela solicitação (Etapa 4).

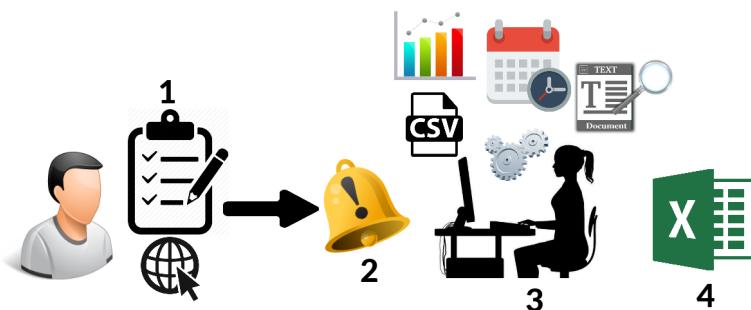


Figura 1.1: Contexto atual de uma das atividades realizadas pelo LabInstru. Fonte: Próprio Autor

Embora este exemplo ilustre o cenário atual do LabInstru, não comprehende todas as dificuldades enfrentadas pela equipe do laboratório na realização de suas atribuições. Há que se mencionar as dificuldades na preparação de gráficos ilustrativos, na verificação da disponibili-

dade de dados, na geração de boletins meteorológicos, no controle e manuseio dos arquivos da estação meteorológica, dentre diversas outras.

Considerando este contexto, este trabalho de conclusão de curso teve por objetivo projetar e implementar uma plataforma web com vistas a colaborar na minimização das dificuldades mencionadas. E, como resultado, obteve-se a plataforma *LabInstru Web*, desenvolvida na linguagem de programação Python, com o *framework* Web2py e tecnologias como MySQL e Bootstrap, implantada na nuvem com o Google App Engine. Esta plataforma é responsável por promover o armazenamento, gerenciamento, manutenção e disponibilização de dados da estação meteorológica automática da EST/UEA, administrada pelo LabInstru, fornecendo também uma visualização desses dados por meio de boletins meteorológicos.

1.1 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho consistiu projetar e implementar uma plataforma web, para armazenamento, gerenciamento e disponibilização de dados de uma estação meteorológica automática. Para obtenção de sucesso no objetivo apresentado, fez-se necessário alcançar alguns objetivos específicos, a citar:

1. Identificar e documentar as funcionalidades que a plataforma a ser desenvolvida deve prover;
2. Elaborar protótipos de interface para validar as funcionalidades a serem desenvolvidas;
3. Efetuar um levantamento das tecnologias para o desenvolvimento da plataforma web;
4. Projetar e implementar a plataforma web;
5. Implantar a plataforma web no LabInstru.

1.2 Justificativa

O desenvolvimento de uma plataforma web para o LabInstru é importante por diversas razões. Primeiramente sabe-se que a forma como os dados meteorológicos são armazenados e as técnicas utilizadas para processamento influenciam diretamente na precisão e no tempo gasto para a realização de diversas tarefas. Assim, o desenvolvimento de uma plataforma para este domínio colabora diretamente na minimização destas dificuldades, visto que se propõe a armazenar, gerenciar e disponibilizar os dados de maneira estruturada e automatizada.

Esta plataforma colabora de maneira direta com uma das atividades centrais do LabInstru, que compreende a organização dos dados coletados na estação instalada através do laboratório (OLIVEIRA, 2016). Há que se mencionar também que uma plataforma desta natureza favorece a divulgação dos dados meteorológicos produzidos. Estes são de interesse para pesquisadores de diversas áreas, para autoridades governamentais e também para a população em geral, como é amplamente visto na mídia.

Do ponto de vista da Engenharia de Computação, este trabalho de conclusão de curso também colabora com métodos e técnicas desta área do conhecimento aplicadas ao domínio da Meteorologia, auxiliando no desenvolvimento de uma plataforma que será usada em contexto real, por usuários reais e que irá colaborar para a manutenção de um laboratório de pesquisas de uma instituição pública de ensino superior, fomentando a realização de diversos outros trabalhos.

1.3 Metodologia

A metodologia adotada para guiar as atividades deste trabalho de conclusão de curso é apresentada a seguir, a qual compreendeu a realização das seguintes atividades:

Atividade 1. Identificar um processo de desenvolvimento que possa acomodar as características do trabalho em questão, considerando que novos requisitos podem ser descobertos, que só há um desenvolvedor e que não deve haver *overhead* na documentação das atividades;

Atividade 2. Estudo dos arquivos gerados pela estação meteorológica do LabInstru, pré-requisito para o entendimento de diversos requisitos;

Atividade 3. Efetuar a elicitação de requisitos funcionais e não funcionais referentes ao domínio do problema, construindo diagramas de caso de uso e documentando os requisitos descobertos apropriadamente;

Atividade 4. Utilizando uma ferramenta de *mockups*, construir protótipos da interface gráfica que permitam validar junto ao cliente os requisitos identificados;

Atividade 5. Elencar uma ordem de implementação dos requisitos considerando as dependências entre os mesmos e o cronograma disponível do trabalho de conclusão de curso;

Atividade 6. Identificar tecnologias para o desenvolvimento da plataforma web, considerando *frameworks* que possam ajudar nesta tarefa e também recursos que possam auxiliar no desenvolvimento do *front-end*, permitindo a criação da interface gráfica com recursos que venham a prover uma boa usabilidade;

Atividade 7. Implementar os requisitos considerando a ordem anteriormente especificada;

Atividade 8. Escrever o trabalho de conclusão de curso I;

Atividade 9. Defesa do trabalho de conclusão de curso I;

Atividade 10. Implantar a plataforma web junto ao cliente, permitindo a utilização da mesma pelos pesquisadores do LabInstru. Avaliar a possibilidade de instalação em um servidor local ou hospedagem em um servidor externo;

Atividade 11. Escrever o trabalho de conclusão de curso II;

Atividade 12. Defesa do trabalho de conclusão de curso II.

1.4 Organização do Documento

Para apresentar a solução proposta, este trabalho de conclusão de curso está organizado como segue. O Capítulo 2 apresenta os conceitos essenciais que foram utilizados no desenvolvimento deste trabalho, incluindo o contexto da Estação Meteorológica da EST, o boletim meteorológico do LabInstru e conceitos da Meteorologia, tais como índice de calor e escala de Beaufort. O Capítulo 3 apresenta a solução proposta, contemplando desde uma visão geral da mesma, os artefatos de modelagem produzidos, protótipos e a versão executável da mesma implementada na linguagem de programação Python, com o *framework* Web2py. Por fim, as considerações finais e sugestões de trabalhos futuros encontram-se descritos no Capítulo 4.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

Neste capítulo encontra-se a fundamentação teórica dos conceitos necessários ao entendimento deste trabalho de conclusão de curso. Inicialmente, será apresentada a estação meteorológica automática da EST, a principal fonte dos dados da plataforma desenvolvida. Posteriormente, ainda considerando a contextualização da problemática, serão apresentados os boletins meteorológicos produzidos pelo LabInstru. Considerando o domínio da Meteorologia, dois conceitos que estarão presentes na solução proposta são apresentados: o índice de calor e a escala de Beaufort. Por fim, serão apresentados os conceitos fundamentais do processo de desenvolvimento *Agile Unified Process* e do *framework* web Web2py.

2.1 Estação Meteorológica Automática da EST

Uma estação meteorológica é um equipamento, assemelhado a uma torre, que possui diversos tipos de instrumentos necessários aos estudos do tempo e do clima. A leitura desses instrumentos permite conhecer o estado presente da atmosfera. Estas estações podem ser de dois tipos: convencionais e automáticas. O primeiro tipo de estação necessita da ação humana para completar seu processo de aferição e coleta dos dados. Já o segundo tipo de estação, as estações meteorológicas automáticas, não depende de uma pessoa para a realização de suas funções (VIANELLO, 2011).

Uma estação meteorológica automática é uma torre de observação, constituída por um

Item	Descrição
1	Reflectômetro
2	Placa de fluxo de calor no solo
3	Perfilador de temperatura no solo
4	Painel solar
5	Pluviômetro
6	Ver Figura 2.2
7	Ver Figura 2.3
8	Termohigrômetro
9	Caixa do sônico
10	Antena de transmissão de dados
11	Para-raio
12	Anemômetro sônico
13	Albedômetro
14	Saldo radiômetro (NR-LITE)
15	Anemômetro
16	Saldo radiômetro (CNR1)
17	Radiômetro
18	Cercado
19	Tripé de 1 metro
20	Tripé de 3 metros

Figura 2.1: Estação meteorológica automática da EST e descrição dos seus componentes. Fonte: (OLIVEIRA, 2016).

conjunto de sensores eletrônicos automáticos de alta precisão, instalada no interior de um cercado, rigorosamente construída e operando segundo padrões internacionais. Inicialmente as estações automáticas tinham como objetivo principal complementar a rede básica de estações convencionais, cobrindo regiões de difícil acesso, suprindo a falta de pessoal especializado para complementar o processo de medições. Porém, considerando a possibilidade de observações em diferentes horários e o alto grau de confiabilidade dos dados obtidos, estas têm substituído significativamente as estações convencionais (VIANELLO, 2011).

Dentre diversas outras atividades, o LabInstru administra uma estação meteorológica automática localizada nas dependências da Escola Superior de Tecnologia, ilustrada na Figura 2.1. Esta encontra-se em um cercado construído conforme as normas da Organização Meteorológica Mundial, com dimensões de 10×15 metros quadrados, com alambrado de 1,5 metros pintado na cor branca. No centro deste cercado encontra-se um tripé de Campbell com 3 metros de altura, o qual serve de suporte para diversos sensores instalados ao longo de sua extensão, bem como para os sistemas de aquisição e armazenamento dos dados, alimentação, e transmissão dos dados (OLIVEIRA, 2016).

Próximo ao tripé da haste, encontram-se instalados os sensores para monitoramento das condições do solo. São eles:

1. Reflectômetro para medida de conteúdo de água no solo (CS 616 - Campbell);
2. Placa de fluxo de calor no solo (HFP01 - Hukseflux) instaladas em 5cm;
3. Perfilador de temperatura no solo (STP01 - Hukseflux) medindo a temperatura nas profundidades de 2, 5, 10, 20 e 50 cm;

Ao longo da haste do tripé encontram-se os seguintes sensores:

1. Anemômetro sônico (CSAT3 - Campbell) para gerar medidas das componentes ortogonais do vento e temperatura virtual do ar;
2. Anemômetro (05106 - Young) para medida da direção e velocidade do vento;
3. Barômetro (CS106 - Vaisala) para medir a pressão atmosférica;
4. Termohigrômetro (HMP45C - Vaisala) para medir temperatura e umidade do ar;
5. Saldo radiômetro (NR-LITE – Kipp & Zonen) para a medida do saldo de radiação;
6. Saldo radiômetro (CNR1 - Kipp & Zonen) para medidas da radiação solar incidente e refletida, e radiação terrestre e atmosférica emitidas;
7. Radiômetro PAR (PAR LITE - Kipp & Zonen) para a medida da componente fotossinteticamente ativa da radiação solar;
8. Albedômetro (CMA11 - Kipp & Zonen) para medidas das radiações solar incidente e refletida (OLIVEIRA, 2016).

Ao lado do tripé de 3m, um segundo tripé de 1 metro de altura serve de suporte para um pluviômetro (TB4 - Hydrological Services), que totaliza a precipitação, e para o painel solar. Há também a caixa do sônico, a antena de transmissão dos dados e um pára-raios. Uma caixa de poliéster reforçada com fibra de vidro, abriga o sistema de aquisição dos dados

(*datalogger*), barômetro e interface para gravação dos dados (NL 115, Campbell) (OLIVEIRA, 2016), conforme ilustrado detalhadamente na Figura 2.2. Uma outra caixa abriga duas baterias, o controlador de carga e um roteador, conforme mostra a Figura 2.3.

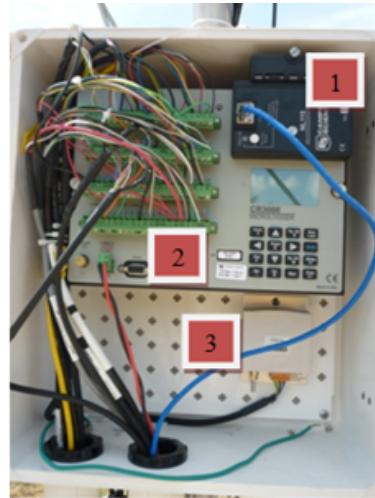


Figura 2.2: Detalhamento do item 6 da Figura 2.1. O item 1 indica a interface para gravação dos dados, o item 2 indica o *datalogger* e o item 3 indica o barômetro. Fonte: (OLIVEIRA, 2016)

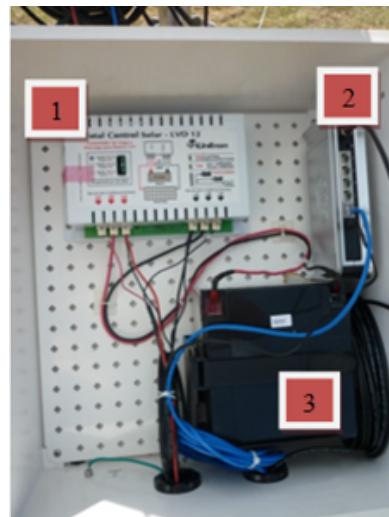


Figura 2.3: Detalhamento do item 7 da Figura 2.1, referente à transmissão de dados. O item 1 consiste em um regulador de voltagem, o item 2 em um roteador e o item 3 em uma bateria. Fonte: (OLIVEIRA, 2016)

Todos os sinais dos sensores, bem como a voltagem da bateria, são medidos por um sistema de aquisição e armazenamento de dados (*datalogger*), programado para realizar leitura a cada segundo e gravar os dados em um certo intervalo de tempo. A transmissão dos dados pode

ser realizada de duas formas: por meio da gravação dos dados em um cartão removível de 2 GB ou via conexão wireless utilizando o protocolo TCP/IP entre o *datalogger* CR3000 e um computador remoto, contendo um programa específico para a correta transmissão do dados. A Figura 2.4 exemplifica o passo a passo da transmissão.

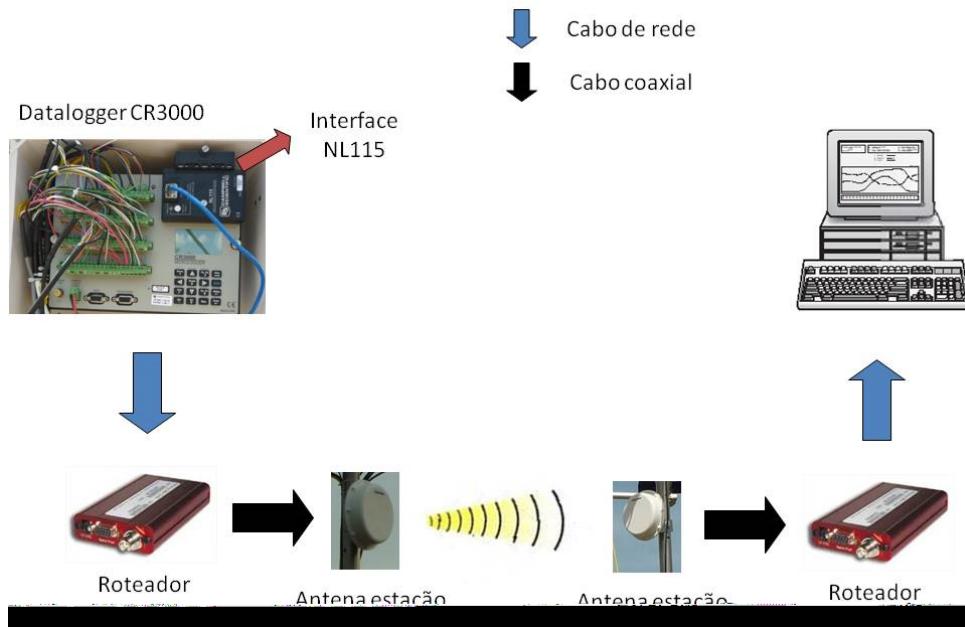


Figura 2.4: Esquema de transmissão dos dados da estação meteorológica. Fonte: (OLIVEIRA, 2016)

Após a transmissão, a equipe do LabInstru passa a ter acesso aos dados capturados pela estação. Além das informações meteorológicas, a estação também fornece dados de controle, tais como carga da bateria, tempo estimado de funcionamento, etc. Todos os dados produzidos são persistidos em um arquivo-texto de maneira serializada a intervalos de tempo fixos e pré-determinados de dez minutos. O arquivo, embora possua uma estrutura textual, assemelha-se a uma “tabela” como maneira de organizar os dados. A Figura 2.5 ilustra um trecho deste arquivo. As linhas 1-8 mostram o cabeçalho do arquivo, que descreve quais variáveis serão persistidas a partir deste momento pela estação meteorológica. As linhas 9-11 e 12-14 exemplificam dois registros de dados da estação meteorológica feitos no dia 05 de Fevereiro de 2014 às 09h40min e às 09h50min, respectivamente.

Atualmente, os responsáveis pelo LabInstru abrem este arquivo de maneira manual e, utilizando softwares editores de texto e de planilhas, geram sumários, estatísticas, gráficos, dentre

outros. Como pode ser visto, explorar manualmente estes arquivos, especialmente considerando um longo período de tempo, é um trabalho difícil e demorado. A minimização destas dificuldades é uma das motivações para a realização deste trabalho.

```

1 'TIMESTAMP', 'RECORD', 'batt_volt_Min', 'PTemp', 'NRLite_Avg', 'CM3Up_Avg', 'CM3Dn_Avg', 'CG3UpCorr_Avg',
2 'CG3DnCorr_Avg', 'CNR1TC_Avg', 'CMA11Up_Avg', 'CMA11Dn_Avg', 'LI190S_Avg', 'VW_Avg', 'HFP01_Avg',
3 'STP01_50cm_Avg', 'STP01_20cm_Avg', 'STP01_10cm_Avg', 'STP01_5cm_Avg', 'STP01_2cm_Avg', 'CS106_Avg',
4 'HMP45C_Temp_Avg', 'HMP45C_RH_Avg', 'WindSpeed', 'WindDirection', 'TB4_Tot', 'TS', 'RN', ' ', ' ', 'W/m2', 'W/m2',
5 'W/m2', 'W/m2', 'deg_C', 'W/m2', 'W/m2', 'umol/mol', '%', 'W/m2', 'deg_C', 'deg_C', 'deg_C', 'deg_C', 'hPa',
6 'dec_C', '%', 'm/s', 'Deg', 'mm', ' ', 'Min', 'Smp', 'Avg', 'Avg', 'Avg', 'Avg', 'Avg', 'Avg', 'Avg', 'Avg',
7 'Avg', 'Avg', 'Avg', 'Avg', 'Avg', 'Avg', 'WVc:Averaged_Value', 'WVc:Averaged_Value', 'Tot'
8 '2014-02-05 09:40:00', 118726, 13.23, 28.78, 233.1908, 359.7406, 60.10703, 1249.177, 1290.342, 115.3246, 363.9763, 65.63671,
9 448.9503, 0.2546729, 'NAN', 29.45563, 28.85126, 28.97074, 29.36523, 29.92229, 1009.477, 27.5499, 79.00884, 0.7635838, 103.2079, 0
10 '2014-02-05 09:50:00', 118727, 13.24, 29.03, 218.5598, 342.636, 56.87075, 1259.051, 1300.909, 116.1448, 346.5667, 62.29135, 430.326,
11 0.2546285, 'NAN', 29.45018, 28.87249, 29.0521, 29.47018, 29.96688, 1009.529, 27.53578, 78.62649, 0.8266301, 113.4006, 0

```

Figura 2.5: Exemplo de um trecho dos dados encontrados no arquivo produzido pela estação meteorológica.

2.2 Boletim Meteorológico do LabInstru

O *boletim meteorológico diário* do LabInstru é um informativo dos dados registrados pela estação meteorológica da EST/UEA através da utilização de imagens ilustrativas, visando apresentar diferentes aspectos do tempo, tais como: temperatura máxima e mínima, ocorrência ou não de precipitação, velocidade máxima do vento, rajada e índice de calor. Estes boletins são produzidos para divulgação junto à comunidade, como uma maneira resumida de apresentar dados relacionados às variáveis meteorológicas registradas na estação. Exemplos desses boletins meteorológicos produzidos pelo LabInstru podem ser visualizados na Figura 2.6.

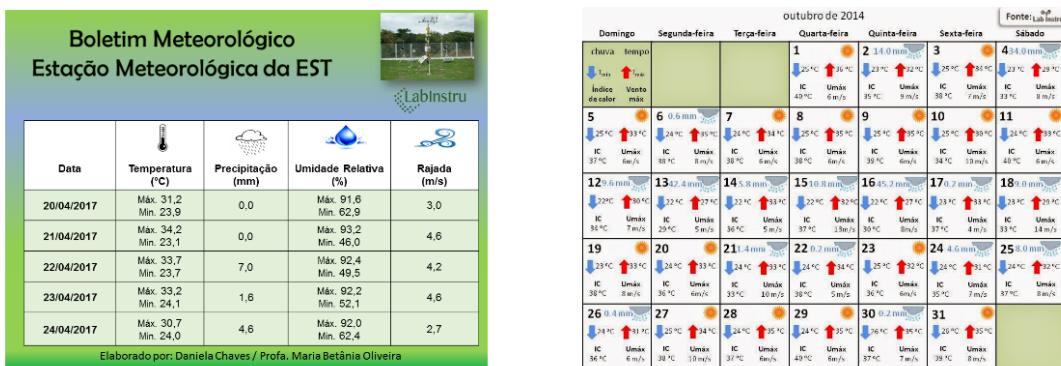


Figura 2.6: Exemplos de boletins meteorológicos produzidos pelo LabInstru. Fonte: (OLIVEIRA, 2016)

A produção de boletins meteorológicos é uma das atribuições do LabInstru e pode ser visto como uma forma de fácil assimilação dos dados meteorológicos produzidos pela equipe do laboratório. Considerando a sua importância, um trabalho anterior visou produzir estes boletins de maneira automática através de uma ferramenta intitulada BoCliMa, acrônimo para Boletim Climático de Manaus (LIMA; GUEDES; OLIVEIRA, 2015).

O BoCliMa produz boletins meteorológicos a partir dos dados da estação meteorológica da EST/UEA, exibindo boletins por turno e diários. Cada boletim contempla a data, ocorrência ou não de precipitação, temperaturas máxima e mínima, índice de calor e rajada de vento, que se caracteriza como a maior velocidade do vento registrada em um dia. Um exemplo de boletim produzido pelo BoCliMa encontra-se ilustrado na Figura 2.7.

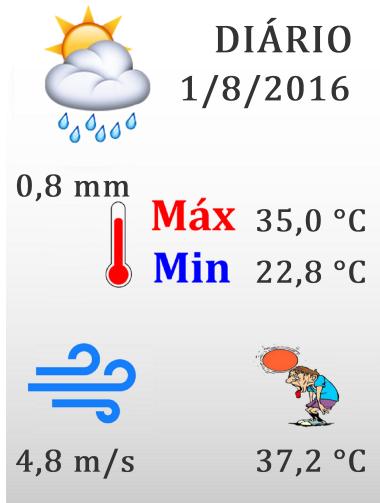


Figura 2.7: Exemplos de boletim meteorológico gerado pelo BoCliMa.

A produção de um boletim meteorológico pelo BoCliMa demanda que o usuário forneça os arquivos com as medições do dia que deseja produzir o boletim. Para tanto, o usuário precisa manualmente consultar os diferentes arquivos produzidos pelas estações e sintetizar um novo arquivo que possa alimentar o BoCliMa. Além destas dificuldades, é possível também observar que no boletim meteorológico produzido, não há uma legenda adequada das informações disponibilizadas (indicando, por exemplo, o índice de calor, as rajadas, etc.) e que também não possui referências ao LabInstru e nem tampouco à cidade de Manaus.

Minimizar as limitações identificadas no boletim produzido pelo BoCliMa e tirar proveito da

facilidade de integrar a produção de boletins a uma plataforma que já contempla as medições da estação meteorológica da EST são aspectos que foram considerados no escopo deste trabalho de conclusão de curso, visando prover um melhor suporte na realização das atividades do LabInstru.

2.3 Índice de Calor

O *índice de calor* é uma temperatura aparente que representa a percepção da pele humana para as condições de temperatura e umidade aos quais está submetida, estando a pessoa sob sombra e submetida a ventos fracos (STEADMAN, 1979). É um dado meteorológico derivado a partir da temperatura máxima e da umidade relativa do ar obtida no instante da temperatura máxima, combinados por meio de uma análise de regressão múltipla, conforme proposto por Rothfusz (ROTHFUSZ, 1990). O cálculo do índice de calor é obtido como segue:

$$\begin{aligned} Index_{heat} = & -42,379 + (2,04901523 \times T) + (10,14333127 \times rh) - (0,22475541 \times T \times rh) \\ & -(6,83783 \times 10^{-3} \times T^2) - (5,481717 \times 10^2 \times rh^2) + (1,22874 \times 10^{-3} \times T^2 \times rh) \\ & +(8,5282 \times 10^{-4} \times T \times rh^2) - (1,99 \times 10^{-6} \times T^2 \times rh^2), \end{aligned} \quad (2.1)$$

em que T é a temperatura máxima do dia em graus Fahrenheit e rh é a umidade relativa do ar em % no instante da temperatura máxima.

Há dois tipos de ajustes necessários no cálculo do índice de calor. Se $rh < 13\%$ e a temperatura encontra-se entre $26,7^\circ C$ e $44,4^\circ C$, é necessário subtrair do $Index_{heat}$ o seguinte valor de ajuste:

$$\text{ADJUSTEMENT 1} = [(13 - rh)/4] \times \sqrt{\frac{17 - abs(T - 95)}{17}}, \quad (2.2)$$

em que abs denota o valor absoluto. O outro tipo de ajuste ocorre se $rh > 85\%$ e T encontra-se entre $26,7^\circ C$ e $30,6^\circ C$. Neste caso, é necessário subtrair do $Index_{heat}$ o valor de ajuste:

$$\text{ADJUSTEMENT 2} = [(rh - 85)/10] \times (87 - T)/5]. \quad (2.3)$$

Assim, para cada dia de observação de dados meteorológicos, é importante obter o índice de calor. Sendo possível a partir desse valor, utilizando uma tabela específica, classificar o índice de calor de acordo com seu nível de alerta e saber as consequências que o mesmo pode trazer para saúde do homem, vide Tabela 2.1. Este dado auxilia na tomada de decisão para evitar problemas de saúde pelo excesso de exposição ao calor, tais como câimbras, esgotamento, dentre outros, que até podem culminar em óbito (SILVA; ALMEIDA, 2010; LIMA; GUEDES; OLIVEIRA, 2015).

Tabela 2.1: Níveis de alerta e suas consequências à saúde humana. Fonte: Adaptado de National Weather Service, Weather Forecast Office, NOAA

Nível de Alerta	Índice de Calor	Sintomas
Perigo Extremo	54 °C ou mais	Insolação; risco de acidente vascular cerebral (AVC) iminente.
Perigo	41,1 °C - 54 °C	Câimbras, insolação, esgotamento físico. Possibilidade de danos cerebrais (AVC) para exposições prolongadas com atividades físicas.
Cautela Extrema	32,1 °C - 41 °C	Possibilidade de câimbras, de esgotamento físico e insolação para exposições prolongadas e atividades físicas.
Cautela	27,1 °C - 32 °C	Possível fadiga em casos de exposições prolongadas e práticas de atividades físicas.
Não há alerta	IC < 27 °C	Não há problemas

2.4 Escala de Beaufort

A Escala de Beaufort é uma tabela criada pelo meteorologista anglo-irlandês Francis Beaufort no inicio do Século XIX que tem como objetivo classificar a intensidade dos ventos, tendo como parâmetros a velocidade dos ventos e os efeitos resultantes das ventanias no mar e em terra. Segundo a Escala de Beaufort, por exemplo, ventos na escala 8 são capazes de mover as folhas das árvores e inicializar os trabalhos de moinhos (efeitos em terra), no mar, resulta

uma ligeira ondulação sem rebentação (aspecto do mar) (METOFFICE, 2011). Em 2007, a escala de Beaufort passou por uma adaptação para níveis continentais (SOLER; SENTELHAS; HOOGENBOOM, 2007), cujo resultado é ilustrado na Tabela 2.2.

Tabela 2.2: Escala de Beaufort. Fonte: (SOLER; SENTELHAS; HOOGENBOOM, 2007)

Escala	Classificação	Velocidade (m/s)
0	Calmo	< 0,5
1	Quase calmo	0,5 a 1,5
2	Brisa amena	1,6 a 2,9
3	Vento Leve	3,0 a 5,7
4	Vento Moderado	5,8 a 8,3
5	Vento Forte	8,4 a 11,1
6	Vento Muito Forte	11,2 a 13,9
7	Vento fortíssimo	14,0 a 16,6
8	Ventania	16,7 a 20,9
9	Vendaval	21,0 a 27,8
10	Tornado, furacão	> 27,8

Saber especificar a escala de uma determinada medição para a velocidade do vento utilizando a escala de Beaufort e consultar os efeitos que esse tipo de vento pode ocasionar sobre o ambiente em que ocorreu são informações comumente divulgadas em boletins meteorológicos para a população em geral, sendo úteis, inclusive, na emissão de alertas sobre ventanias fortes, tempestades e até mesmo furacões.

2.5 Processo Unificado Ágil

Em contextos nos quais há uma demanda por software que precisa ser rapidamente atendida ou quando os requisitos mudam rapidamente, processos de desenvolvimento ágil são recomendados. Estes processos possuem natureza iterativa, nos quais as fases de especificação, projeto, desenvolvimento e teste se intercalam. Como consequência, o software é entregue não em uma versão final acabada, mas em uma série de incrementos de novas funcionalidades. (SOMMERVILLE, 2011).

Na década de 1990, houve uma demanda ainda maior para que os esforços das equipes de desenvolvimento se concentrassem no software somente, diminuindo o ônus em projeto e

documentação. Em resposta, foi proposto o “Manifesto para o Desenvolvimento Ágil” (*The Manifesto for Agile Software Development*) (BECK et al., 2001), no qual foi proposta a abordagem iterativa para especificação, desenvolvimento e entrega do software para cenários com requisitos que mudam rapidamente e nos quais se deseja entregar um software rapidamente ao cliente. O Manifesto para o Desenvolvimento Ágil possui quatro valores, são eles:

1. Indivíduos e interações acima de processos e ferramentas;
2. Software operacional acima de documentação completa;
3. Colaboração dos clientes acima de negociação contratual;
4. Respostas a mudanças acima de seguir um plano (PRESSMAN, 2016).

Os princípios do Manifesto Ágil consideram como prioridade a satisfação do cliente e o acolhimento dos pedidos de alterações. A medida de progresso considerada é a entrega de software em funcionamento ao cliente, razão pela qual há várias entregas do software desenvolvido em intervalos pequenos de tempo. Ressalta-se a importância da motivação da equipe engajada no projeto, que deve trabalhar em conjunto diariamente, com uma comunicação fluida e, preferencialmente, presencial. A simplicidade, auto-organização e avaliação em intervalos regulares complementam esses princípios (BECK et al., 2001).

Atualmente, existe um vasto número de modelos de processo ágeis que satisfazem aos princípios do Manifesto Ágil, inclusive com muitas semelhanças filosóficas e práticas entre eles. Exemplos de modelos de processos ágeis são: SCRUM, *eXtreme Programming*, *Feature Driven Development*, *Agile Unified Process*, dentre outros.

O *Processo Unificado Ágil* (AUP - *Agile Unified Process*), em particular, é um modelo ágil para o desenvolvimento de software. O AUP é baseado em um processo de desenvolvimento de software clássico, o RUP (*Rational Unified Process*). O RUP é destinado a grandes projetos que envolvam um grande número de pessoas em sua equipe de desenvolvimento. Ao conceber o AUP, o seu criador, Scott Ambler, procurou adaptar as boas práticas do RUP a pequenos projetos. Através de uma metodologia simples e de fácil compreensão, usando técnicas e conceitos ágeis

para o desenvolvimento de software, o AUP segue uma filosofia ágil permanecendo fiel às práticas do RUP (AMBLER, 2004).

O AUP possui quatro fases de desenvolvimento, são elas:

- **Concepção (*Inception*)**. O objetivo é identificar o escopo inicial do projeto e a arquitetura potencial do sistema a fim de gerar estimativas financeiras e prover informações que subsidiem a aceitação pelas partes interessadas;
- **Elaboração (*Elaboration*)**. O objetivo é prover uma arquitetura central, resolução dos altos riscos e definição de estimativas mais realistas;
- **Construção (*Construction*)**. O objetivo é construir o software, trabalhando em uma base incremental regular, que atende às necessidades de maior prioridade das partes interessadas no projeto;
- **Transição (*Transition*)**. O objetivo é validar e implantar o sistema em seu ambiente de produção.

As fases do AUP não são realizadas em cascata. Ao contrário, há diversas iterações e podem existir atividades de fases distintas sendo executadas em paralelo. Uma ideia do ciclo de vida do AUP que ilustra esta característica pode ser visualizada na Figura 2.8.

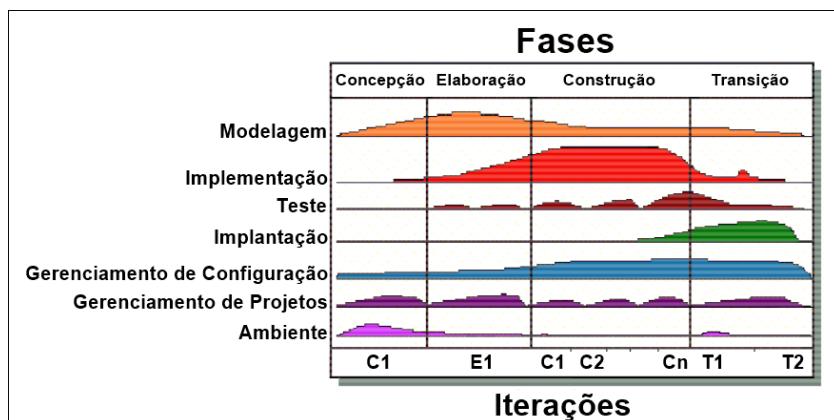


Figura 2.8: Ciclo de vida do AUP.

Ainda conforme a Figura 2.8, é possível identificar as sete disciplinas que compõem o AUP. Elas definem um conjunto de atividades (e artefatos relacionados) que são realizados ao longo

das iterações de desenvolvimento. Estas disciplinas são definidas como segue:

- **Modelagem (*Model*)**. O objetivo desta disciplina é promover o entendimento do negócio da organização, o domínio do problema a ser abordado pelo projeto, e a identificação de uma solução viável para resolver o domínio do problema;
- **Implementação (*Implementation*)**. O objetivo desta disciplina é o de transformar o(s) modelo(s) em código executável e executar um nível básico de testes, nomeadamente os testes de unidades;
- **Teste (*Test*)**. O objetivo desta disciplina é a realização de uma avaliação objetiva para garantir a qualidade. Isto inclui as atividades de validação e verificação dos requisitos;
- **Implantação (*Deployment*)**. O objetivo desta disciplina é planejar a entrega do sistema e executar este plano a fim de tornar o sistema disponível para os usuários finais;
- **Gerenciamento de Configuração (*Configuration Management*)**. O objetivo desta disciplina é o de gerir o acesso aos artefatos criados durante todas as fases do desenvolvimento do software. Isso inclui não apenas controlar versões de artefatos ao longo do tempo, mas também controlar e gerenciar mudanças;
- **Gerenciamento de Projetos (*Project Management*)**. O objetivo desta disciplina é a de dirigir as atividades que ocorrem no projeto. Isto incluir a gestão de riscos, a coordenação de pessoas e controle de prazos e orçamento;
- **Ambiente (*Environment*)**. O objetivo desta disciplina é o de apoiar o resto do esforço, garantido que o processo adequado, orientação (normas e diretrizes) e ferramentas (hardware, software, etc) estejam disponíveis para a equipe quando necessário (AMBLER, 2004).

Durante uma iteração, o trabalho prossegue na maioria ou em todas as disciplinas. Entretanto, o esforço relativo no decorrer destas disciplinas muda ao longo do tempo. As iterações iniciais tendem a dar uma ênfase maior aos requisitos e ao projeto, enquanto que as últimas

disciplinas dão a esses itens uma ênfase menor, à medida que os requisitos e o projeto central se estabilizam por meio de um processo de realimentação e adaptação (LARMAN, 2006).

2.6 **Framework Web2py**

Web2py é um *framework open source*, criado por Massimo Di Pierro, escrito e programável em Python, que possui como principal objetivo o desenvolvimento ágil de aplicações web seguras baseadas em bancos de dados (PIERRO, 2013). O foco do Web2py consiste em permitir que o desenvolvedor concentre-se apenas na aplicação que está desenvolvendo, considerando o provimento de três pilares, que são a simplicidade, o desenvolvimento veloz e a segurança (DUARTE, 2016).

Por simplicidade no contexto do Web2py, pretende-se reduzir a curva de aprendizagem e tempo para desenvolvimento e/ou manutenção. Por isso, o Web2py é considerado um framework *full-stack* sem dependências, ou seja, ele não necessita de instalação e configuração de arquivos ou outros programas. Ele já é disponibilizado de maneira pronta para o desenvolvimento e com todos os seus módulos funcionando, incluindo o servidor web (Rocket WSGI Web Server), banco de dados (por padrão SQLite) e a IDE web (acessível pelo seu navegador) que fornece acesso a todas as principais funcionalidades (PIERRO, 2013).

O segundo pilar, desenvolvimento veloz, é instanciando no Web2py por meio da existência de comportamentos padrões. O programador deve sobrescrevê-los apenas se necessário. Assim, quando os modelos de dados são especificados, tem-se acesso a um painel web de administração do banco de dados, formulários automáticos, dentre outros. Há que se mencionar ainda a facilidade na exportação de dados, disponibilizados em XML, JSON, dentre outros, e também o fornecimento de *wdigets* de alto nível, permitindo a construção ágil de aplicações web relativamente complexas (REINGART et al., 2012).

Quando se fala em segurança, pode-se destacar a camada de abstração do banco de dados do Web2py, conhecida com DAL (*Database Abstraction Layer*), que elimina a possibilidade de *SQL Injection*. A linguagem para templates previne contra *Cross Site Scripting*. Os formulários gerados pelo Web2py fornecem validação e bloqueiam a ameaça de *Cross Site Request Forgeries*.

Senhas são sempre armazenadas como *hashes*. Sessões são armazenadas por padrão apenas no servidor, afim de prevenir *Cookie Tampering* e cookies de sessões possuem identificadores únicos e próprios visando prevenir roubos (PIERRO, 2013).

A simplicidade e o desenvolvimento veloz podem ser consideradas as principais justificativas da adoção do framework Web2py como plataforma de desenvolvimento deste trabalho. Menciona-se também a utilização da linguagem de programação Python; a fácil aprendizagem dos conceitos relativos a este *framework*, justificado pelo cronograma de desenvolvimento relativamente curto; e também aspectos de caráter mais técnico e tecnológico, como a possibilidade de integração com diferentes bancos de dados *open source*, a utilização de tecnologias como Bootstrap e jQuery e o fato do Web2py seguir o padrão arquitetural MVC, que permite uma melhor organização do código.

2.6.1 Padrão de Projeto MVC

O MVC (do inglês, *Model-View-Controller*) é o padrão de projeto mais popularmente adotado pelos *frameworks* de desenvolvimento de aplicações web. Este padrão de projeto incentiva o desenvolvedor a separar as camadas de negócio(*Model*) e de apresentação dos dados (*View*), por meio da inclusão de uma camada de controle de fluxo de trabalho(*Controller*), que atua como uma camada intermediária(PIERRO, 2013). Uma visão geral do padrão MVC é ilustrada na Figura 2.9.

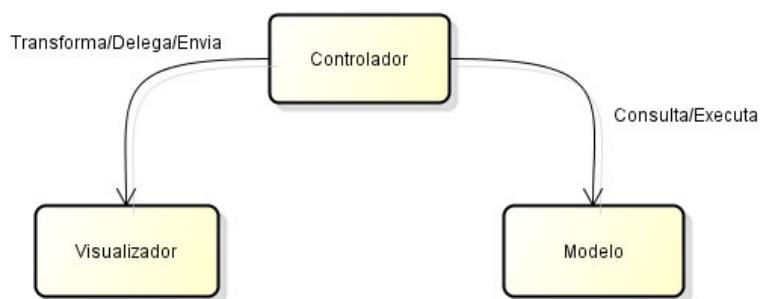


Figura 2.9: Visão geral do padrão de projeto MVC. Fonte: (WEISSMANN, 2014)

O *modelo* diz respeito à toda a parte do sistema responsável pela lógica de negócios e seus componentes auxiliares, como persistência, criação das tabelas de banco de dados, definição das

classes utilizadas na aplicação, etc. O *visualizador*, por sua vez, é a parte visível ao usuário final. No caso das aplicações web, é a página HTML resultante desta camada. Por fim, o *controlador* sincroniza a interação entre as duas camadas anteriores. Por exemplo, quando o usuário clica em um *link* da página HTML exibida, o controlador é acionado e transforma os parâmetros de entrada (String geralmente) para um formato compatível com a camada de negócio (inteiros, doubles, objetos de classes, etc), cujo resultado do processamento é recebido pelo controlador, que o modifica, caso necessário, e em seguida o envia à camada de visualização para que seja apresentado ao usuário final (WEISSMANN, 2014).

O Web2py adota em seu processo de desenvolvimento o MVC como padrão de projeto, e isso pode ser facilmente percebido visualizando a estrutura de diretórios criada pelo framework, visando assim, facilitar o gerenciamento de projetos a serem desenvolvidos, proporcionando ganhos de manutenibilidade, pois o desenvolvedor precisa lidar com menos dependências (PI-ERRO, 2013).

Capítulo 3

Solução Proposta

Em resposta aos problemas identificados para processar as informações geradas pela estação meteorológica da EST e geração dos boletins meteorológicos, este trabalho se propôs a projetar e implementar uma plataforma web – denominada *LabInstru Web* – para gerenciamento de dados e geração de boletins meteorológicos do LabInstru. Esta plataforma, implementada com o *framework full-stack* Web2py, banco de dados MySQL, e tecnologias como Bootstrap e JQuery, permite a manutenção dos dados oriundos da Estação Meteorológica da EST, possibilitando a consulta de calendários de disponibilidade, geração de gráficos e produção de um boletim meteorológico detalhado, contendo as informações coletadas ao longo de uma dia pela estação, índice de calor e rajada de vento.

Para apresentar a solução proposta, este capítulo está organizado como segue. O processo de desenvolvimento adotado é detalhado na Seção 3.1. Os elementos da modelagem, incluindo os diagramas de casos de uso, modelos conceitual e de entidade-relacionamento bem como a prototipação da interface gráfica com o usuário, são apresentados nas Seções 3.2-3.5. A descrição das tecnologias utilizadas pode ser consultada na Seção 3.6. A apresentação da solução proposta pode ser vista na Seção 3.7, em particular, com detalhamentos para a geração de boletins meteorológicos, discussão sobre a não-implantação de uma das funcionalidades previamente mapeadas, e algumas métricas derivadas da solução proposta. Por fim, o ambiente de implantação da solução é mostrado na Seção 3.8.

3.1 Processo de Desenvolvimento Adotado

O AUP foi escolhido como modelo de processo de desenvolvimento por seguir a metodologia ágil e por possuir diversos elementos que capturam a realidade do contexto em que este trabalho de conclusão de curso está sendo desenvolvido. Além dos elementos mencionados, um outro fator preponderante para escolha do AUP foi o fato do software desenvolvido não ser de grande porte e possuir uma equipe pequena de desenvolvimento, nesse caso, composta apenas de uma pessoa – o aluno.

A Profa. Maria Betânia Leal exerceu o papel de cliente final da aplicação. O papel de solicitante do software foi exercido pela Profa. Elloá B. Guedes, a qual forneceu *feedback* e auxiliou na validação das funcionalidades desenvolvidas.

Por estar baseado em uma abordagem iterativa e incremental, o AUP auxiliou a organização deste trabalho em séries de pequenas iterações, que puderam ser efetuadas levando em consideração um caso de uso por vez. Desta maneira, teve-se sempre um sistema parcial executável e testável, em que as partes desenvolvidas puderam ser facilmente integradas.

Em relação à algumas disciplinas do AUP, algumas decisões foram consideradas. Em termos de testes, foram considerados os testes feitos pelo próprio desenvolvedor utilizando os recursos disponíveis na linguagem de programação adotada, tal como o comando `assert`. O gerenciamento de configuração será efetuado com o auxílio das ferramentas Google Drive e Git para gerenciamento de documentos e de código, respectivamente. A disciplina de gerenciamento de projetos foi liderada pela profa. Elloá B. Guedes, que promoveu reuniões com a cliente sempre que necessário e estabeleceu prazos, atividades e marcos de entrega de acordo com o planejamento semestral do trabalho de conclusão de curso.

3.2 Diagramas de Caso de Uso

Após conversas com a cliente e com a solicitante do software, foi possível identificar quatro módulos principais que contemplam as diferentes funcionalidades solicitadas. Estes módulos são apresentados a seguir:

1. **Módulo Gerencia Conta de Usuário.** Neste módulo, cujo ator principal é o administrador do sistema, concentram-se as funcionalidades relativas à manutenção de usuários, ilustradas no diagrama de caso de uso da Figura 3.1. No cenário em que a plataforma será utilizada, foi possível identificar que não deve haver livre cadastro e acesso aos dados de maneira deliberada, daí a necessidade de um administrador para cadastrar novos usuários, que podem ser alunos de iniciação científica, pesquisadores, docentes, dentre outros;

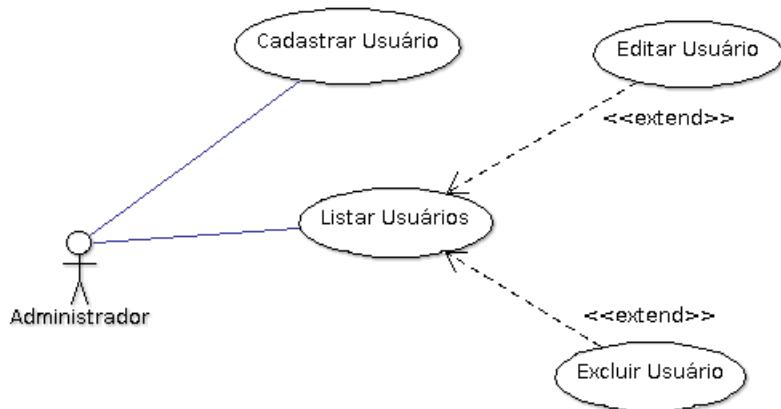


Figura 3.1: Caso de Uso - Módulo Gerencia Conta de Usuário.

2. **Módulo Usuário.** Neste módulo, cujo ator principal é o usuário, encontram-se as funcionalidades relativas à manutenção dos dados do próprio usuário. Pode haver alterações de dados do perfil, redefinição e recuperação de senha, conforme ilustrado na Figura 3.2;

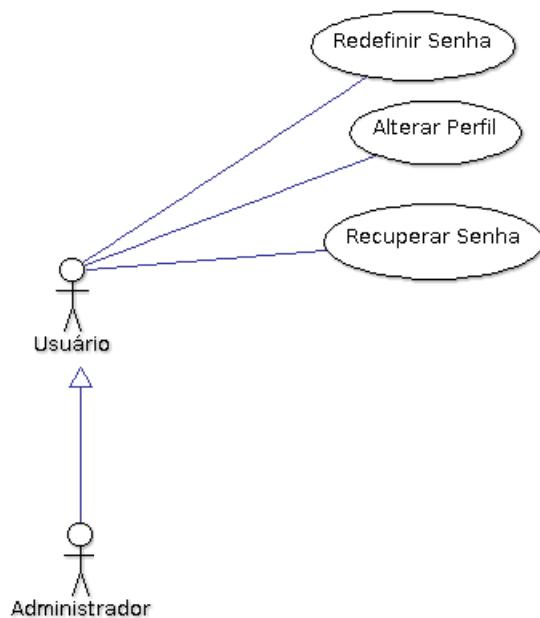


Figura 3.2: Caso de Uso - Módulo Usuário.

3. Módulo Consulta Medições. Este módulo concentra as funcionalidades de acesso aos dados das estações. Conforme ilustra a Figura 3.3, podem ser feitas consultas diretas aos dados, consulta à disponibilidade dos dados em um determinado mês e também aspectos da visualização dos dados, seja por meio de boletins como também por meio de gráficos, além da possibilidade de exportação. Estas funcionalidades foram identificadas considerando as principais solicitações de dados feitas por terceiros ao LabInstru;

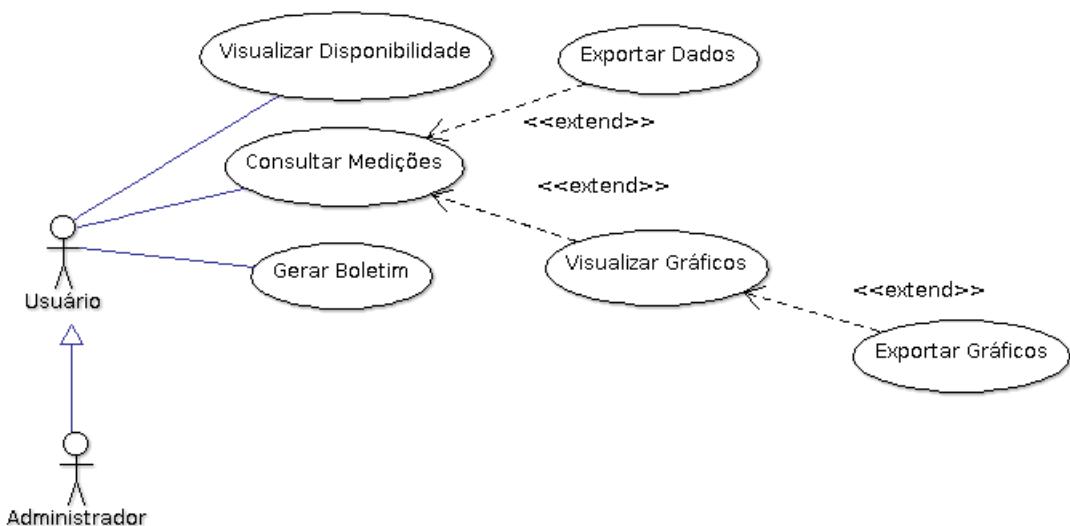


Figura 3.3: Caso de Uso - Módulo Consulta Medições.

4. **Módulo Gerencia Medições.** O módulo de gerenciamento de medições permite que o administrador do sistema mantenha as medições do sistema a partir dos dados obtidos das estações meteorológicas do LabInstru. Considerando a importância de assegurar a origem destes dados e a remoção das eventuais medições inconsistentes, apenas o administrador está habilitado para execução das funcionalidades deste módulo, conforme ilustrado na Figura 3.4.

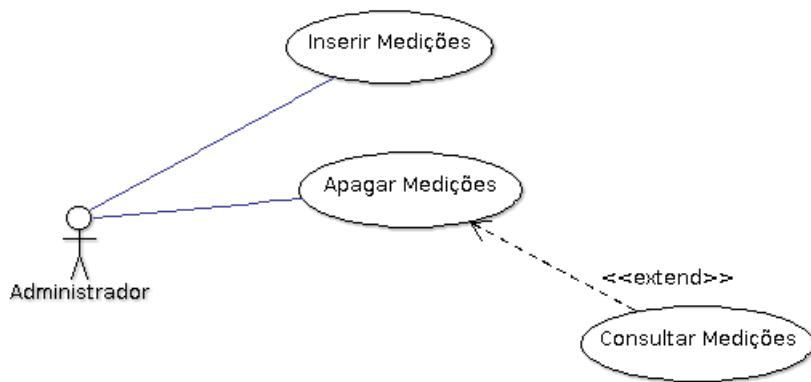


Figura 3.4: Caso de Uso - Módulo Gerencia Medições.

O detalhamento de todos os casos de uso ilustrados nas Figuras 3.1-3.4 encontra-se disponível no Apêndice A, onde podem ser vistos os interessados, pré e pós condições, fluxo principal, fluxo alternativo e regras de negócio.

3.3 Modelo Conceitual

Após a documentação dos requisitos funcionais e não funcionais sob a forma de casos de uso, foi possível obter um melhor entendimento do que deveria ser desenvolvido. Com a conclusão desta etapa, partiu-se para a elaboração do modelo conceitual, visando representar, em alto nível, as abstrações efetuadas e as associações entre elas. O modelo conceitual resultante é ilustrado na Figura 3.5.

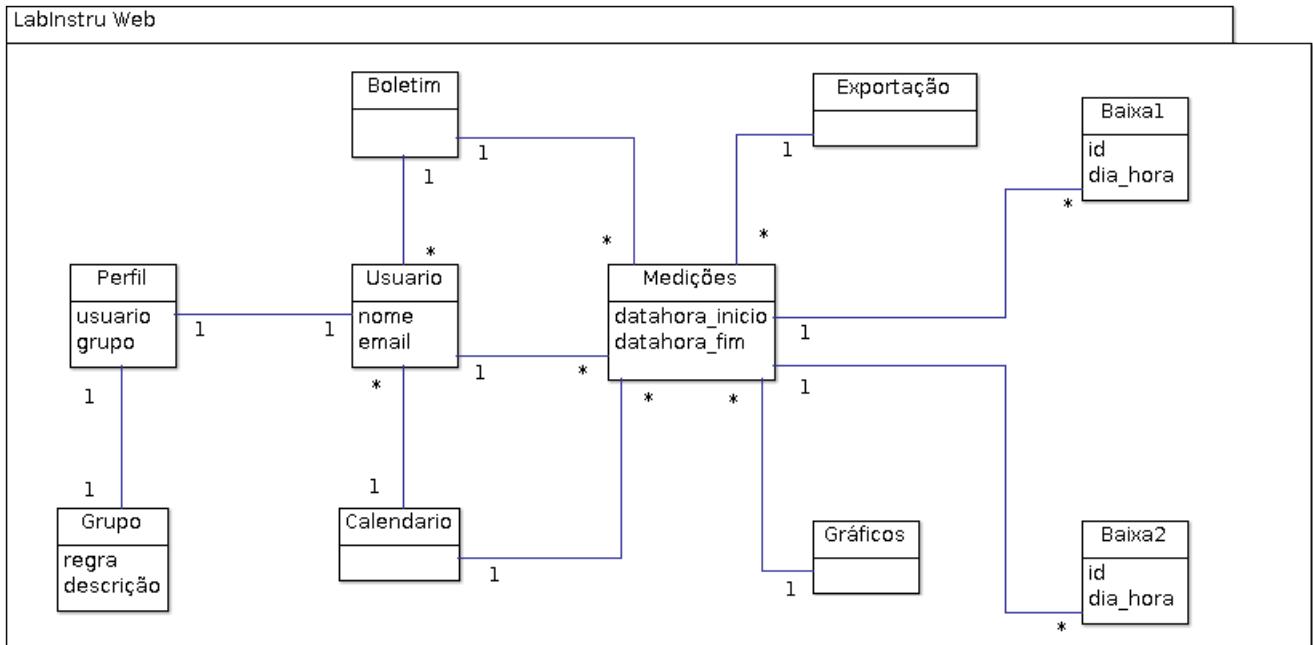


Figura 3.5: Módelo Conceitual - LabInstru Web.

Neste modelo, a entidade Usuário representa os atores que irão interagir com a aplicação. Cada usuário é encapsulado em um Perfil e os perfis são organizados em um Grupo, que contém um conjunto de regras e descrições. Há dois perfis de usuários: Admin, que possui os privilégios especiais de cadastrar novas medições provenientes da estação meteorológica da EST e manter os usuários; e User, grupo elementar, que utiliza as funcionalidades disponibilizadas pela aplicação, tais como consulta às medições, exportação de dados, geração de boletins meteorológicos, dentre outras. É interessante notar que, embora não ressaltado neste modelo, todo Admin é um User.

Em relação aos dados meteorológicos da aplicação, estes são organizados em Medições, que podem conter dados oriundos do Baixal ou Baixa2, advindos de dois tipos de arquivos distintos da estação meteorológica da EST. Em virtude deste ser um modelo de alto-nível, os atributos particulares que diferenciam e caracterizam o Baixal e o Baixa2 não estão detalhados.

Com entidades do tipo Medições, os usuários podem então gerar um boletim meteorológico (Boletim), visualizar o calendário de disponibilidade (Calendario), gerar gráficos (Gráficos) ou exportar os dados produzidos (Exportação).

As ideias fundamentais contidas neste modelo conceitual serviram como ponto de partida para a elaboração dos elementos posteriores, detalhados nas seções a seguir.

3.4 Modelo Entidade-Relacionamento

Considerando o modelo conceitual, os requisitos funcionais e não-funcionais, partiu-se para a elaboração do modelo entidade-relacionamento para este contexto. O modelo entidade-relacionamento atuará como um esquema conceitual para o banco de dados da aplicação a ser desenvolvida, incluindo os detalhes dos tipos de entidade, relacionamentos e restrições, mas abstraindo detalhes de implementação (ELMASRI; NAVATHE, 2011).

Como resultado, obteve-se o modelo entidade-relacionamento apresentado na Figura 3.6. É possível notar uma semântica bastante similar ao modelo conceitual apresentado na seção anterior, o que é desejável. Este modelo entidade-relacionamento apresentado foi fielmente seguido na ocasião da implementação da solução proposta.

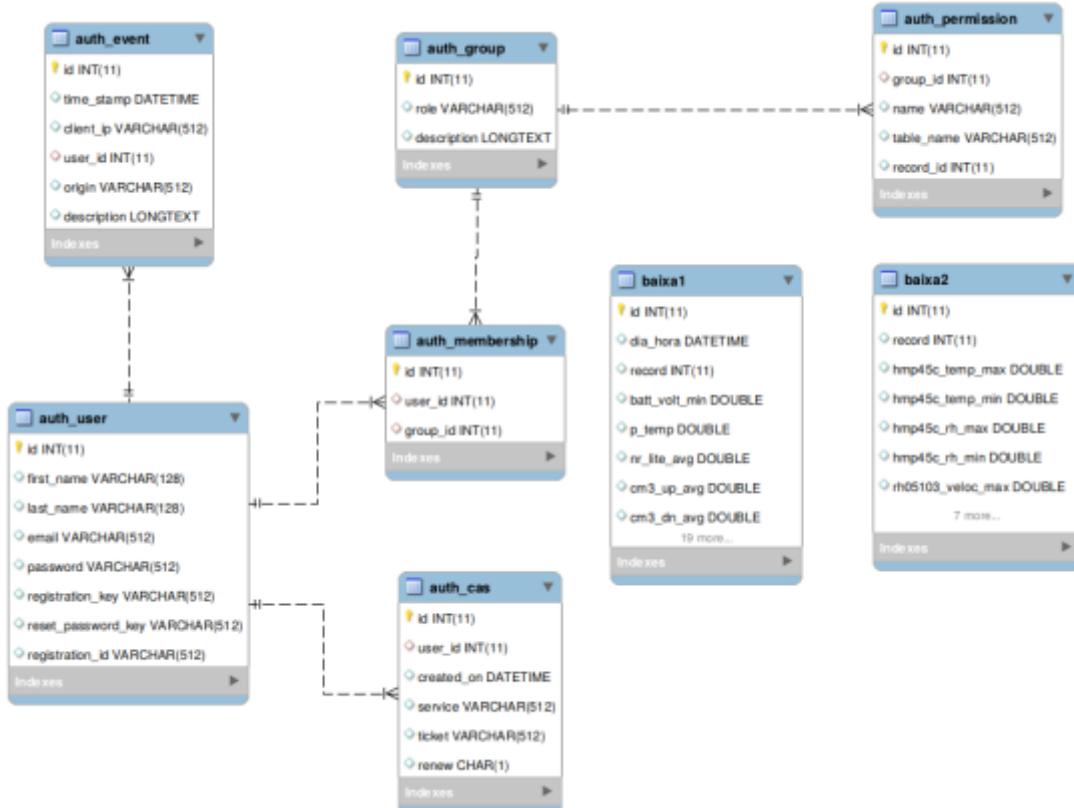


Figura 3.6: Módelo Entidade Relacionamento - LabInstru Web.

3.5 Prototipação das Telas do Usuário

Considerando as funcionalidades identificadas e documentadas, partiu-se para elaboração de protótipos. Estes protótipos foram construídos considerando as principais funcionalidades a serem desenvolvidas, com o intuito de mostrar à cliente uma representação limitada da solução proposta, mas que permitisse explorar a sua conveniência. O resultado desta prototipação é mostrado a seguir. Embora os protótipos de todas as funcionalidades tenham sido elaborados, apenas os mais relevantes serão mostrados a seguir. Para elaborá-los foi utilizado o software Balsamiq Mockups (BALSAMIQ, 2017).

A tela inicial da aplicação encontra-se ilustrada na Figura 3.7. No canto superior direito, há um link para o formulário de autenticação no sistema e também para recuperação de senha, caso algum usuário tenha esquecido da mesma.

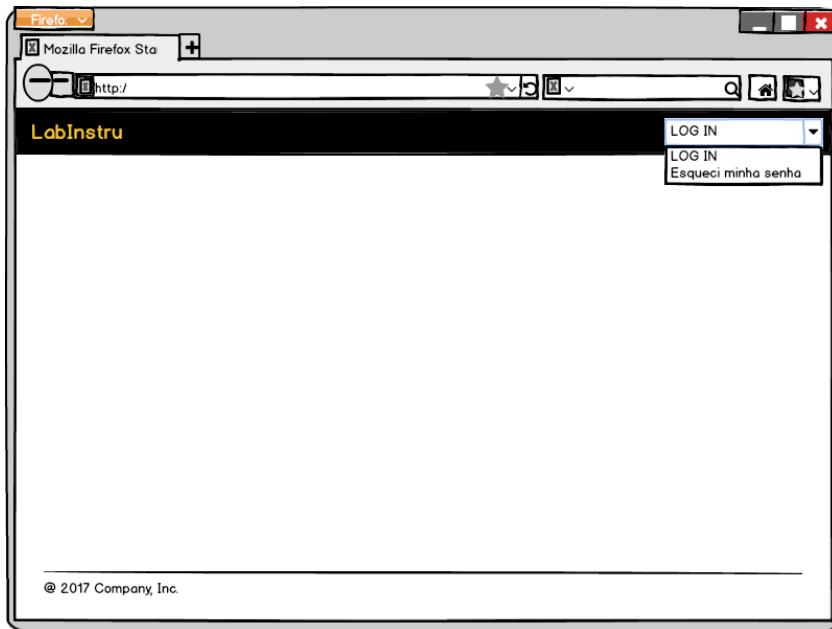


Figura 3.7: Tela inicial da aplicação web LabInstru.

Considerando a perspectiva do usuário Administrador, o menu principal da aplicação disponível para o mesmo é mostrado na Figura 3.8, no qual é possível selecionar a opção “Cadastrar Usuário” na aba “Administração”. Para efetuar a inclusão de um novo usuário na base de dados, o administrador será redirecionado para o formulário de cadastro ilustrado na Figura 3.9.

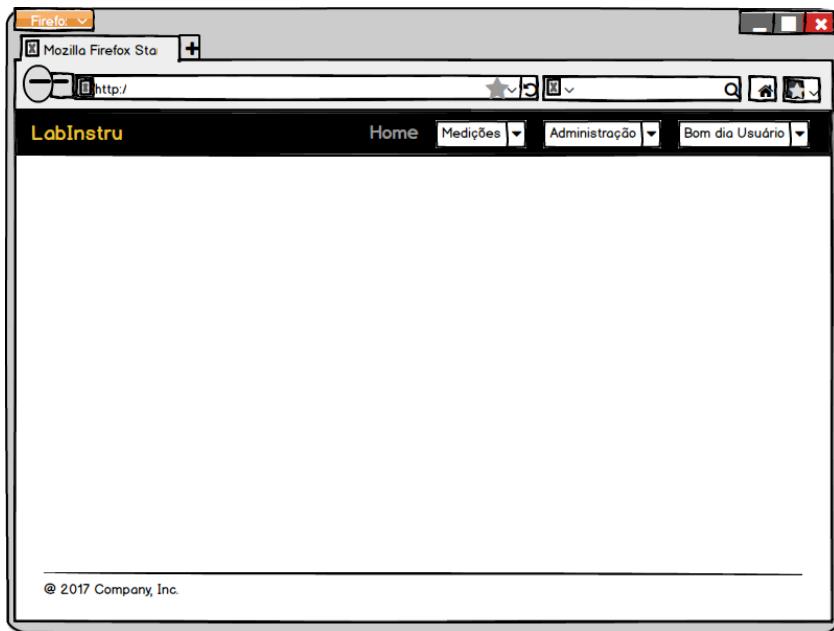


Figura 3.8: Protótipo de tela do menu principal da aplicação.

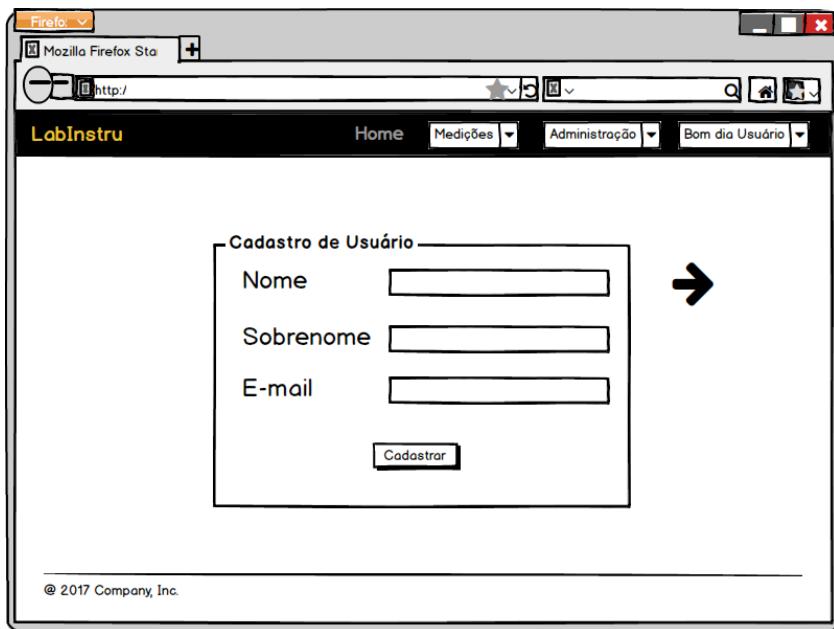


Figura 3.9: Protótipo de tela referente ao cadastrado de usuário.

Para exibe uma listagem dos usuários cadastrados na base de dados da aplicação, e posteriormente, caso desejável, fazer a edição ou remoção de um usuário específico, deve-se escolher a opção “Listar Usuários” na aba “Administração” do menu principal da aplicação, conforme Figura 3.10.

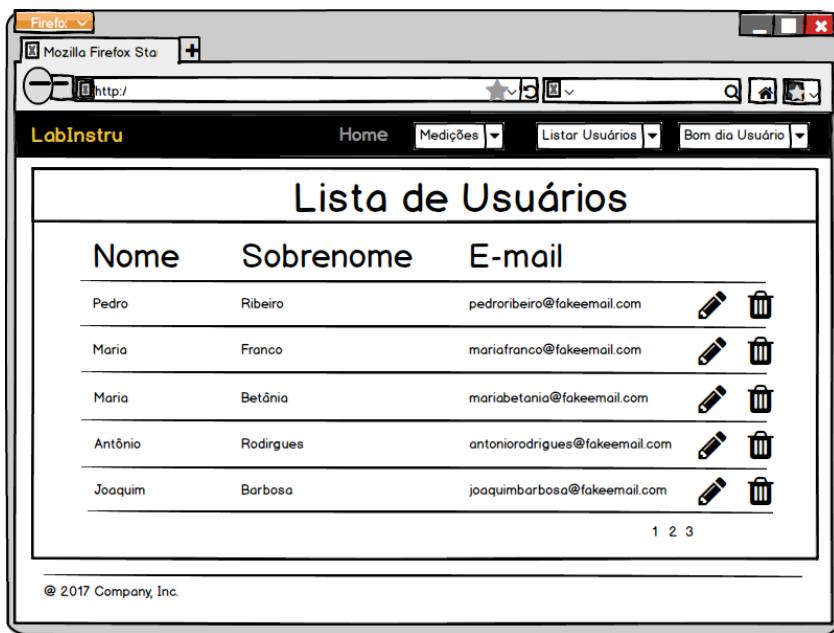


Figura 3.10: Protótipo de tela referente à listagem de usuários.

O cadastro de novas medições é efetuado pelo Administrador. Para tanto, este deve utilizar um formulário análogo ao mostrado na Figura 3.11, em que este deve fornecer um arquivo oriundo da estação meteorologia no formato .dat.

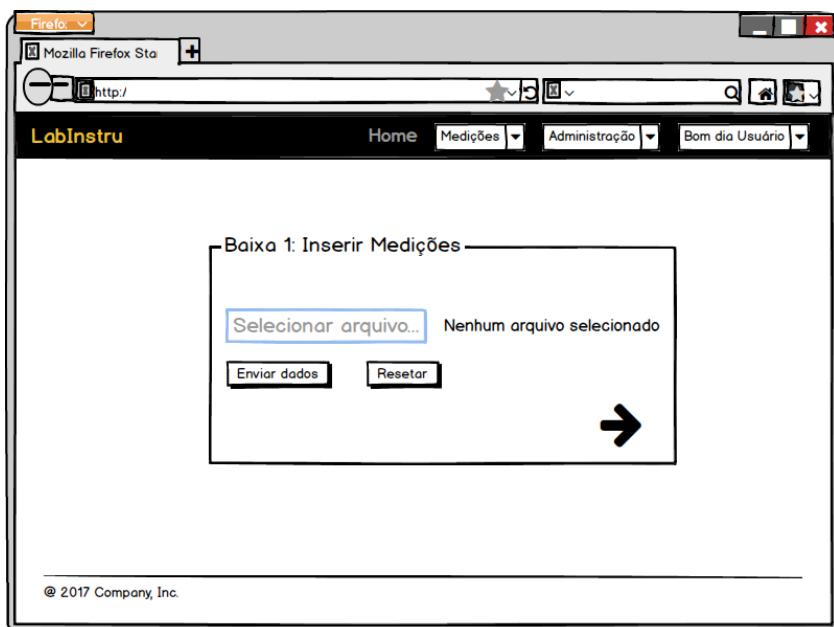


Figura 3.11: Protótipo de tela para cadastro de novas medições.

Caso um usuário deseje efetuar uma consulta na base de dados, um formulário detalhado será exibido, conforme ilustrado na Figura 3.12, no qual o usuário deve informar os parâmetros

para consulta dos dados. Ao submeter a consulta, as respostas serão exibidas conforme ilustrado na Figura 3.13.

Figura 3.12: Protótipo de tela referente ao formulário para consultar medições.

timestamp	registro	p_temp	tb4_tot
2014-12-31 19:00:00	166158	28.70	0.00
2014-12-31 19:00:10	166159	28.48	0.00
2014-12-31 19:00:20	166160	28.27	0.00
2014-12-31 19:00:30	166161	27.70	0.00
2014-12-31 19:00:40	166162	27.62	0.00

Figura 3.13: Protótipo de tela referente à visão de saída a uma consulta de medições.

Por meio do menu principal da aplicação, escolhendo a opção disponibilidade, pertencente à aba de uma determinada estação meteorológica (Baixa 1 ou Baixa 2), vide Figura 3.14, é possível ter acesso ao calendário de disponibilidade de medições diárias desta estação meteorológica.

Esse calendário, conforme ilustrado na Figura 3.15, tem por objetivo informar quantas medições estão disponíveis em todos os dias do mês escolhido, por meio de cores apropriadas.

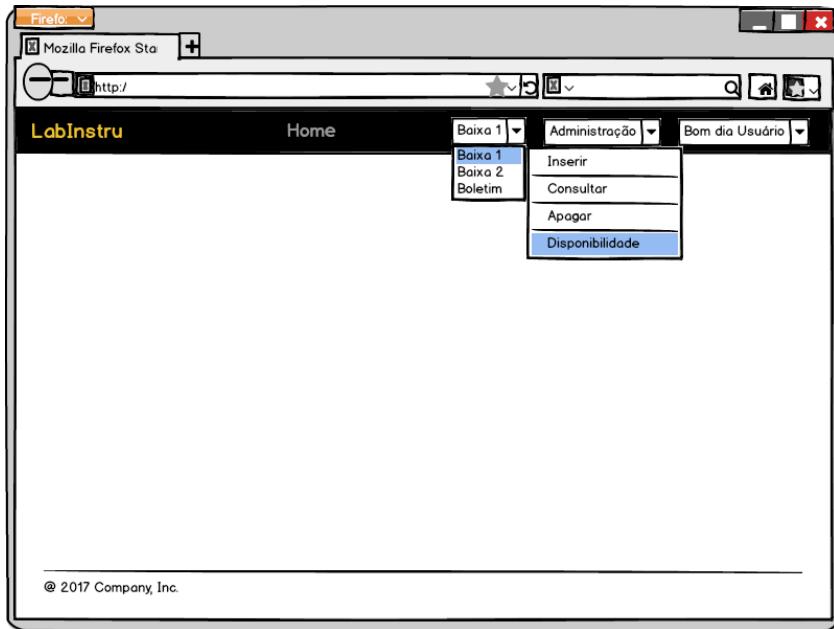


Figura 3.14: Navegando no menu para funcionalidade Disponibilidade.

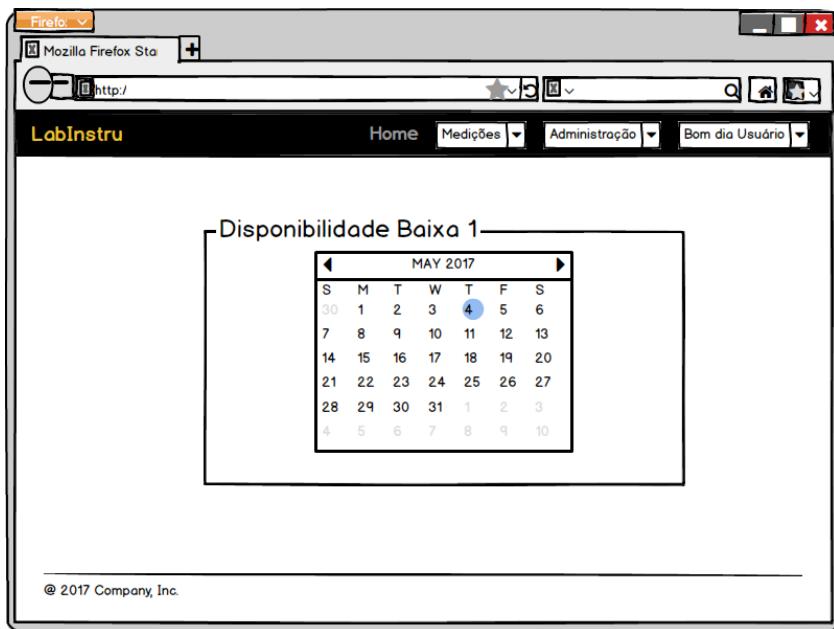


Figura 3.15: Tela responsável por exibir o calendário de disponibilidade.

Outra funcionalidade importante na aplicação é o *Boletim Meteorológico*, que pode ser acessado por meio da opção “*Boletim*”, na aba “*Medições*” do menu principal da aplicação. Esse boletim informará diversos dados meteorológicos (temperatura máxima, mínima, índice de

calor, etc.) por dia de um determinado mês. A Figura 3.16 ilustra um exemplo de processamento resultante desta funcionalidade.

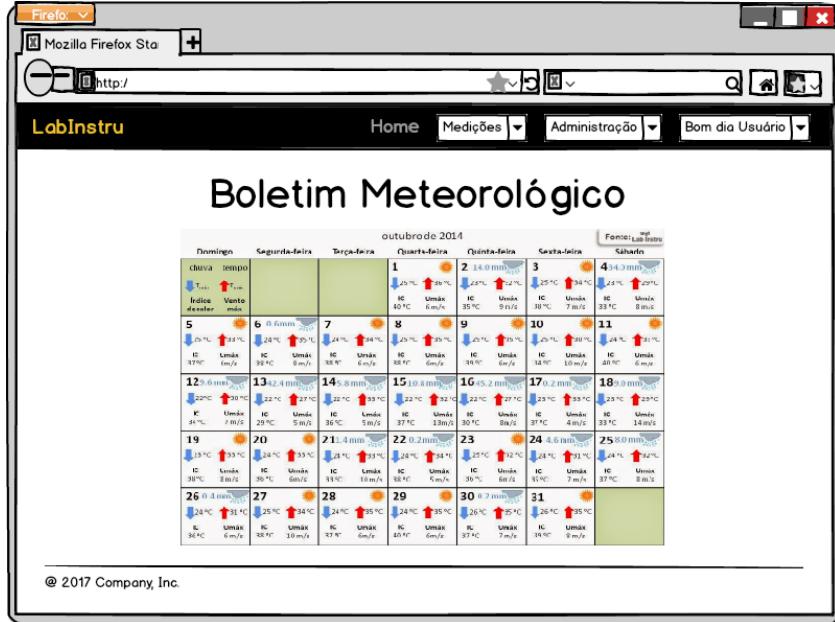


Figura 3.16: Protótipo de tela responsável por mostrar o resultado do boletim meteorológico.

3.6 Tecnologias Utilizadas

As tecnologias utilizadas para elaboração da solução proposta consistem no *framework* Web2py, detalhado anteriormente na Seção 2.6, nos *frameworks* Bootstrap, na biblioteca JQuery e no sistema gerenciador de banco de dados MySQL. Uma visão geral de cada uma dessas tecnologias será apresentado a seguir.

O Bootstrap é um *framework* JavaScript, HTML e CSS para desenvolvimento de sites e aplicações web responsivas, possibilitando uma maior agilidade e facilidade no desenvolvimento do *front-end* (SILVA, 2015). Embora o Web2py utilize internamente este *framework* para geração das *views*, a utilização direta do Bootstrap no contexto deste trabalho foi necessária para proporcionar uma melhor customização das páginas web da aplicação, resultando em um melhor domínio sobre as funcionalidades envolvidas nas páginas web.

O JQuery é uma biblioteca JavaScript que simplifica a manipulação de documentos HTML, eventos, animações e interações AJAX no desenvolvimento rápido de aplicações web (DUC-

KETT, 2016). Assim como no caso do Bootstrap, o Web2py também faz uso interno desta biblioteca, porém a manipulação direta da mesma provê uma melhor customização e controle das funcionalidades, considerando a adição de efeitos visuais, melhoria de aspectos de interatividade e simplificação de determinadas tarefas, razão pela qual considerou-se também a demanda por JQuery no contexto deste trabalho.

Como mencionado anteriormente, o *framework* Web2py já possui o banco de dados SQLite integrado. Porém, este banco de dados possui algumas limitações de desempenho, razão pela qual optou-se pela adoção do MySQL, um sistema gerenciador de banco de dados considerado versátil e com suporte a diversas plataformas e diferentes linguagens, bastante utilizado em aplicações web e desktop (ORACLE, 2017a). Para facilitar a administração do banco de dados, a ferramenta MySQL Workbench (ORACLE, 2017b) também foi utilizada, visando prover auxílio na visualização dos dados do banco, realizar testes e gerenciar as mudanças.

3.7 Apresentação da Plataforma

O *LabInstru Web*, nome dado à plataforma desenvolvida no escopo deste trabalho de conclusão de curso, é o resultado da implementação das funcionalidades identificadas e prototipadas nas etapas anteriores, respeitando os modelos conceitual e de entidade-relacionamento propostos. Esta plataforma foi desenvolvida utilizando o *framework* Web2py, banco de dados MySQL e tecnologias como JQuery e Bootstrap. A página inicial da aplicação encontra-se ilustrada na Figura 3.17. A partir da página principal da aplicação, é possível aos seus usuários utilizarem as funcionalidades para autenticação no sistema, vide Figura 3.18, bem como para recuperação de senha, vide Figura 3.19.

A plataforma contempla dois perfis diferentes de acesso: um administrador, a ser desempenhado em termos práticos pela Profa. Maria Betânia Leal, responsável pelo LabInstru, e diversos usuários. O administrador, em especial, é o responsável por fornecer como entrada os dados advindos da estação meteorológica da EST para o LabInstru Web, conforme ilustrado na Figura 3.20. A aplicação, após processar e persistir os dados advindos da estação, irá fornecer um sumário a respeito do status desta inserção, sob a forma de um *log*. Este *log* exibe quantas

Figura 3.17: Página inicial da aplicação LabInstru Web. Fonte: Próprio autor.

Figura 3.18: Formulário de autenticação do sistema. Fonte: Próprio autor.

medições possuía o arquivo fornecido como entrada, quantas foram corretamente persistidas e quantas resultaram em falha. Um exemplo deste *log* produzido pela aplicação é mostrado na Figura 3.21.

O administrador também fica responsável por cadastrar usuários, vide Figura 3.22, que podem ser alunos de graduação e pós-graduação, outros pesquisadores, docentes, etc. Cabe também ao administrador da aplicação, por meio de uma listagem de usuários disponibilizada pela aplicação, realizar o gerenciamento dos usuários cadastrados na aplicação, conforme ilus-

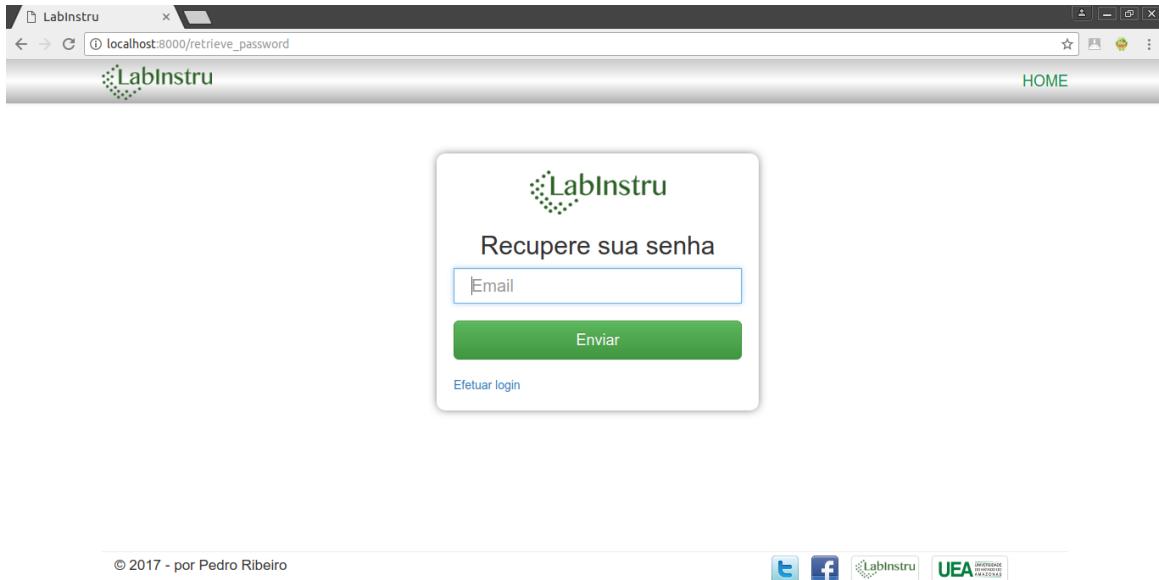


Figura 3.19: Formulário para recuperação de senha. Fonte: Próprio autor



Figura 3.20: Página que disponibiliza o formulário para inserção de medições. Fonte: Próprio autor

trado na Figura 3.23.

Um menu superior, mostrado na Figura 3.17, permite a autenticação dos usuários e também mostra as principais funcionalidades disponíveis na plataforma após realizada autenticação no sistema. Este menu é renderizado conforme o perfil do usuário. Por exemplo, o menu mostrado ao administrador dispõe da funcionalidade de apagar medições, funcionalidade não disponível no menu mostrado a um usuário. Os menus correspondentes aos diferentes perfis de usuário são

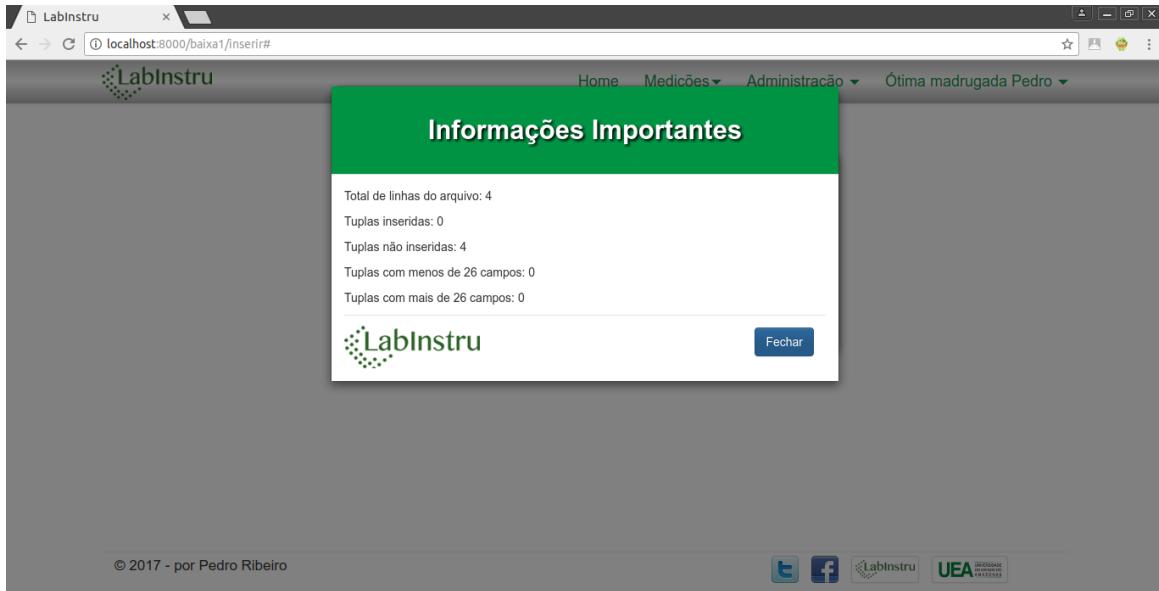


Figura 3.21: Exemplo de *log* informando o resultado de uma inserção de medições. Fonte: Próprio autor

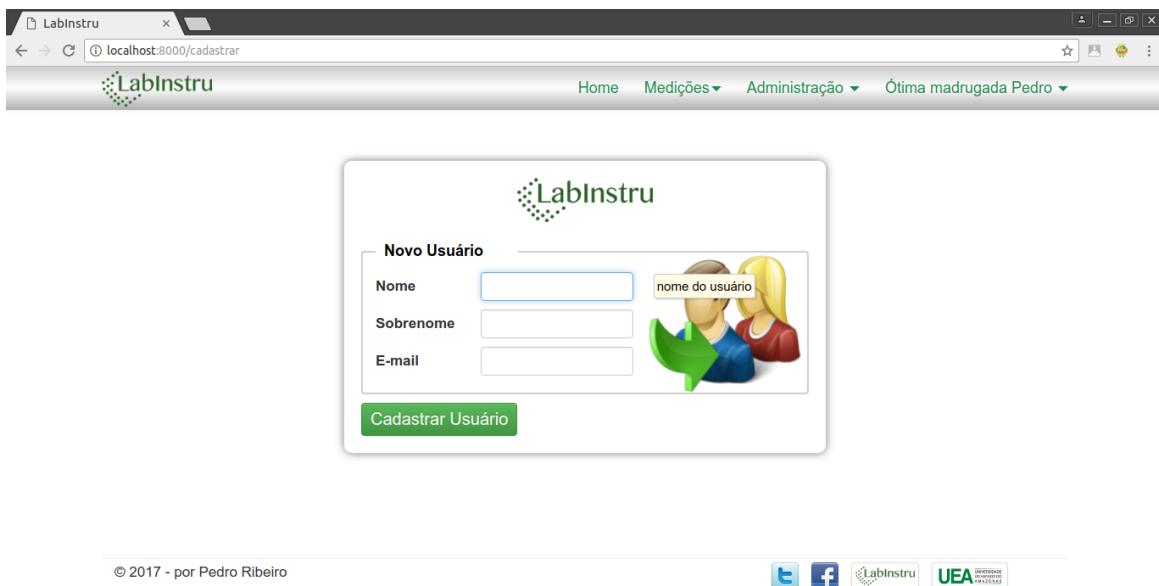


Figura 3.22: Página de cadastrado de usuário na plataforma LabInstru Web. Fonte: Próprio autor.

ilustrados na Figura 3.24. Ressalta-se que, independentemente do tipo do perfil de usuário, as principais funcionalidades da plataforma só poderão ser acessadas mediante prévia autenticação na plataforma via login e senha.

As funcionalidades que permitem a mudança de senha e alteração de seus dados cadastrais são comuns aos dois perfis de usuários. Para ter acesso as mesmas, é necessário apenas que o

The screenshot shows a web browser window for the 'LabInstru' application at 'localhost:8000/listar'. The title bar says 'LabInstru' and the address bar shows the URL. The top navigation bar includes 'Home', 'Medições', 'Administração', and a dropdown for 'Ótima madrugada Pedro'. Below this is a message 'Total de usuários: 4'. A table titled 'Lista de usuários' displays four users:

Nome	Sobrenome	E-mail	Editar	Remover
Pedro	Ribeiro	pedroribeiro212@gmail.com		
Usuario	LabInstru	usuario@labinstru@gmail.com		
Maria	Betânia	maria@teste.com		
Elloá	Guedes	guedes@teste.com		

At the bottom of the page, there is a footer with links to social media (Twitter, Facebook) and logos for 'LabInstru' and 'UEA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO ACRE'.

Figura 3.23: Lista de usuários cadastrados na aplicação. Fonte: Próprio autor.

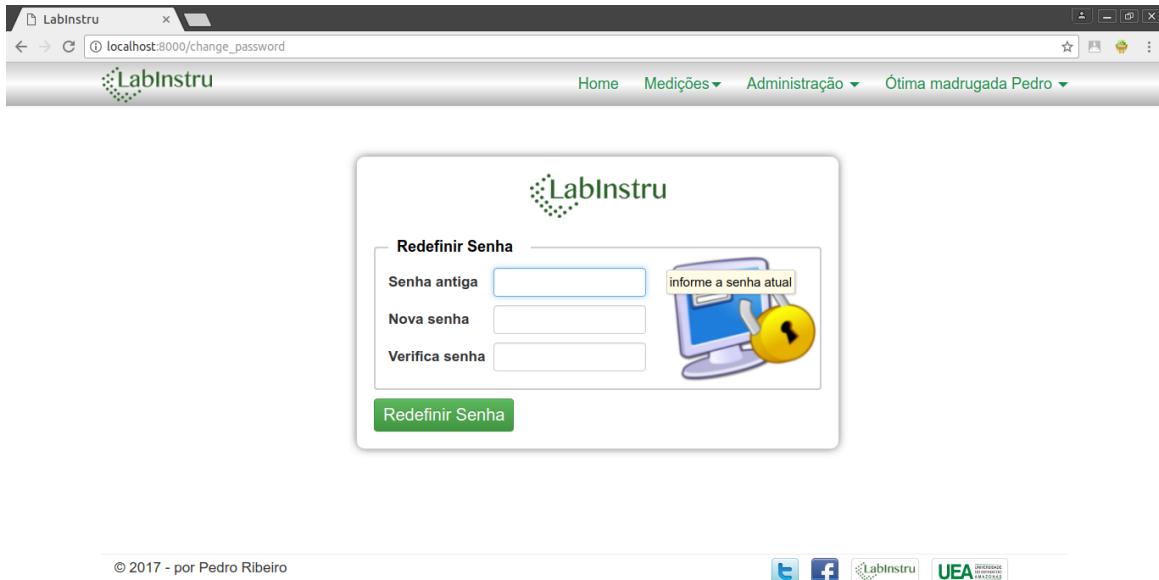
The figure consists of two side-by-side screenshots of the 'LabInstru' application interface. Both screenshots show a top navigation bar with 'Home', 'Medições', 'Administração', and a dropdown menu. The left screenshot shows a dropdown menu for 'Ótima madrugada Usuário' with options: 'Baixa 1' (with a 'Consultar' button), 'Baixa 2' (with a 'Disponibilidade' button), and 'Boletim'. The right screenshot shows a dropdown menu for 'Ótima madrugada Pedro' with options: '+ Inserir' (with a 'Consultar' button), 'Baixa 2' (with a 'Disponibilidade' button), 'Boletim' (with an 'Apagar' button), and 'Disponibilidade'.

Figura 3.24: Exemplos dos menus para diferentes perfis de usuário. Fonte: Próprio autor.

usuário ou administrador encontre-se autenticado na aplicação. As Figuras 3.25 e 3.26 ilustram, respectivamente, os formulários para mudança de senha e alteração dos dados cadastrais de um determinado usuário (perfil).

Os usuários da plataforma *LabInstru Web* acessam os dados da estação meteorológica da EST por meio de consultas, nas quais fornecem datas iniciais e finais e escolhem as variáveis de interesse, conforme ilustrado na Figura 3.27. Considerou-se como uma restrição essencial para garantir a integridade e a confiabilidade dos dados que apenas o administrador seria responsável por cadastrá-los.

Os resultados de uma consulta são exibidos em uma página apropriada, onde há opções para exportação dos mesmos nos formatos CSV, HTML, JSON, TSV e XML, conforme ilustra a Figura 3.28.

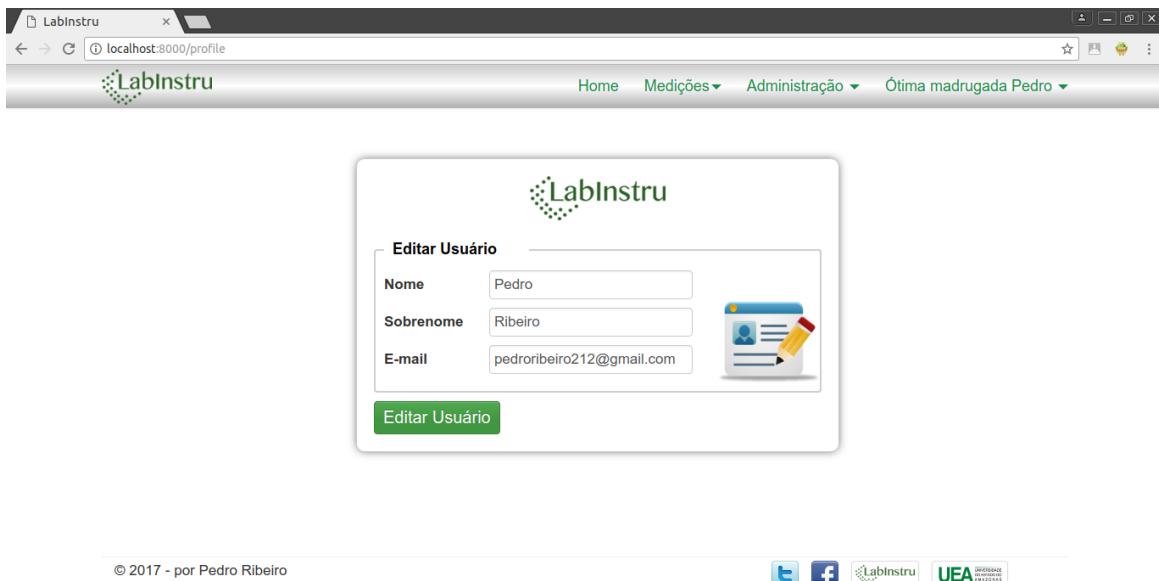


The screenshot shows a web browser window for 'LabInstru' at 'localhost:8000/change_password'. The page title is 'Redefinir Senha'. It contains three input fields: 'Senha antiga' (Old password), 'Nova senha' (New password), and 'Verifica senha' (Verify password). To the right of the fields is an illustration of a computer monitor with a yellow key icon. Below the fields is a green button labeled 'Redefinir Senha'.

© 2017 - por Pedro Ribeiro



Figura 3.25: Formulário para troca de senha. Fonte: Próprio autor.



The screenshot shows a web browser window for 'LabInstru' at 'localhost:8000/profile'. The page title is 'Editar Usuário'. It contains three input fields: 'Nome' (Name) with value 'Pedro', 'Sobrenome' (Last name) with value 'Ribeiro', and 'E-mail' (Email) with value 'pedroribeiro212@gmail.com'. To the right of the fields is an illustration of a clipboard with a pencil. Below the fields is a green button labeled 'Editar Usuário'.

© 2017 - por Pedro Ribeiro



Figura 3.26: Página referente a edição de usuário. Fonte: Próprio autor.

A verificação de disponibilidade também foi implementada no LabInstru Web. Recapitulando, tem-se que falhas na estação meteorológica podem resultar em medições faltantes ou ausentes em um determinado dia. Assim, deseja-se saber qual o status de um determinado mês quanto ao número de dias com medições completas, incompletas ou ausentes. Para tanto, conforme ilustrado na Figura 3.29, o usuário seleciona um determinado mês e ano e o status dos dias daquele mês é exibido segundo um esquema de cores, em que a cor verde indica que todas as medições foram realizadas, a cor amarela indica que há medições incompletas e

Figura 3.27: Página responsável por realizar as consultas. Fonte: Próprio Autor

Figura 3.28: Página responsável por exibir o resultado de uma consulta. Fonte: Próprio Autor

a cor vermelha indica que não foram realizadas medições naquele dia. Alguns *scripts* foram desenvolvidos com o intuito de auxiliar aspectos de usabilidade, evitando que o usuário informe datas inválidas, a exemplo de meses e anos futuros ou meses e anos passados mas anteriores ao início do funcionamento da estação. É importante enfatizar que estas regras são continuamente atualizadas automaticamente mediante, por exemplo, a inserção de novas medições na estação.

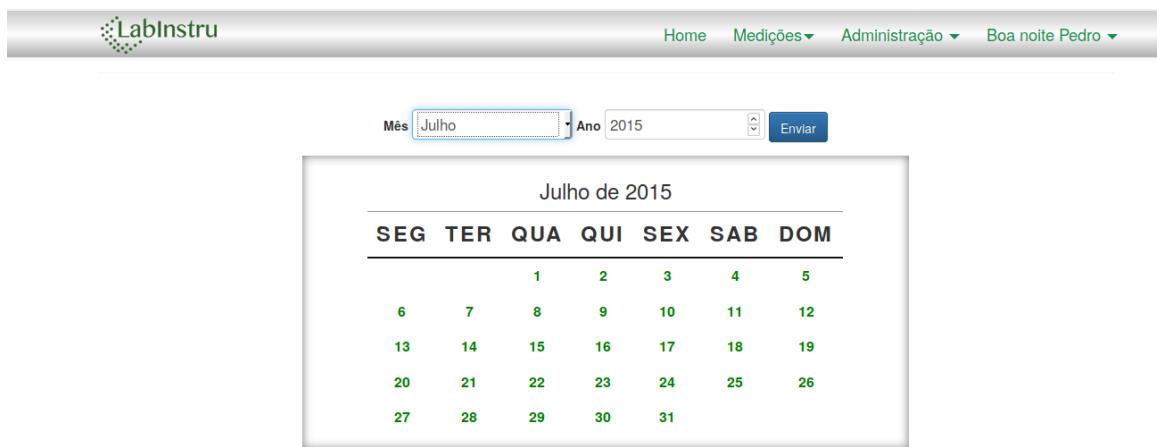


Figura 3.29: Exemplo de calendário resultante da consulta de disponibilidade de medições.
Fonte: Próprio Autor

3.7.1 Geração do Boletim Meteorológico

Conforme identificado na elicitação de requisitos, uma das funcionalidades requeridas para a plataforma foi a geração de boletins meteorológicos diários, detalhados anteriormente na Seção 2.2.

Para que esta funcionalidade fosse implementada adequadamente, um melhor refinamento de sua especificação foi necessário, visando a concepção do mesmo, da linguagem visual a ser adotada e dos elementos que deveriam ser incluídos. Como resultado, obteve-se o modelo apresentado na Figura 3.30, que contempla a data, precipitação, temperaturas máxima e mínima, índice de calor, rajada e sua classificação na Escala de Beaufort, e ainda a logomarca do LabInstru e da Universidade do Estado do Amazonas.

Para automatizar a geração deste modelo de boletim na solução proposta, foi então necessário implementar o cálculo do índice de calor, desenvolver algoritmos para classificar a rajada e, principalmente, dedicar esforços na interface com o usuário para permitir uma visualização fiel ao modelo discutido com o cliente. Como resultado, o boletim meteorológico produzido com a solução proposta pode ser visto na Figura 3.31.

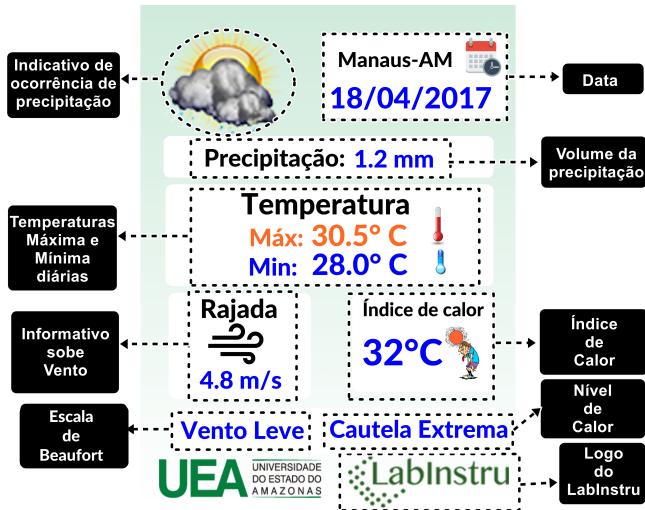


Figura 3.30: Modelo de referência para boletim meteorológico. Fonte: Próprio autor.

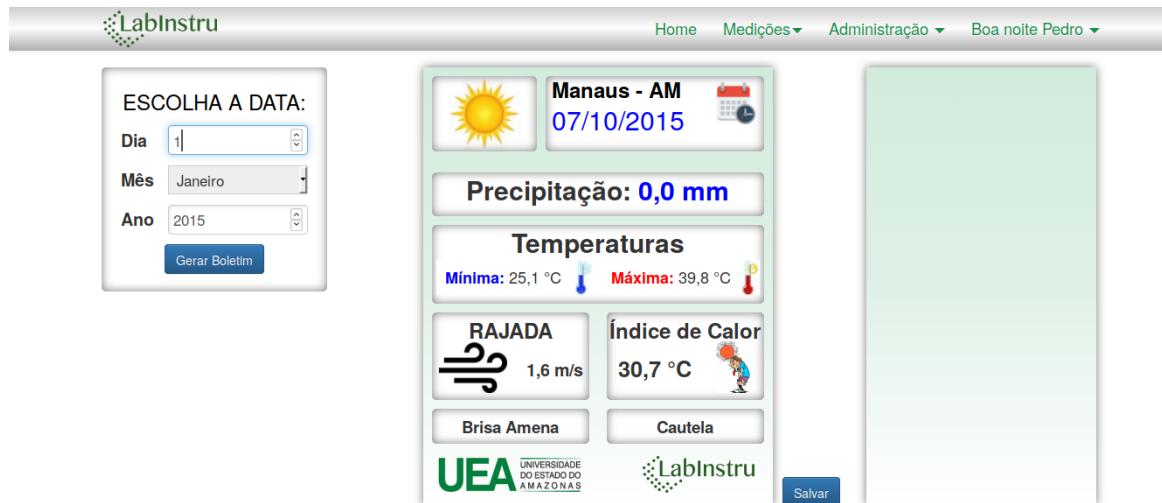


Figura 3.31: Boletim meteorológico produzido pelo LabInstru Web. Fonte: Próprio autor.

3.7.2 Suspensão da Funcionalidade de Geração de Gráficos

Assim como no caso do boletim meteorológico, foi necessária uma discussão mais específica com o cliente a fim de eliciar os elementos do caso de uso “Visualizar Gráficos”, descrito originalmente no Apêndice A.

Embora o caso de uso tenha deixado claro qual o fluxo básico, não incluía a especificação de quais gráficos deveriam ser produzidos para os diferentes atributos, se um único gráfico com todas as informações ou se gráficos separados para cada atributo. Além deste aspecto, na discussão com a cliente foi ressaltado que um mesmo tipo de gráfico pode ser adequado em um cenário com uma certa quantidade de dados e inadequado para uma quantidade diferente,

especialmente se muito grande, podendo vir a prejudicar a visualização. Questionamentos acerca da escolha de cores, do tipo de gráfico, da amostragem dos dados para exibição, dentre outros, foram também levados em conta nesta reunião.

Como conclusão, cliente e desenvolvedor acordaram que a implementação desta funcionalidade poderia ser suspensa, por introduzir muitos aspectos que fogem ao propósito inicial do LabInstru Web e por haver ferramentas computacionais já usadas pelos profissionais do laboratório capazes de endereçar estas demandas. Esta decisão também implicou na ausência de necessidade de implementar a exportação de gráficos.

Este fato mostrou que, mesmo em uma etapa avançada do trabalho, os requisitos podem não estar suficientemente esclarecidos, sendo necessário revê-los e detalhá-los. Em particular, esta mudança não pôde ser antecipada pelo desenvolvedor por ter elencado inicialmente outros requisitos mais essenciais junto ao cliente, cuja implementação foi priorizada.

3.7.3 Métricas de Software

Algumas métricas foram obtidas do software produzido, auxiliando a compreender os esforços necessários ao seu desenvolvimento. Estas métricas são apresentadas a seguir:

- Linhas de código: 7.264 no total, sendo:
 - Arquivos Python: 1.714 linhas, contemplando conteúdo de linhas de código e comentários presentes em arquivos do tipo .py;
 - Arquivos HTML: 2.400 linhas, contidas em arquivos .html responsáveis por renderizar as *views* aos usuários;
 - Arquivos de estilo: 3.150 linhas, considerando os arquivos .css e comandos JavaScript nele incluídos;
- Funções disponíveis no *Controller*: 28;
- Modelos de dados: 8, respeitando as modelagens conceitual e de entidade-relacionamento realizadas.

É importante salientar que algumas métricas tradicionais, a exemplo do número de classes, são inadequadas no contexto da utilização do *framework* Web2py. O conceito análogo, neste cenário, é o de modelos de dados. As funções no *Controller*, por exemplo, podem também ser entendidas por meio de uma analogia com *Web services*.

Outro aspecto que merece ser detalhado é número de linhas de código escritas na linguagem Python, em quantidade inferior aos demais tipos presentes. Embora em um primeiro momento possa-se ter a ideia errônea de que esta linguagem de programação teve um papel secundário ou terciário na aplicação produzida, cabe corrigir este pensamento recapitulando o poder de expressividade desta linguagem de programação, em que poucas linhas de código com sintaxe simples e de altíssimo nível podem ter uma semântica complexa, muitas vezes correspondendo à diversas linhas de código em outras linguagens de programação mais tradicionais. De fato, estima-se que, em comparação com as linguagens C, C++ e Java, os códigos produzidos em Python cheguem a ser de 50 a 70% menores (LUTZ; ASCHER, 2007). Este baixo número também colabora para um menor dispêndio de tempo na leitura, entendimento e manutenção do código.

3.8 Implantação da Solução Proposta

O Google App Engine¹ foi a plataforma de computação em nuvem escolhida para fazer o *deployment* do LabInstru Web. Ela foi desenvolvida pela Google em 2008 como uma tecnologia no modelo plataforma como serviço, virtualizando aplicações em múltiplos servidores, provendo hardware, conectividade, sistema operacional, dentre outros.

O Google App Engine foi escolhido para implantação do LabInstru Web por três razões principais: (*i*) o total suporte à linguagem de programação Python; (*ii*) o oferecimento de um nível de serviço gratuito compatível com o esperado de utilização pelos profissionais, pesquisadores e estudantes do LabInstru; (*iii*) alta disponibilidade e baixa latência, inclusive com servidores localizados no Brasil.

¹<<https://cloud.google.com/appengine/>>

Capítulo 4

Considerações Finais

Tendo como motivação a mitigação das dificuldades diárias enfrentadas pelos pesquisadores e alunos do Laboratório de Instrumentação Meteorológica da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas para manipulação e visualização dos dados da Estação Meteorológica da EST, este trabalho propôs o *LabInstru Web*, uma plataforma web que com vistas a contribuir para automatização e simplificação do armazenamento, gerenciamento, manutenção e disponibilização dos dados produzidos por esta estação, colaborando também na automatização da geração de boletins meteorológicos voltados para divulgação das medições junto à comunidade em geral.

Desenvolvido segundo o Processo Ágil Unificado, o LabInstru Web foi implementado na linguagem Python utilizando o *framework web full-stack* Web2py. Para o *front-end*, as tecnologias ágeis JQuery e Bootstrap foram cruciais para a produção de resultados visualmente agradáveis junto aos usuários, respeitando as especificações feitas anteriormente junto à cliente. Quanto ao *back-end*, o sistema gerenciador de banco de dados MySQL foi utilizado para persistência por prover um bom desempenho na manipulação de uma quantidade significativa de dados. A implantação da plataforma foi feita com o Google App Engine, por ser totalmente compatível com a linguagem Python e com as tecnologias utilizadas no desenvolvimento, bem como pelo oferecimento de uma alta disponibilidade e baixa latência.

O desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso proporcionou a aplicação de diversos conhecimentos obtidos nas disciplinas do curso de Engenharia de Computação com vistas

a resolver um problema de um contexto real. Em particular, os conhecimentos adquiridos nas disciplinas de Engenharia de Software, Banco de Dados e Linguagem de Programação foram mais predominantes para o desenvolvimento deste trabalho. Vale salientar que, com o suporte oferecido pela formação em Engenharia de Computação, foi possível adquirir conhecimentos específicos e tecnológicos para vencer algumas limitações enfrentadas ao longo do projeto, especialmente no tocante ao desenvolvimento da interface com o usuário com a tecnologia Bootstrap.

Alguns desdobramentos futuros deste trabalho decorrem da utilização pelos seus usuários, com os quais pode-se identificar novas funcionalidades a serem desenvolvidas, refinar requisitos já implementados e avaliar a performance da solução implantada. Outros caminhos possíveis consistem para melhoria do LabInstru web podem considerar também a integração de trabalhos desenvolvidas pelas orientadores com *machine learning* para previsão e descrição dos dados sobre a precipitação em Manaus.

Referências Bibliográficas

AMBLER, S. *Modelagem Ágil – Práticas eficazes para a programação extrema e o processo unificado*. 1. ed. Nova York: Bookman, 2004.

BALSAMIQ. *Balsamiq Mockups*. 2017. <<https://balsamiq.com/products/mockups/>>. Acessado em 5 de dezembro de 2017.

BECK, K. et al. *Manifesto para o Desenvolvimento Ágil de Software*. 2001. <<https://www.manifestoagil.com.br>>. Acessado em 5 de dezembro de 2017.

DUARTE, M. *Primeiros Passos com Web2py*. Porto Alegre: Amazon, 2016.

DUCKETT, J. *Javascript e JQuery - Desenvolvimento de Interfaces Web Interativas*. 1. ed. Estados Unidos: Alta Books, 2016.

ELMASRI, R.; NAVATHE, S. B. *Sistemas de banco de dados*. 6. ed. Estados Unidos: Pearson, 2011.

LARMAN, C. *Utilizando UML e Padrões – Uma Introdução à Análise e ao Projeto Orientados a Objetos e ao Desenvolvimento Iterativo*. 3. ed. Estados Unidos: Bookman, 2006.

LIMA, P. M. de; GUEDES, E. B.; OLIVEIRA, M. B. L. de. BoCliMa – uma ferramenta para suporte ao processamento de dados em um laboratório de instrumentação meteorológica. In: *VII Conferência Científica Internacional de la Universidad de Holguín*. Holguín, Cuba: [s.n.], 2015. p. 1–8.

LUTZ, M.; ASCHER, D. *Aprendendo Python*. Porto Alegre, Rio Grande do Sul: Editora O'Reilly, 2007.

METOFFICE, N. M. L. *The Beaufort Scale*. 2011. <http://www.metoffice.gov.uk/binaries/content/assets/mohippo/pdf/b/7/fact_sheet_no._6.pdf>. Acessado em 5 de dezembro de 2017.

OLIVEIRA, M. B. L. *Laboratório de Instrumentação Meteorológica*. 2016. <<https://sites.google.com/a/uea.edu.br/labinstru/>>. Acessado em 5 de dezembro de 2017.

ORACLE. *MySQL*. 2017. <<https://dev.mysql.com/doc/>>. Acessado em 5 de dezembro de 2017.

ORACLE. *MySQL workbench*. 2017. <<https://dev.mysql.com/doc/workbench/en/>>. Acessado em 5 de dezembro de 2017.

PIERRO, M. D. *Web2py Complete Reference Manual*. 5. ed. Chicago, Estados Unidos: Experts4Solutions, 2013.

- PRESSMAN, R. *Engenharia de Software*. 8. ed. Estados Unidos: Amgh Editora, 2016.
- REINGART, M. et al. *Web2py Application Development Cookbook*. Reino Unido: Packt Publishing, 2012.
- ROTHFUSZ, L. P. *The heat index equation (or, more than you ever wanted to know about heat index)*. Estados Unidos: [s.n.], 1990. NWS Southern Region Technical Attachment, SR/SSD 90-23.
- SILVA, M. S. *Bootstrap 3.3.5*. 1. ed. São Paulo: Novatec, 2015.
- SILVA, T. L. da; ALMEIDA, V. C. Influência do calor sobre a saúde e desempenho dos trabalhadores. In: *Simpósio Maringaense de Engenharia de Produção*. Maringá, Paraná: [s.n.], 2010. v. 4.
- SOLER, C. M. T.; SENTELHAS, P. C.; HOOGENBOOM, G. *Application of the CSM-CERES-Maize model for planting date evaluation and yield forecasting for maize grown off-season in a subtropical environment*. 2007. 165-177 p.
- SOMMERVILLE, I. *Engenharia de Software*. 9. ed. Estados Unidos: Pearson, 2011.
- STEADMAN, R. G. The assessment of sultriness. part i: A temperature-humidity index based on human physiology and clothing science. v. 8:7, p. 861–873, 1979.
- VIANELLO, R. L. *Estação Meteorológica e seu Observador*. 1. ed. Brasília: Instituto Nacional de Meteorologia, 2011.
- WEISSMANN, H. L. *Vire o jogo com Spring Framework*. Brasil: Casa do Código, 2014.

Apêndice A

Detalhamento dos Casos de Uso

Caso de Uso CDU01: Cadastrar Usuário

Escopo: Aplicação Web LabInstru

Autor principal: Administrador

Interessados e Interesses:

- Administrador: Deseja cadastrar novos usuários no sistema.

Pré-condições:

1. Administrador precisa estar autenticado no sistema.
2. Ser um usuário administrador.

Pós-condições (Garantia de Sucesso):

- Criação da conta do usuário.

Cenário de Sucesso Principal (ou Fluxo Básico):

Quadro A.1: Caso de Uso 1 – Cadastrar Usuário

1. O administrador escolherá a opção “*Cadastrar usuário*” na aba “*Administração*” do menu principal da aplicação.
2. O Sistema exibirá um formulário de cadastro de novo usuário que deve ser preenchido pelo administrador.
3. O administrador do sistema informará os seguintes dados do usuário a ser cadastrado: nome, sobrenome, e-mail.
4. O sistema irá criar automaticamente uma senha para o usuário. Esta senha é gerada de maneira aleatória e composta por 6 dígitos numéricos.
5. O sistema efetivará a criação da conta do usuário.
6. O sistema exibirá ao administrador a mensagem: “*Usuário cadastrado com sucesso*”.
7. O sistema automaticamente enviará um e-mail ao usuário, informando os seus respectivos dados para acesso ao sistema.

Extensões (ou Fluxo Alternativo):

- a) **Campos obrigatórios não preenchidos:** Caso algum campo do formulário de cadastro de novo usuário não tenha sido preenchido, o sistema notificará o administrador, informando-lhe os campos que não foram preenchidos.
- b) **Conta de usuário já registrada:** Caso o administrador informe um e-mail que já esteja associado a um usuário existente no sistema, será emitida uma mensagem de alerta: “*Esse e-mail já possui uma conta associada*”.
- c) **Formato de e-mail inválido:** Caso o administrador informe um e-mail que não siga um padrão válido de e-mail, o sistema emitirá a mensagem: “*E-mail Inválido*”.

Quadro A.2: Caso de Uso 2 – Listar Usuários

Caso de Uso CDU02: Listar Usuários

Escopo: Aplicação Web LabInstru

Autor principal: Administrador

Interessados e Interesses:

- Administrador: Deseja visualizar uma lista contendo os usuários cadastrados no sistema.

Pré-condições:

1. Administrador precisa estar autenticado no sistema.
2. Ser um usuário administrador.

Pós-condições (Garantia de Sucesso):

- É apresentada uma listagem contendo os usuários do sistema, ordenados a partir dos respectivos endereços de e-mail.
- Esta listagem contempla os nomes, sobrenomes e e-mails dos usuários.
- Ao lado de cada registro de usuário cadastrado encontram-se as opções de editar e excluir usuário.

Cenário de Sucesso Principal (ou Fluxo Básico):

1. O administrador escolherá a opção “*Listar usuários*” na aba “*Administração*” do menu principal da aplicação.
2. O sistema exibirá o resultado da pesquisa na forma de uma lista de usuários.

Extensões (ou Fluxo Alternativo):

- a) **Nenhum registro encontrado:** Não foram encontrados usuários previamente cadastrados no sistema. Será emitida a mensagem: “*Não há usuários cadastrados.*”.

Quadro A.3: Caso de Uso 3 – Editar Usuário

Caso de Uso CDU03: Editar Usuário

Escopo: Aplicação Web LabInstru

Autor principal: Administrador

Interessados e Interesses:

- Administrador: Deseja editar um registro de um usuário previamente cadastrado no sistema.

Pré-condições:

1. Administrador precisa estar autenticado no sistema.
2. Ser um usuário administrador.
3. Ter listado os usuários (vide Caso de Uso CDU02 - Listar Usuários).

Pós-condições (Garantia de Sucesso):

- Edição realizada no registro de um determinado usuário.

Cenário de Sucesso Principal (ou Fluxo Básico):

1. Na linha referente ao usuário que será feita a edição de seu registro, clicar na opção “*Editar usuário*” que é representada pelo ícone de um lápis.

2. Um formulário de edição dos dados do respectivo usuário será apresentado, exibindo todos os campos passíveis de edição.
3. O Administrador modificará os campos que julgar necessário e clicará no botão “*Editar*”.
4. O sistema registrará as modificações e emitirá a mensagem: “*Usuário editado com sucesso*”.

Regras de negócios:

RN01 - O formulário de edição do usuário não apresentará o campo “*Senha*”.

RN02 - O formulário de edição do usuário apresentará o campo “*E-mail*”, mas este não poderá ser modificado.

Quadro A.4: Caso de Uso 4 – Excluir Usuário

Caso de Uso CDU04: Excluir Usuário

Escopo: Aplicação Web LabInstru

Autor principal: Administrador

Interessados e Interesses:

- Administrador: Deseja excluir o registro de um usuário previamente cadastrado no sistema.

Pré-condições:

1. Administrador precisa estar autenticado no sistema.
2. Ser um usuário administrador.
3. Ter listado os usuários (vide Caso de Uso CDU02 - Listar Usuários).

Pós-condições (Garantia de Sucesso):

- Exclusão de um registro de usuário do banco de dados do sistema.

Cenário de Sucesso Principal (ou Fluxo Básico):

1. Na linha referente ao usuário que será excluído do sistema, clicar na opção *excluir usuário* que é representada pelo ícone referente a letra “X”.
2. Quando clica-se no ícone de exclusão, uma mensagem de confirmação é exibida: “*Deseja excluir o usuário?*” .
3. Caso o administrador confirme a exclusão, o sistema processará a exclusão e emitirá a mensagem: “*Usuário excluído com sucesso*”.

Extensões (ou Fluxo Alternativo):

- a) **Negação na mensagem de exclusão de usuário:** Caso o usuário responda não para a pergunta “*Deseja excluir o usuário?*”, o sistema abortará o processo de exclusão e o redirecionará para página contendo a listagem dos usuários.

Quadro A.5: Caso de Uso 5 – Redefinir Senha

Caso de Uso CDU05: Redefinir Senha

Escopo: Aplicação Web LabInstru

Autor principal: Usuário

Interessados e Interesses:

- Usuário: Deseja redefinir sua senha utilizada no processo de autenticação do sistema.

Pré-condições:

1. Usuário precisa estar autenticado no sistema.

Pós-condições (Garantia de Sucesso): A senha do usuário é redefinida.

Cenário de Sucesso Principal (ou Fluxo Básico):

1. O usuário escolherá a opção “*Redefinir senha*” na aba correspondente ao seu “*nome de usuário*”, contida no menu principal da aplicação.
2. O Sistema redirecionará o usuário para a página referente a troca de senha, onde será mostrado um formulário para redefinição de senha.
3. No formulário apresentado, o usuário informará a senha atual (senha atual), a nova senha (nova senha) e a verificação da nova senha (Verifica senha).
4. Com todos os campos preenchidos corretamente, o usuário clicará no botão: “*Redefinir Senha*”.
5. Após o envio, o sistema processará a solicitação da redefinição de senha e o redirecionará para a tela de login.

Extensões (ou Fluxo Alternativo):

- a) **Campos obrigatórios não preenchidos:** Caso algum campo obrigatório do formulário de redefinição de senha não tenha sido preenchido (senha atual, nova senha, confirmação de nova senha), o sistema notificará o usuário, informando-lhe os campos que não foram preenchidos.
- b) **Senha atual não corresponde com a senha cadastrada:** Caso o usuário informe, no campo *senha atual* do formulário de redefinição de senha, uma senha que não coincida com a senha cadastrada no sistema, o sistema deverá emitir a mensagem: “*Senha atual não corresponde a senha cadastrada no sistema* ”.

c) **Nova senha e confirmação de nova senha não coincidem:** Caso o usuário preencha o campo “*confirmação de nova senha*” com um valor diferente da informada no campo “*nova senha*”, o sistema emitirá a mensagem: “*Senhas informadas não coincidem*”.

Quadro A.6: Caso de Uso 6 – Alterar Perfil

Caso de Uso CDU06: Alterar Perfil

Escopo: Aplicação Web LabInstru

Autor principal: Usuário

Interessados e Interesses:

- Usuário: Deseja efetuar a redefinição dos seus dados de perfil, que contemplam nome, sobrenome e e-mail.

Pré-condições:

1. Usuário necessita estar autenticado no sistema.

Pós-condições (Garantia de Sucesso): O perfil do usuário é redefinido e o mesmo é redirecionado para a tela de login.

Cenário de Sucesso Principal (ou Fluxo Básico):

1. O usuário escolherá a opção “*Alterar perfil*” na aba correspondente ao seu “*nome de usuário*”, contida no menu principal da aplicação.
2. O Sistema redirecionará o usuário para a página referente à edição de perfil, onde será mostrado um formulário para modificação de perfil com os seguintes campos: nome, sobrenome e e-mail, preenchidos com os valores previamente cadastrados no sistema.

3. O usuário modificará os campos que julgar necessário e clicará no botão: “*Alterar perfil*”.

Extensões (ou Fluxo Alternativo):

- a) **Campos obrigatórios não preenchidos:** Caso algum campo obrigatório do formulário de modificação de perfil não tenha sido preenchido, após clicar no botão “*Alterar perfil*”, o sistema notificará o usuário informando quais campos não foram preenchidos com a seguinte mensagem “*Campos obrigatórios não preenchidos*”.
- b) **Formato de e-mail inválido:** Caso o usuário informe um e-mail que não siga um padrão válido de e-mail, o sistema emitirá a mensagem “*E-mail inválido*”.
- c) **E-mail já cadastrado:** Caso o usuário informe um e-mail que esteja associado a outro usuário, a modificação no perfil não será realizada e a seguinte mensagem será exibida: “*E-mail associado a outro usuário*”.

Quadro A.7: Caso de Uso 7 – Recuperar Senha

Caso de Uso CDU07: Recuperar Senha

Escopo: Aplicação Web LabInstru

Autor principal: Usuário

Interessados e Interesses:

- Usuário: Deseja redefinir sua senha e ter acesso novamente ao sistema, caso tenha esquecido da mesma.

Pré-condições:

1. O usuário não estará autenticado no sistema e estará na tela de login.

Pós-condições (Garantia de Sucesso):

- Será enviado ao usuário uma mensagem por email, informando-lhe a nova senha.
- Essa nova senha, será gerada automaticamente pelo sistema e conterá no mínimo 8 caracteres aleatórios.

Cenário de Sucesso Principal (ou Fluxo Básico):

1. O usuário estando na tela de login, clicará na aba “*Login*” e escolherá a opção “*Esqueci minha senha*”.
2. O Sistema redirecionará o usuário para a página referente à recuperação de senha e será apresentado um formulário de recuperação de senha, solicitando que seja preenchido o campo “*E-mail cadastrado*” para recuperação de senha.
3. Clicar no botão: “*Recuperar senha*”.
4. O sistema processará a solicitação e enviará uma nova senha para o e-mail do usuário.

Extensões (ou Fluxo Alternativo):

- a) **Campo não preenchido:** Caso o campo “*E-mail*”, do formulário de recuperação de senha, não tenha sido preenchido, após clicar no botão “*Recuperar senha*”, o sistema notificará o usuário com a mensagem “*Campo e-mail não preenchido*”, informando-o que o campo não foi preenchido.
- b) **Formato de e-mail inválido:** Caso o usuário informe um e-mail que não siga um padrão válido de e-mail, o sistema emitirá a mensagem “*E-mail inválido*”.
- b) **E-mail não cadastrado:** Caso o usuário informe um e-mail que não esteja associado a nenhum usuário no sistema, será exibida a seguinte mensagem: “*Não há usuário associado a este e-mail no sistema*”.

Quadro A.8: Caso de Uso 8 – Consultar Medições

Caso de Uso CDU08: Consultar Medições

Escopo: Aplicação Web LabInstru

Autor principal: Usuário

Interessados e Interesses:

- Usuário: Deseja visualizar uma lista contendo os registros de uma determinada estação meteorológica.

Pré-condições:

1. Usuário necessita estar autenticado no sistema.

Pós-condições (Garantia de Sucesso):

- É apresentada uma listagem com os dados referente à pesquisa solicitada.

Cenário de Sucesso Principal (ou Fluxo Básico):

1. O usuário iniciará escolhendo no menu principal da aplicação a opção “*Medições*”.
2. Será aberto um menu dropdown exibindo as estações meteorológica possíveis para a realização de uma determinada funcionalidade.
3. Clique na estação meteorológica específica (Baixa 1 ou Baixa 2), e escolha no próximo menu dropdown que será exibido, a funcionalidade “*Consultar*”.
4. O usuário poderá informar um intervalo entre datas para a consulta.
5. O usuário selecionará zero ou mais campos de pesquisa. Os campos de pesquisa possíveis são:

- (a) Baixa 1: dia_hora, record, batt_volt_min, p_temp, nr_lite_avg, cm3_up_avg, cm3_dn_avg, cg3_up_corr_avg, cg3_dn_corr_avg, cnr1_tc_avg, cma11_up_avg, cma11_dn_avg, li_190s_avg, vw_avg, hfp01_avg, stp01_50cm_avg, stp01_20cm_avg, stp01_10cm_avg, stp01_05cm_avg, stp01_02cm_avg, cs106_avg, hmp45c_temp_avg, hmp45c_rh_avg, wind_speed, win_direction, tb4_tot.
- (b) Baixa 2: dia_hora, record, hmp45c_temp_max, hmp45c_temp_tmx, hmp45c_temp_min, hmp45c_temp_tmin, hmp45c_rh_max, hmp45c_rh_tmx, hmp45c_rh_min, hmp45c_rh_tmn, rh05103_veloc_max, rh05103_veloc_tmx, tb4_tot.

6. O sistema processará e exibirá os resultados da consulta em uma nova página, no formato de uma tabela.

Extensões (ou Fluxo Alternativo):

- a) **Nenhum registro encontrado:** Caso a consulta realizada pelo usuário não contenha nenhum registro, o sistema emitirá a mensagem: “*Nenhuma medição encontrada*”.
- b) **Datas Inválidas:** Caso o usuário informe um formato de data inválido para o(s) campo(s) data inicial e/ou data final, o sistema emitirá a mensagem: “*Formato de data inválido.*”.
- c) **Ordenação de Datas Inválidas:** Caso o usuário informe um data final anterior à data inicial ou uma data inicial posterior à data final, será exibida a mensagem: “*Datas fora de ordem!*”.

Regras de Negócio:

RN01 - O usuário poderá ou não escolher uma data de inicio. Caso não informe a data de inicio, considerar a data inicial a primeira data válida do sistema.

RN02 - O usuário poderá ou não escolher uma data de fim. Caso não informe a data de fim, considerar a data final como a última data válida no sistema.

RN03 - Caso o usuário não preencha nenhum campo de pesquisa, todos os campos deverão ser exibidos na resposta de consulta.

Quadro A.9: Caso de Uso 9 – Exportar Dados

Caso de Uso CDU09: Exportar Dados

Escopo: Aplicação Web LabInstru

Autor principal: Usuário

Interessados e Interesses:

- Usuário: Deseja exportar os dados de uma pesquisa em um formato de arquivo pré-estabelecido pelo sistema.

Pré-condições:

1. Usuário necessita estar autenticado no sistema.
2. Ter uma listagem contendo os registros de medições de uma determinada estação meteorológica (vide Caso de Uso CDU08 - Consultar Medições).

Pós-condições (Garantia de Sucesso):

- Os dados da pesquisa serão exportados em um formato de arquivo escolhido pelo usuário.

Cenário de Sucesso Principal (ou Fluxo Básico):

1. Usuário clicará no botão que especifica o formato de arquivo a ser exportado.
2. Escolherá o diretório em que será salvo o arquivo exportado.

3. Clicará no botão “*Exportar Dados*”.

Regras de negócios:

RN04 - Os arquivos exportados serão do tipo: CSV, CSV (hidden cols), HTML, JSON, TSV e XML.

Quadro A.10: Caso de Uso 10 – Visualizar Gráficos

Caso de Uso CDU10: Visualizar Gráficos

Escopo: Aplicação Web LabInstru

Autor principal: Usuário

Interessados e Interesses:

- Usuário: Deseja gerar e visualizar gráficos que representem uma saída da ação consultar medições.

Pré-condições:

1. Usuário necessita estar autenticado no sistema.
2. Ter uma listagem de medições de uma determinada estação meteorológica (vide Caso de Uso CDU08 - Consulta Medições).

Pós-condições (Garantia de Sucesso):

- Os gráficos referentes a uma determinada consulta de medições serão exibidos aos usuários.

Cenário de Sucesso Principal (ou Fluxo Básico):

1. Usuário clicará no botão “*Gerar gráficos*”.

2. O sistema processará e redirecionará o usuário para uma página contendo os gráficos referentes aos dados obtidos na consulta.

Quadro A.11: Caso de Uso 11 – Exportar Gráficos

Caso de Uso CDU11: Exportar Gráficos

Escopo: Aplicação Web LabInstru

Autor principal: Usuário

Interessados e Interesses:

- Usuário: Deseja exportar os gráficos gerados a partir de uma pesquisa realizada previamente.

Pré-condições:

1. Usuário necessita estar autenticado no sistema.
2. Ter gerado e visualizado os gráficos referentes a uma consulta de medição (vide Caso de Uso CDU10 - Visualizar Gráficos).

Pós-condições (Garantia de Sucesso):

- Os gráficos da pesquisa serão exportados em um formato de arquivo estabelecido pelo usuário.

Cenário de Sucesso Principal (ou Fluxo Básico):

1. Usuário clicará no botão “*Exportar Gráficos*”.
2. Escolherá e confirmará o diretório em que serão salvos os graficos exportados.
3. Clicará no botão “*Exportar Gráficos*”.

Regras de negócios:

RN05 - Os arquivos exportados serão do tipo PDF.

Quadro A.12: Caso de Uso 12 – Inserir Medição

Caso de Uso CDU12: Inserir Medição

Escopo: Aplicação Web LabInstru

Autor principal: Administrador

Interessados e Interesses:

- Administrador: Deseja cadastrar novos dados das estações meteorológicas no banco de dados do sistema.

Pré-condições:

1. O administrador necessita estar autenticado no sistema.
2. Ser um usuário administrador.
3. Ter um arquivo “.dat” oriundo da estação meteorológica que deseja cadastrar.

Pós-condições (Garantia de Sucesso):

- Ter os registros das medições salvos no banco de dados do sistema.

Cenário de Sucesso Principal (ou Fluxo Básico):

1. O usuário iniciará escolhendo no menu principal da aplicação a opção “*Medições*”.
2. Será aberto um menu dropdown exibindo as estações meteorológica possíveis para a realização de uma determinada funcionalidade.

3. Clique na estação meteorológica específica (Baixa 1 ou Baixa 2), e escolha no próximo menu dropdown que será exibido, a funcionalidade “*Inserir*”.
4. O Sistema processará a requisição e redirecionará o administrador para uma página contendo o formulário para envio do arquivo específico.
5. O administrador clicará no botão “*Escolher arquivo*”. Será exibida uma tela apropriada para o usuário escolher o arquivo em seu computador.
6. Após selecionado o arquivo, será feito upload do arquivo clicando no obtão “*Enviar Arquivo*”.
7. O sistema processará a ação e exibirá um relatório contendo as informações referentes ao processo de inserção de medições. Esse relatório será na forma de um log. Esse log conterá as seguintes informações:
 - (a) Quantas tuplas foram cadastradas com sucesso.
 - (b) Quantas tuplas não foram cadastradas.
 - (c) Data e hora da ação realizada.

Regras de negócios:

RN06 - Não cadastrar dados de medições já existentes no banco de dados do sistema. Caso aconteça, exibir uma mensagem de erro e salvar no arquivo de log que as tuplas já existem no sistema.

RN07 - Não inserir no banco de dados do sistemas tuplas com estruturas inconsistentes (menos campos, estrutura diferente). Caso aconteça, exibir uma mensagem de erro e mostrar no arquivo de log as tuplas que não foram cadastradas.

RN08 - Campos no arquivo selecionado com valor “*Nan*” são persistidos com valor “*NULL*” no banco de dados da aplicação.

RN09 - Arquivos para upload serão exclusivamente do tipo “.dat”.

RN10 - Arquivos “.dat” que não tenham estrutura interna compatível com dados oriundos das estações meteorológicas devem ser ignorados. Uma mensagem de erro será exibida: “*Arquivo fora do padrão das estações meteorológicas.*”.

Quadro A.13: Caso de Uso 13 – Apagar Medições

Caso de Uso CDU13: Apagar Medições

Escopo: Aplicação Web LabInstru

Autor principal: Administrador

Interessados e Interesses:

- Administrador: Deseja apagar um ou mais registros de medições referente a uma determinada estação.

Pré-condições:

1. Administrador necessita estar autenticado no sistema.
2. Ser um usuário administrador.

Pós-condições (Garantia de Sucesso):

- Exclusão de um ou mais registros de medições do sistema.

Cenário de Sucesso Principal (ou Fluxo Básico):

1. O usuário iniciará escolhendo no menu principal da aplicação a opção “*Medições*”.
2. Será aberto um menu dropdown exibindo as estações meteorológica possíveis para a realização de uma determinada funcionalidade.

3. Clique na estação meteorológica específica (Baixa 1 ou Baixa 2), e escolha no próximo menu dropdown que será exibido, a funcionalidade “*Excluir*”.
4. O Sistema redirecionará o administrador para a página de pesquisa de medições (vide Caso de Uso CDU08 - Pesquisar Medições).
5. Após obter a listagem de medições específica, o administrador marcará os registros de medições que desejará excluir e clicará no botão “*Apagar Medições*”.
6. Para concluir a efetivação da exclusão dos registros, o administrador deverá confirmar a mensagem: “*Deseja excluir as medições?*”.
7. O sistema processará e efetuará a exclusão das medições.

Extensões (ou Fluxo Alternativo):

- a) **Nenhum registro encontrado:** Caso a pesquisa realizada pelo sistema não retorne nenhum registro, o sistema emitirá a mensagem: “*Medições não encontradas*”.

Quadro A.14: Caso de Uso 14 – Visualizar Disponibilidade

Caso de Uso CDU14: Visualizar Disponibilidade

Escopo: Aplicação Web LabInstru

Autor principal: Usuário

Interessados e Interesses:

- Usuário: deseja visualizar, através de um calendário, informações sobre o total de medições realizadas por uma determinada estação, em um determinado dia.

Pré-condições:

1. Usuário necessita estar autenticado no sistema.

Pós-condições (Garantia de Sucesso):

- Exibição de um calendário de disponibilidade, onde visualmente será possível verificar se todas, parte ou nenhuma medição foi realizada em um determinado dia.

Cenário de Sucesso Principal (ou Fluxo Básico):

1. O usuário iniciará escolhendo no menu principal da aplicação a opção “*Medições*”.
2. Será aberto um menu dropdown exibindo as estações meteorológica possíveis para a realização de uma determinada funcionalidade.
3. Clique na estação meteorológica específica (Baixa 1 ou Baixa 2), e escolha no próximo menu dropdown que será exibido a funcionalidade “*Disponibilidade*”.
4. O sistema processará a requisição e enviará como resposta, uma nova página da aplicação, contendo um calendário informando as medições realizadas em um determinado dia.

Extensões (ou Fluxo Alternativo):

- a) **Erros HTTP:** Caso seja solicitada a página web referente à funcionalidade “*Boletim*”, e a mesma não existir no servidor onde esteja hospedado ou contenha erros em seu código fonte, uma página web de alerta exibirá o erro específico.

Regras de negócios:

RN11 - Por dia, uma estação meteorológica, sendo Baixa 1 ou Baixa 2, é capaz de aferir 144 medições. Por isso, para os dias em que todas as medições foram realizadas com sucesso, o calendário de disponibilidade deverá exibir esses dias na cor “*verde*”.

RN12 - Para os dias em que as medições realizadas forem inferior a 144 e superior a zero, o calendário de disponibilidade deverá exibir esses dias na cor “*laranja*”.

RN13 - Para os dias em o total de medição for zero, o calendário de disponibilidade deverá exibir esses dias na cor “*vermelha*”.

Quadro A.15: Caso de Uso 15 – Gerar Boletim

Caso de Uso CDU15: Gerar Boletim

Escopo: Aplicação Web LabInstru

Autor principal: Usuário

Interessados e Interesses:

- Usuário: visualizará medições meteorológicas pré-determinadas, em um calendário de boletim meteorológico.

Pré-condições:

1. Usuário necessita estar autenticado no sistema.

Pós-condições (Garantia de Sucesso):

- Exibição de um calendário de boletim meteorológico, onde visualmente será possível verificar informações meteorológicas referentes a um determinado dia.

Cenário de Sucesso Principal (ou Fluxo Básico):

1. O usuário iniciará escolhendo no menu principal da aplicação a opção “*Medições*”.
2. Será aberto um menu dropdown exibindo as estações meteorológica disponíveis para acesso e a opção *Boletim*.
3. Clique na opção Boletim para gerar o boletim meteorológico.

4. O sistema processará a requisição e enviará como resposta, uma nova página da aplicação, contendo um calendário de boletim meteorológico.
5. Esse calendário deverá conter para cada dia do mês, as medições mais relevantes referentes aquele dia.

Extensões (ou Fluxo Alternativo):

- a) **Erros HTTP:** Caso seja solicitada a página web referente à funcionalidade “Disponibilidade”, e a mesma não existir no servidor onde esteja hospedado ou contenha erros em seu código fonte, uma página web de alerta exibirá o erro específico.

Regras de negócios:

RN14 - As informações presentes nos boletins meteorológicos são as média, máximo e mínimos de oito dados medidos pelas estações labinstru. Os dados que compreendem esses cálculos são:

1. Pressão média.
2. Temperatura mínima.
3. Temperatura máxima.
4. Umidade mínima.
5. Umidade máxima.
6. Velocidade máxima do vento.
7. Direção do vento no momento do item anterior.
8. Índice de calor;
9. Precipitação acumulada.