

INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ - CÂMPUS FOZ DO IGUAÇU
CURSO DE TECNÓLOGO EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

Projeto: Estação Hidrometeorológica

ALUNOS:

BRUNO HENRIQUE OLIVEIRA
MATHEUS MARQUES MARTINES
THIAGO HENRIQUE RIBEIRO

Professores: Estevan Braz Brandt Costa e Felipe Alex Scheidt

SUMÁRIO

Introdução	2
Justificativa	2
Climatologia	3
Objetivos	4
Objetivo Específico	4
Descrição	4
Funcionamento do Sistema	4
Requisitos Funcionais & Regras de Negócio	6
Requisitos não Funcionais	8
Riscos	9
Testes	12
Testes na Estação	12
Transmissão	12
Resistência	12
Temperatura Interna	12
Bateria	13
Testes no Site	13
Recepção	13
Funcionalidade	14
Usabilidade	14
Métricas	16
Diagramas	18
Modelo Relacional	18
Casos de Uso	19
Classes - Web Service	20
Classes - Web Site	21
Atividades - UC 1.1	22
Atividades - UC 1.2	23
Sequência - UC 1.1	24
Sequência - UC 1.2	25
Referências de Pesquisa	26

Introdução

Este Projeto Integrador faz parte de um Projeto de Pesquisa, Ensino e Extensão do Câmpus IFPR Foz do Iguaçu, a Estação Hidrometeorológica, cujo objetivo é construir uma estação hidrometeorológica automatizada no Câmpus Foz do Iguaçu, a fim de dispor um banco de dados dinâmico de informações para uso em pesquisas e estudos sobre manejo da água, integrando as áreas de conhecimento de Informática, Eletrônica, Física, Hidrologia e Aquicultura.

A Estação Hidrometeorológica foi desenvolvida para coletar dados referentes ao clima no IFPR Campus Foz do Iguaçu, tais como: direção e velocidade do vento, temperatura, volume de chuva, pressão e umidade, ou seja, dados básicos que qualquer estação hidrometeorológica capta. No entanto, a estação do Câmpus é uma estrutura desenvolvida para ser de baixo custo, utilizando para esse fim uma modesta estrutura e a tecnologia Arduíno para capturar e processar os dados.

O presente Projeto Integrador terá como escopo a criação do Web Service, Banco de Dados e Web Site responsáveis por coletar, armazenar e disponibilizar aos visitantes as informações a serem captadas pela estação. Os dados poderão ser visualizados em tempo real, sendo estes disponibilizados na área principal do site, ou consultados através de gráficos, onde será visto o histórico dos últimos períodos.

Justificativa

O Instituto Federal é uma Instituição Pública Federal voltada para os diversos níveis de ensino, com foco na educação profissional e tecnológica.

No dia 16 de julho de 2008, Luís Inácio Lula da Silva, até então Presidente da República, assinou um projeto de lei que previa a criação de 38 instituições federais multicampi espalhadas pelo país. O projeto foi aprovado e sancionado no dia 29 de dezembro do mesmo ano.

As finalidades para quais o Instituto Federal foi criado consta no artigo 7º presente na seção III deste projeto de lei (LEI Nº 11.892, DE 29 DE DEZEMBRO DE 2008) e podem ser vistas abaixo:

Art. 7º Observadas as finalidades e características definidas no art. 6º desta Lei, são objetivos dos Institutos Federais:

I - ministrar educação profissional técnica de nível médio, prioritariamente na forma de cursos integrados, para os concluintes do ensino fundamental e para o público da educação de jovens e adultos;

II - ministrar cursos de formação inicial e continuada de trabalhadores, objetivando a capacitação, o aperfeiçoamento, a especialização e a atualização de profissionais, em todos os níveis de escolaridade, nas áreas da educação profissional e tecnológica;

III - realizar pesquisas aplicadas, estimulando o desenvolvimento de soluções técnicas e tecnológicas, estendendo seus benefícios à comunidade;

IV - desenvolver atividades de extensão de acordo com os princípios e finalidades da educação profissional e tecnológica, em articulação com o mundo do trabalho e os segmentos

sociais, e com ênfase na produção, desenvolvimento e difusão de conhecimentos científicos e tecnológicos;

V - estimular e apoiar processos educativos que levem à geração de trabalho e renda e à emancipação do cidadão na perspectiva do desenvolvimento socioeconômico local e regional; e

VI - ministrar em nível de educação superior.

O IFPR tem como valores: pessoas, visão sistêmica, educação de qualidade e excelência, eficiência e eficácia, ética, sustentabilidade, qualidade de vida, diversidade humana e cultural, inclusão social, empreendedorismo e inovação, respeito às características regionais, democracia e transparência. E sua missão é educação pública de qualidade com integração a pesquisa e extensão.

O Instituto une o ensino, a pesquisa e a extensão, com a finalidade de formar profissionais completos. Assim, durante o período de estudo em um IF, um aluno de qualquer nível de ensino pode criar projetos de pesquisa e ou extensão voltados para seu curso, ou ainda unir indivíduos de cursos diferentes em um projeto ou trabalho, possibilitando assim concretizar o que é passado em sala de aula.

Como a ideia que existe por trás da instituição IFPR é a do tripé entre educação, inovação e extensão, com a criação de diversos cursos no Instituto Federal campus Foz do Iguaçu como: Licenciatura em Física, Hidrologia, Aquicultura, Análise e Desenvolvimento de Sistemas, viu-se a possibilidade de desenvolvimento de um projeto que integre esses cursos e que viesse a beneficiar a todos incluindo a própria instituição.

Estudos climáticos (climatologia) são uma constante em diversas áreas do conhecimento, reconhecendo a importância de tais estudos, vistos em diversas instituições de ensino superior, e pondo em prática a visão do Tecnólogo e Analista de Sistemas, este projeto busca uma forma prática de desenvolver uma plataforma para visualização prática dos dados coletados pela Estação Meteorológica desenvolvida.

Climatologia

No Brasil, a rede de estações meteorológicas é constituída por um conjunto de estações e postos pluviométricos, que estão localizados em sua maioria nas regiões sul, sudeste e nordeste, quase que exclusivamente em regiões próximas ao litoral. O interior do país conta com pouco mais de 20% das estações e postos, que estão distribuídas de forma irregular por sobre o território e que ainda não conta com uma coleta sistemática de dados.

Atualmente uma nova fase de expansão da rede de observação está se construindo, dada a importância que o clima tem apresentado nas discussões atuais. Diversas instituições de ensino, públicas e privadas, desenvolvem atualmente projetos relacionados à área climática da região em que se encontram.

O Câmpus IFPR Foz do Iguaçu localiza-se numa privilegiada área de preservação ambiental no espaço urbano. Nesta área, além da floresta, há um curso d'água do arroio Jupira, que é bastante estudado pelos cursos de Aquicultura e Hidrologia, onde são aplicadas técnicas para medição de vazão e monitoramento da qualidade da água. Nestes estudos são utilizados, por exemplo, dados sobre os índices pluviométricos da região nos últimos dias.

Com base nisso, acredita-se que a facilitação do acesso aos estudantes com dados coletados localmente e armazenados num banco de dados próprio da instituição propiciará um grande enriquecimento dos estudos meteorológicos e fornecerá uma importante adição aos conhecimentos sobre o clima da cidade.

Objetivos

Desenvolver um Web Service para uma estação hidrometeorológica de baixo custo baseada em Arduíno, com estrutura capaz de ler dados climáticos e transmiti-los para que possam ser armazenados e disponibilizados para visualização em tempo real em um Web Site, para que possam ser utilizados em estudos e atividades no câmpus.

Objetivo Específico

Exibir as informações dos sensores presentes na estação por meio de gráficos, alertas e imagens em uma página web.

A estação contará com os medidores:

- Anemômetro (velocidade do vento),
- Biruta (direção do vento),
- Pluviômetro (volume de chuva),
- Barômetro (pressão atmosférica),
- Termômetro (temperatura),
- Higrômetro (umidade),
- E componentes necessários para a obtenção e transmissão de dados dos sensores e de telemetria da estação.

Descrição

O escopo deste Projeto Integrador é o desenvolvimento do Web Service, com entre as principais funções, ficará responsável por receber, salvar, e disponibilizar esses dados para consulta. Além disso, o recebimento dos dados por parte do Web Service proporcionará uma grande área de possibilidades para a Análise destes, já que a área meteorológica tem muitas implicações em outras áreas relacionadas principalmente a outros cursos no IFPR, podendo proporcionar dados reais, que poderão ser usados, em conjunto com o plano teórico, para pesquisa de dados e informações relevantes, e exibição destas para o Usuário.

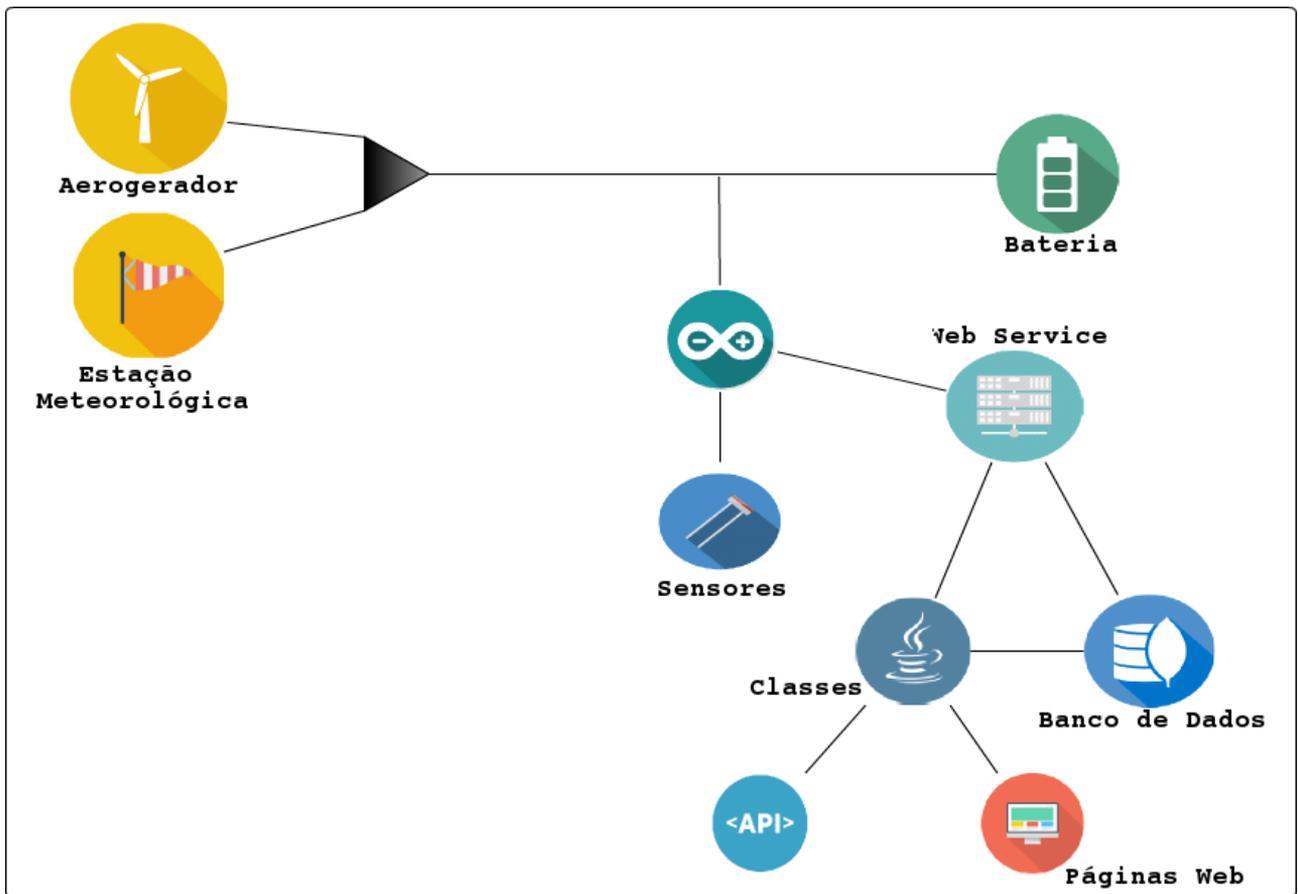
A estação meteorológica já se encontra montada, com os sensores e os circuitos, e o código em C usado na programação da placa Arduíno, faltando apenas alguns ajustes finais para otimizar o funcionamento entre esses componentes, mas os dados já estão sendo enviados. O código desenvolvido realiza apenas as funções mais básicas, dado que a placa de Arduíno é muito simples e não possui muita memória e processamento, dentre estas funções, coletar os dados e realizar cálculos simples para gerar algumas outras relações entre os dados.

Funcionamento do Sistema

A parte de Web Service entrará para fazer o refinamento destas informações, para então armazená-las; após isso, estarão disponíveis para os cálculos e estudos que o Usuário precisar, principalmente aqueles mais usados em análises meteorológicas. As páginas HTML desenvolvidas mostrarão, inicialmente, os dados mais atuais para o visitante, junto a Gráficos e detalhes sobre eles.

Também estará disponível uma seção de Informações, onde será informado se a estação detectou uma condição de clima esperada pelo Usuário; ele também poderá pedir o envio de e-mails nesta situação. Também estará disponível para o Usuário logado a possibilidade de geração de Gráficos mais específica, onde será possível definir o período a ser avaliado. Também haverá a opção de Geração de Planilhas para estudo dos Dados.

Caso seja um Administrador, estará disponível a opção de Gerenciamento de Estação, onde o Usuário poderá cadastrar uma nova estação, ou alterar os dados de uma já existente. O Administrador também poderá gerenciar outros Usuários.



Requisitos Funcionais & Regras de Negócio

Código	Descrição
RF01	Recepção de Dados da Estação
RN01.1	<i>Todos os sensores devem estar funcionando e conectados à estação para a aplicação funcionar.</i>
RN01.2	<i>Nem todas as leituras feitas pela estação serão armazenadas, por motivos de economia.</i>
RN01.3	<i>Os dados coletados serão salvos em períodos diferentes, já que possuem alternâncias em prazos diferentes. A massa de dados mais recente será armazenada integralmente numa tabela de LeituraBruta. Periodicamente os dados serão compactados e salvos em tabelas de média.</i>
RN01.4	<i>Se o Servidor ficar muito tempo sem receber uma leitura de uma Estação ativa, uma mensagem de aviso será enviada ao Usuário administrador alertando sobre a possível ocorrência de um problema.</i>
RF02	Gerenciamento de Temperatura
RF02.1	Registro de Temperatura
RF02.2	Consulta de Temperatura
RF03	Gerenciamento de Vento
RF03.1	Registro de Direção do Vento
RF03.2	Consulta de Direção do Vento
RF03.3	Registro de Velocidade do Vento
RF03.4	Consulta de Velocidade do Vento
RF04	Gerenciamento de Chuva
RF04.1	Registro de Volume de Chuva
RF04.2	Consulta de Volume de Chuva
RF05	Gerenciamento de Pressão
RF05.1	Registro de Pressão
RF05.2	Consulta de Pressão
RF06	Gerenciamento de Umidade
RF06.1	Registro de Umidade
RF06.2	Consulta de Umidade

RF07 Gerenciamento de Estação	
RF07.1	Cadastro de Estação
<i>RN07.1</i>	<i>Será permitido o cadastro de várias estações.</i>
<i>RN07.2</i>	<i>Para o cadastro de uma Estação, será necessário previamente a altitude do local em que ela ficará (para viabilizar o cálculo da Pressão).</i>
RF07.2	Consulta de Estação
RF07.3	Alteração de Estação
RF07.4	Remoção de Estação
RF08 Gerenciamento de Usuário	
<i>RN08.1</i>	<i>Usuários comuns farão apenas consultas e pesquisas, apenas Administradores terão acesso a funções avançadas.</i>
RF08.1	Cadastro de Usuário
<i>RN08.2</i>	<i>A senha do Usuário será criptografada.</i>
RF08.2	Consulta de Usuário
RF08.3	Exclusão de Usuário
RF09 Gerenciamento de Alertas	
RF09.1	Exibição de Alertas
<i>RN09.1</i>	<i>Os Alertas mostrarão ao Usuário avisos sobre condições do clima.</i>
RF09.2	Envio de E-mail
<i>RN09.2</i>	<i>O sistema fará o controle de temperatura do equipamento por questão de segurança e caso aconteça algo fora do comum o usuário Administrador receberá uma notificação via e-mail.</i>
RF10 Análise dos Dados Climáticos coletados	
RF10.1	Cálculo do Ponto de Orvalho
RF10.2	Análise do Impacto do Clima na Saúde
RF10.3	Consulta de Dados em Massa
RF10.4	Cálculo da Escala de Beaufort (intensidade do vento)
RF11	Exibição de Gráficos

RN11.1	<i>Os dados armazenados dos sensores da estação serão apresentados em forma de gráficos, podendo ser calculados em dias, meses e anos. E podendo ser salvos nos formatos PDF, ODS, XLSX e PNG.</i>
RN11.2	<i>Os gráficos serão exibidos usando regras estatísticas.</i>
RN11.3	<i>Os gráficos serão gerados com base nos dados armazenados no formato da média dos dados brutos colhidos pela estação, assim como é feito na maioria das estações meteorológicas do tipo.</i>
RF12	Geração de Planilhas
RN12.1	<i>As planilhas com dados dos sensores serão fornecidas dentro de determinado período informado pelo usuário, para fins de estudo.</i>

Requisitos não Funcionais

Código	Descrição
RNF01	O sistema será executado via navegador web
RNF02	O sistema contará com a tecnologia Arduino para captação dos dados
RNF03	O sistema contará com a tecnologia JSP (Java Server Pages) para o site
RNF04	As informações serão salvas na base de dados Postgres
RNF05	O leiaute do sistema será construído com o <i>framework</i> de CSS Bootstrap
RNF06	O envio de e-mail se dará pela biblioteca HtmlEmail (Apache Commons Email 1.4 API)
RNF07	Os gráficos serão exibidos na página usando a tecnologia <i>Google Charts</i>
RNF08	Os gráficos serão gerados e baixados como arquivos com o uso da biblioteca <i>JFree.Chart</i>

Riscos

Possíveis cenários de problemas que podem acontecer com o projeto da estação, tanto no protótipo quanto no sistema e a solução viável para cada problema citado:

Risco:

Sensores de leitura estragarem ou apresentarem mau-funcionamento por não suportarem a frequência de uso necessária (leitura, energia).

Solução:

Ter sensores reservas para realizar a troca caso seja necessário e conhecer outros modelos de sensores que realizam as mesmas funções mas suportem as condições necessárias para a captação de dados necessária uma substituição ou adequação.

Risco:

Comunicação entre os módulos estação-receptor arduino começarem a falhar.

Solução:

Realizar testes mais profundos com os sensores utilizados e caso necessário usar outros transmissores (Wi-Fi, bluetooth, rádio, cabo).

Risco:

Problema de travamento na rede atual de uso para salvar informações no banco de dados.

Solução:

Criar uma rede sem Internet exclusiva para salvar os dados sem interferência externa.

Risco:

Descargas atmosféricas (raios) atingirem a estação;

Solução:

Utilização de pára-raios ou instalação da estação dentro do alcance de proteção de um pára-raios e aterramento dos equipamentos eletrônicos;

Risco:

Temperaturas elevadas nos circuitos (acima de 70 graus).

Solução:

Averiguar a causa, que pode ser devido a má ventilação ou o código utilizando muito a CPU, otimizar o código e providenciar ventilação.

Risco:

Acúmulo de umidade nos circuitos devido à condensação.

Solução:

Utilização de produtos higroscópicos (absorventes de umidade) como bolsas de sílica gel ou desumidificadores similares nos compartimentos contendo os circuitos.

Risco:

Entrada de insetos dentro da caixa de circuitos e em frestas externas.

Solução:

Inspeção periódica da estação e instalação de telas nas fendas de ventilação, em particular colocação de tapumes em frestas onde vespas de barro podem se instalar.

Risco:

APIs utilizadas se tornarem *deprecated* ou pararem de funcionar;

Solução:

Utilizar bibliotecas *offline* que não afetem o funcionamento do sistema a curto prazo.

Risco:

Tombamento da estação devido a intempéries, animais selvagens ou vandalismo.

Solução:

Ancoragem do tripé, verificar se o mesmo está afixado corretamente. Adicionar sensor de inclinação/tombamento para alertar sobre eventual movimentação brusca da estação, sinalização da área.

Risco:

Queda de energia causando perda de dados e problemas com os equipamentos.

Solução:

Colocar um nobreak ou UPS ligado ao computador.

Risco:

Problemas no funcionamento do Hardware da máquina receptora de dados, como mau-funcionamento da placa de rede.

Solução:

Substituição da máquina servidor ou da peça danificada.

Risco:

Instabilidade e bugs no software das placas Arduino (Estação e transmissor)

Solução:

Otimização do código, rotina de reinicialização do arduino a cada 24 horas, testes de estabilidade, monitoramento de memória livre. Os microcontroladores Arduino possuem memória extremamente limitada, o que requer uma abordagem diferente da programação desktop, como evitar a utilização de variáveis dinamicamente alocadas.

Risco:

Danos a memória EEPROM do controlador Arduino devido a excessivas operações de escrita, considerando que as especificações do fabricante dizem que a mesma suporta cerca de 100 mil ciclos de gravação, e o software potencialmente pode realizar uma gravação por iteração do programa principal, o que atualmente ocorre em média a cada cinco segundos.

Solução:

Utilizar a memória EEPROM exclusivamente para a persistência de dados que não serão alterados com frequência, como o nome da estação, ou dados que não devem se perder mesmo que não haja comunicação com o servidor web, que no momento se resume a leitura do pluviômetro. Baseando-se em uma aproximação de 200mm de chuva por mês, o pluviômetro utilizado dispararia a rotina de gravação 716 vezes por mês. Neste ritmo, demoraria mais de dez anos para surgirem problemas devido a gravações excessivas, e há outros fatores atenuantes que tornam seguro o uso deste tipo de memória para o registro da leitura do pluviômetro, porém arriscado para outras operações.

Risco:

O controlador de carga da placa solar apresentar problemas, impedindo a carga da bateria.

Solução:

Considerar manter um controlador de carga reserva em caso de problemas. Se houver disponibilidade imediata para compra do mesmo na região, em teoria é possível que a

carga restante na bateria seja capaz de manter a estação funcionando até a aquisição e substituição do controlador danificado. Alguns controladores possuem indicadores para anomalias comuns (ex. curto-circuito) que podem ser reparadas sem substituição. Confirmar se o controlador é do tipo que, em caso de problemas, corte a alimentação para evitar sobrecarga e, portanto, evita danos a bateria. Certificar-se de que o controlador de carga está corretamente dimensionado.

Testes

Para avaliar o funcionamento do sistema, vários testes foram realizados. Eles foram divididos em dois conjuntos, os Testes na Estação, onde se avalia a capacidade da estação meteorológica de captar e transmitir dados para o Banco de Dados; e os Testes no Site, que é a plataforma na qual o Usuário terá acesso aos dados salvos.

Testes na Estação

Transmissão

Os testes de transmissão buscaram avaliar quais são os melhores métodos de transmissão dos dados da Estação para o Servidor. Três tecnologias foram observadas: transmissão por Wi-Fi, rádio (Xbee) e bluetooth.

O teste por bluetooth ainda não pode ser realizado, mas por enquanto, a transmissão por Xbee mostrou-se mais apropriada. Embora a tecnologia Wi-Fi tenha se mostrado mais eficiente, o planejamento do Projeto de Iniciação Científica já previa a utilização do Xbee como módulo de comunicação.

Durante o período de testes com o Xbee, tecnologia obrigatória, foram detectados problemas na transmissão como interferência causada por obstáculos (paredes, vidros, até pessoas), interferência causada por alguns aparelhos eletrônicos, distância muito limitada. Apesar de todos os problemas, se colocar o protótipo do transmissor nas condições adequadas (sem as interferências), a comunicação funciona normalmente.

Para contornar estes problemas, é preciso, assim que houver a renovação do projeto, alterar-se a ementa e deixar mais livre a escolha do método de transmissão, e assim realizar os testes com bluetooth, Wi-Fi e outras tecnologias, caso disponíveis.

Resistência

O teste de resistência tem como objetivo verificar se o protótipo da estação funcionaria em seu todo em ambiente real e nas condições de mudança constante de clima.

Esse teste de resistência teve a duração de uma semana completa com funcionamento direto sem interrupções. Foram armazenadas aproximadamente quatrocentas mil leituras com um intervalo de cinco segundos entre cada leitura.

Como resultado obteve-se que a estação funcionou da forma correta, sem perda de dados e sem danos físicos no protótipo também, já que o mesmo, ficou exposto ao sol, a chuva, ventos e mudanças bruscas de temperatura. Os únicos problemas foram a necessidade de um para raios, já que a região do IFPR em algumas épocas do ano tem uma grande incidência de raios, podendo danificar gravemente o protótipo da estação, outro problema gerou o teste da temperatura interna da caixa que contém a parte eletrônica do protótipo.

Temperatura Interna

Durante os testes de resistência foi detectado que conforme o protótipo da estação ficava exposto ao sol, a caixa com os componentes eletrônicos sofriam superaquecimento, chegando a uma temperatura de aproximadamente 65 °C após uma hora de exposição. O Arduino suporta uma temperatura de aproximadamente 80 °C, enquanto o controlador de energia que está ligando a bateria e o painel solar no Arduino suporta aproximadamente 55 °C segundo sua documentação, podendo danificar o equipamento se o calor for constante. Além deste problema, quedas de temperatura causam condensação e conseqüente acúmulo de água, o que poderia danificar os componentes internos da estação.

Uma saída para esse problema é a colocação de ventoinhas na lateral e embaixo da caixa para a circulação de ar, com devidas proteções nas entradas de ar para evitar a entrada de água da chuva e insetos (um trecho de tubo de PVC coberto por tela deve ser suficiente), bem como a colocação de bolsas de sílica gel ou material similar que absorva a umidade do ar, a fim de evitar condensação e conseqüente formação de gotículas de água no compartimento interno da estação. Em último caso, é possível revestir a caixa com material isolante térmico caso a ventilação não seja suficiente para manter uma temperatura aceitável no compartimento interno da estação.

Devido ao pouco tempo de projeto não será possível implantar nesse momento a solução desse problema, assim será deixado uma documentação a parte com a explicação de como tem que ser desenvolvida para que novos bolsistas possam aproveitar e aplicar no protótipo.

Bateria

Durante o teste de resistência do protótipo da estação foi realizado o teste da bateria, nesse teste foi verificado se a bateria ligada na estação suportaria as condições climáticas diversas e se manteria o sistema emissor trabalhando na ausência de luz solar. O tipo de bateria utilizada é uma bateria estacionária de 12V 7A, de chumbo-ácido, do tipo utilizado em nobreaks e UPS e facilmente encontrada em lojas de baterias, eletrônicos e alarmes. Baterias estacionárias possuem um custo mais elevado do que baterias automotivas, mas são mais apropriadas para as especificações de funcionamento da estação, tanto em relação aos ciclos de carga e descarga quanto por segurança, já que baterias automotivas são mais propensas a vazamento de materiais voláteis e corrosivos, como vapores de hidrogênio e ácido sulfúrico.

No período de testes a bateria funcionou de forma correta e com uma performance ótima, mas com o decorrer dos testes seguintes ela parou de funcionar, não segurava mais a carga. Uma outra foi colocada no lugar, mas se comparada com a primeira essa nova descarrega mais rápido que a outra. Por fim colocamos outra bateria que está trabalhando de uma forma boa atualmente, mas estamos estudando outras formas de realizar a ligação na bateria para poupar estragos e prolongar vida útil da mesma. Ainda não se obteve nenhum resultado, mas a nova bateria está conseguindo manter o protótipo funcional.

Em leituras posteriores, observou-se que alguns fabricantes de baterias estacionárias oferecem manuais extremamente detalhados sobre o funcionamento, utilização e manutenção de suas baterias, inclusive com citação de artigos, e observou-se que algumas das condições de uso da estação, como temperatura interna e exposição a raios solares, não são adequadas para o bom funcionamento da bateria. Estes manuais deverão ser levados em consideração para a readequação do compartimento interno da estação, pois a bateria é atualmente um dos componentes utilizados de maior custo, e segundo as especificações, a vida útil da bateria será extremamente reduzida se os problemas atuais não forem sanados, bem como instruções de como identificar e proceder em situações que possam causar danos a bateria.

Testes no Site

Recepção

O teste de recepção dos dados e envio para o servidor foi o mais complicado de ser executado, porque para que este acontecesse era necessário que todos os módulos do protótipo da estação e o web service estivessem funcionando de forma síncrona.

Nesse teste, os dados eram enviados para o protótipo do receptor em uma *string* construída em um formato *json*, (exemplo: "{a:"valorA"}"), contendo todas as leituras feitas na estação, mas como o *buffer serial dos Arduinos Uno* e *Leonardo* é limitado a 64 bytes a transmissão só foi realizada da maneira correta com a mudança do nome dos sensores por um

identificador representado por um caractere único para cada sensor, no caso foram usadas as letras do alfabeto.

No receptor houveram diversos problemas de recebimento de dados, pois a leitura serial do arduino é realizada de maneira constante, a única solução que se obteve foi manter a leitura em loop até a finalização da string, já que o arduino faz leitura caractere a caractere, e quando detecta o caractere “}” dispara a função que faz o envio. Durante testes com o *Arduino Uno*, foi experimentado o uso da função *Serial.getString()* que simplificava muito o trabalho, deixando para a biblioteca Arduino o trabalho de detectar quando começava e terminava uma transmissão, mas no momento que o *Arduino Leonardo* foi inserido no projeto, verificou-se que a mesma não mais funcionava apesar do mesmo ser, em teoria, compatível com os códigos desenvolvidos para o *Uno*.

Ocorreram também problemas no envio do receptor para o web service, pois o *Shield Ethernet* que foi fornecido possui limitação na configuração de redes, por exemplo, quando se usa uma rede /23 deve-se considerar como /24 e deixar os *IP's* do servidor e do receptor na mesma faixa.

Para recebimento das informações no web service antes de salvar no banco, foi necessária a utilização do framework *Spring*, pois o pacote de envio do Arduino tem como corpo um JSON e o *Spring* trabalha com esses dados de forma muito simples, poupando diversos problemas com pacotes e bibliotecas.

Por fim, durante uma semana continua de testes o receptor funcionou de forma correta.

Funcionalidade

O Web Site tem diversas funções que foram testadas, a maioria relacionada à comunicação de dados entre a aplicação e a página. Estes se devem principalmente à maneira peculiar de uso dos dados por este sistema, já que as páginas ficam constantemente recebendo uma alta quantia de dados, feito através de requisições AJAX que permitem colher as últimas leituras feitas pela estação.

O principal exemplo deste mecanismo pode ser visto na tela Clima, onde ele foi desenvolvido inicialmente, onde, devido ao desconhecimento de como comunicações neste nível funcionam, houve dificuldade em sincronizar de forma correta as chamadas necessárias para atualizar os dados na página, já que as requisições se confundiam com relativa facilidade.

Um nível acima deste, ainda, surgiu com a geração de gráficos com as bibliotecas Google Charts e JFree.Chart, pois além de receber os dados, foi preciso convertê-los para uma forma que pudessem ser interpretados e exibidos da forma correta.

Durante o desenvolvimento, testes eram sempre realizados nas consultas ao banco de dados, pois o sistema realiza diversas consultas a todo instante, e era preciso saber se o retorno destas consultas estava adequado.

Usabilidade

O usuário poderá acessar o sistema como visitante, usuário logado e administrador. Dependendo disto, o site exibirá certas opções e ocultará outras. Foi importante testar quais são as áreas mais sensíveis do sistema e deixá-las sob acesso apenas do administrador. Qualquer visitante do site poderá acessar as informações obtidas pelas leituras da estação, algumas outras opções estão disponíveis para usuários logados, e outras mais restritas apenas para administradores.

Fez-se necessário também muitos testes em relação à mudança de páginas no site, que é feita de forma dinâmica, sendo que quando o usuário clica em alguma opção do menu, a página é carregada na área principal da página, e em certos casos, falhas na comunicação faziam com que a ação de clicar tivesse que ser repetida para a página ser carregada. Um

melhor entendimento das funções AJAX aliado às correções na lógica pôde corrigir o problema.

Métricas

Devido à complexidade do projeto, que é dividido em quatro módulos (protótipo emissor, protótipo receptor, web service e web site), foi necessário uma adequação das métricas e dos cálculos para que fosse alcançado um resultado aceitável.

As métricas selecionadas para serem usadas como base para o cálculo do sistema foram as por pontos de função e COCOMO. Ambas as métricas necessitam como parâmetros iniciais do cálculo: entradas, saídas, consultas, tabelas e agentes externos; que são atributos fáceis de serem identificados em todos os módulos do sistema (protótipo-emissor, protótipo-receptor, web service e web site).

O método COCOMO utiliza para levantamento do *Fator de Pesagem de Complexidade* um questionário padrão aplicado sobre a escala de Likert, que é muito usada para pesquisas pelo fato de não depender somente das respostas padrão: “sim” e “não”, pois utiliza uma série de itens que varia de 1 a 5 por padrão, e na maioria dos casos seus valores variam da seguinte forma:

Nota	Significado Padrão	Significado COCOMO
1	Não concordo totalmente	Ocasional
2	Não concordo parcialmente	Moderado
3	Indiferente	Mediano
4	Concordo parcialmente	Significante
5	Concordo totalmente	Essencial

O COCOMO aplica a escala de Likert no questionário que contém perguntas padrão como: becares, ambiente onde o sistema vai ser executado, características do servidor, se o sistema é online, se o projeto será complexo ou não.

Para a avaliação mais exata e confiável do projeto foi decidido utilizar as questões que o Cocomo aplica.

Continuando na mesma linha do COCOMO e do método dos pontos de função foi utilizada a tabela de linguagens de programação e seus pontos, pois apesar de já existir uma tabela padrão, foi decidido utilizar essa tabela, mas como o grupo de desenvolvedores já está habituado com as linguagens escolhidas foi realizada uma nova pontuação sobre as linguagens visando a experiência dos programadores sobre cada linguagem usada, no caso do projeto a tabela só possui as linguagens e tecnologias:

Linguagem	Pontos
Java	20
C	100
HTML, XML	15
Javascript	30

Para colocar em prática a escala de Likert avaliamos os pontos do nosso sistema com o seguinte questionário:

Questões	Nota
O sistema requer backups e recuperação confiáveis?	5
É necessária a comunicação de dados?	5
Há funções com processamento distribuído?	5
A performance é crítica?	5
O sistema rodará num ambiente operacional existente altamente utilizado?	2
O sistema requer entrada de dados online?	4
A entrada de dados online requer que a transação de troca seja feita entre múltiplas telas ou operações?	3
O arquivo principal é atualizado online?	2
As entradas, saídas, arquivos ou consultas são complexos?	5
O processamento interno é complexo?	2
O código é projetado para ser reutilizável?	5
A conversão e instalação estão incluídas no projeto?	4
O sistema é projetado para múltiplas instalações em diferentes organizações?	3
A aplicação é projetada para facilitar a troca e facilidade de uso pelo usuário?	3

Por fim, depois que os dados foram calculados, foi obtido como resultado um esforço de 29,8 pessoas trabalhando no projeto para concluir em um mês. Aplicando esses resultados no cálculo de custo de mão de obra, teve-se:

Esforço = 29,8
 Programa = 8,28 KLOC
 Equipe = 3 programadores
 Tempo (equipe/esforço) = 9 meses

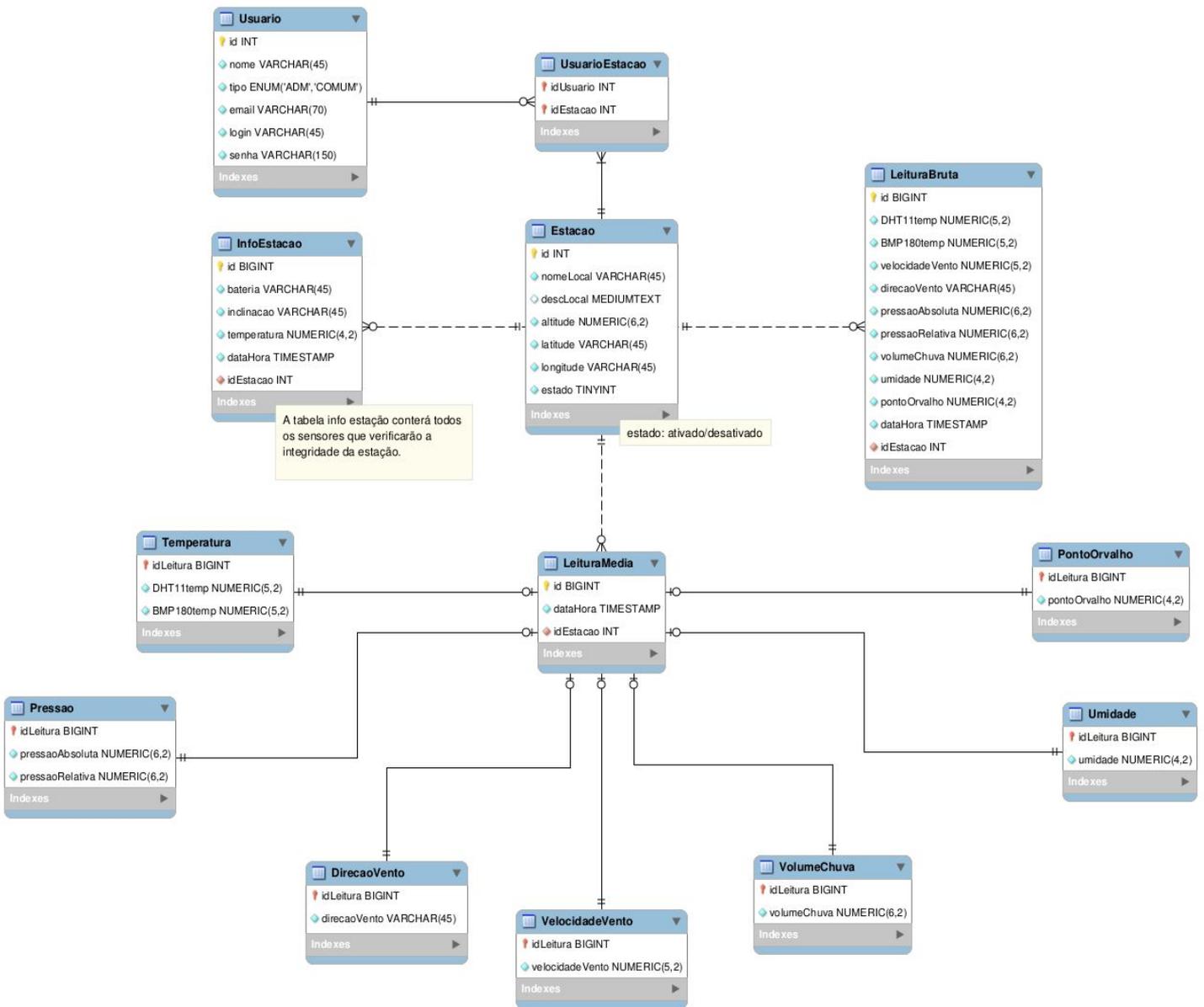
Salário (PTI) = R\$ 1.914,16

Prazo real = 4 meses
 Custo mensal = R\$ 5.742,48
 Valor total = R\$ 22.969,92

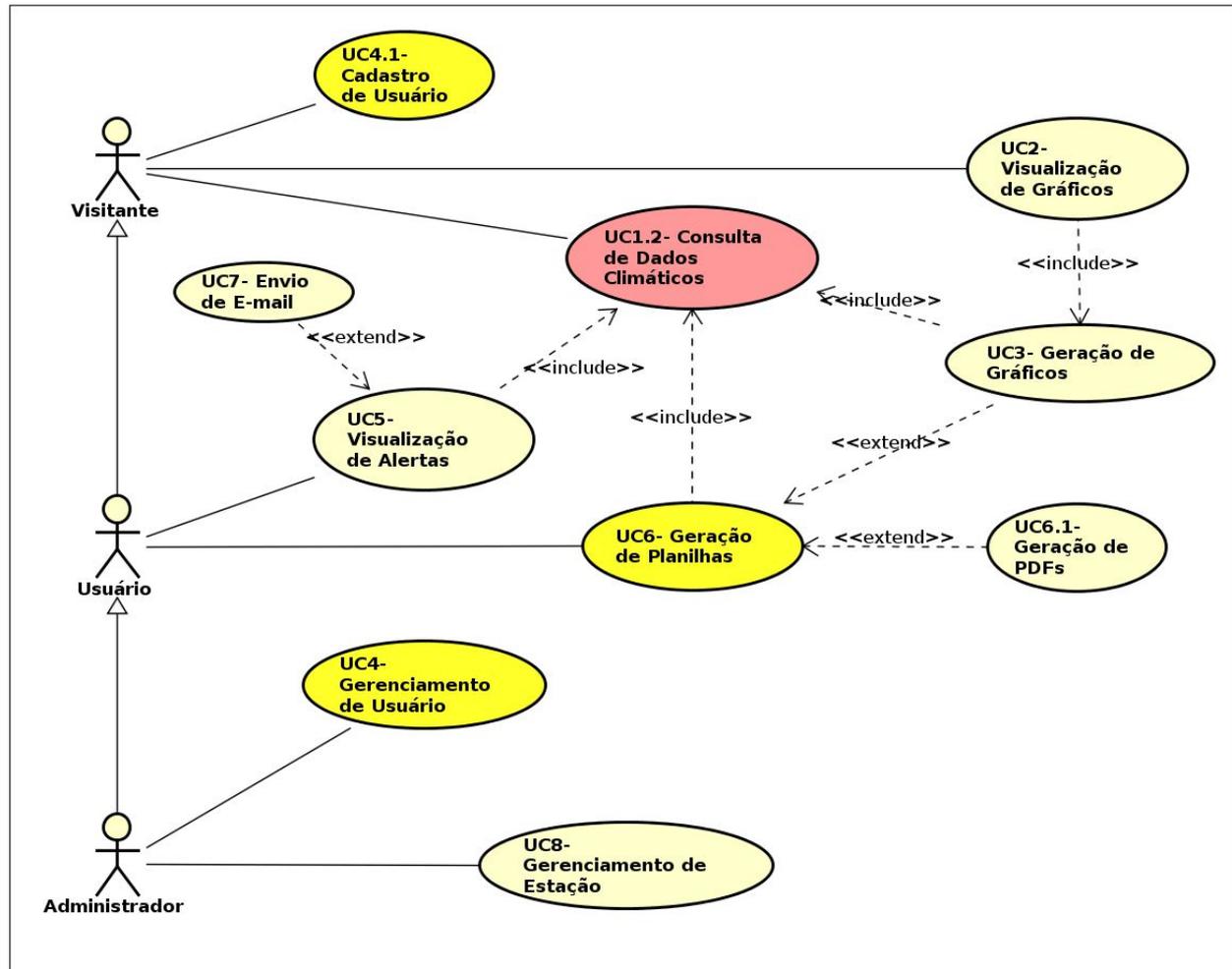
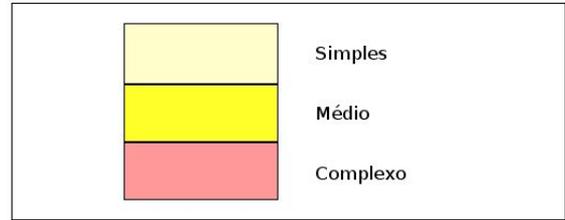
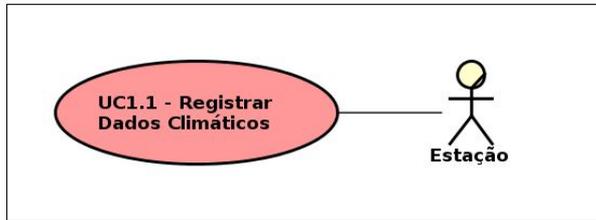
Prazo calculado = 9 meses
 Custo mensal = R\$ 5.742,48
 Valor total = R\$ 51.682,32

Diagramas

Modelo Relacional

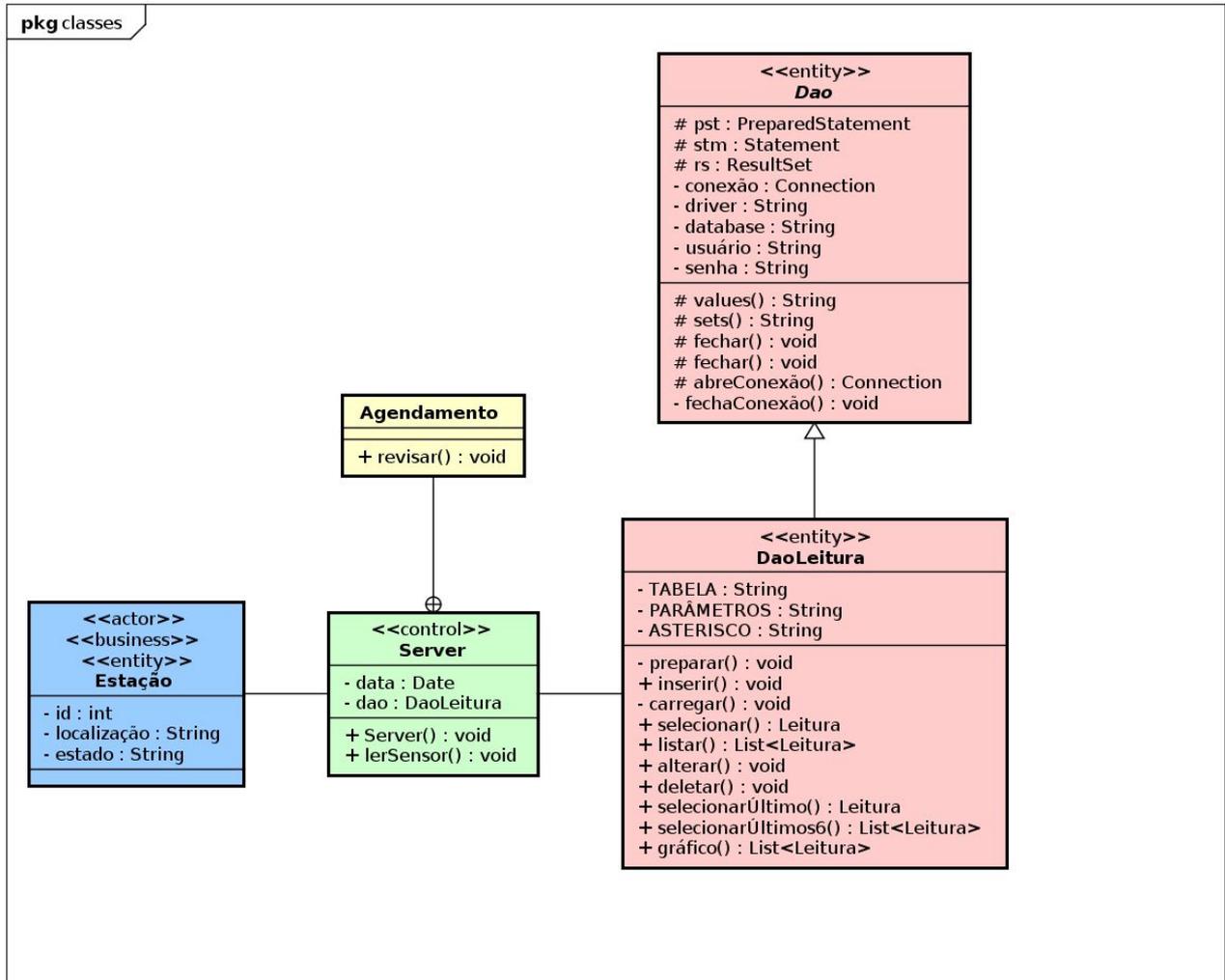


Casos de Uso

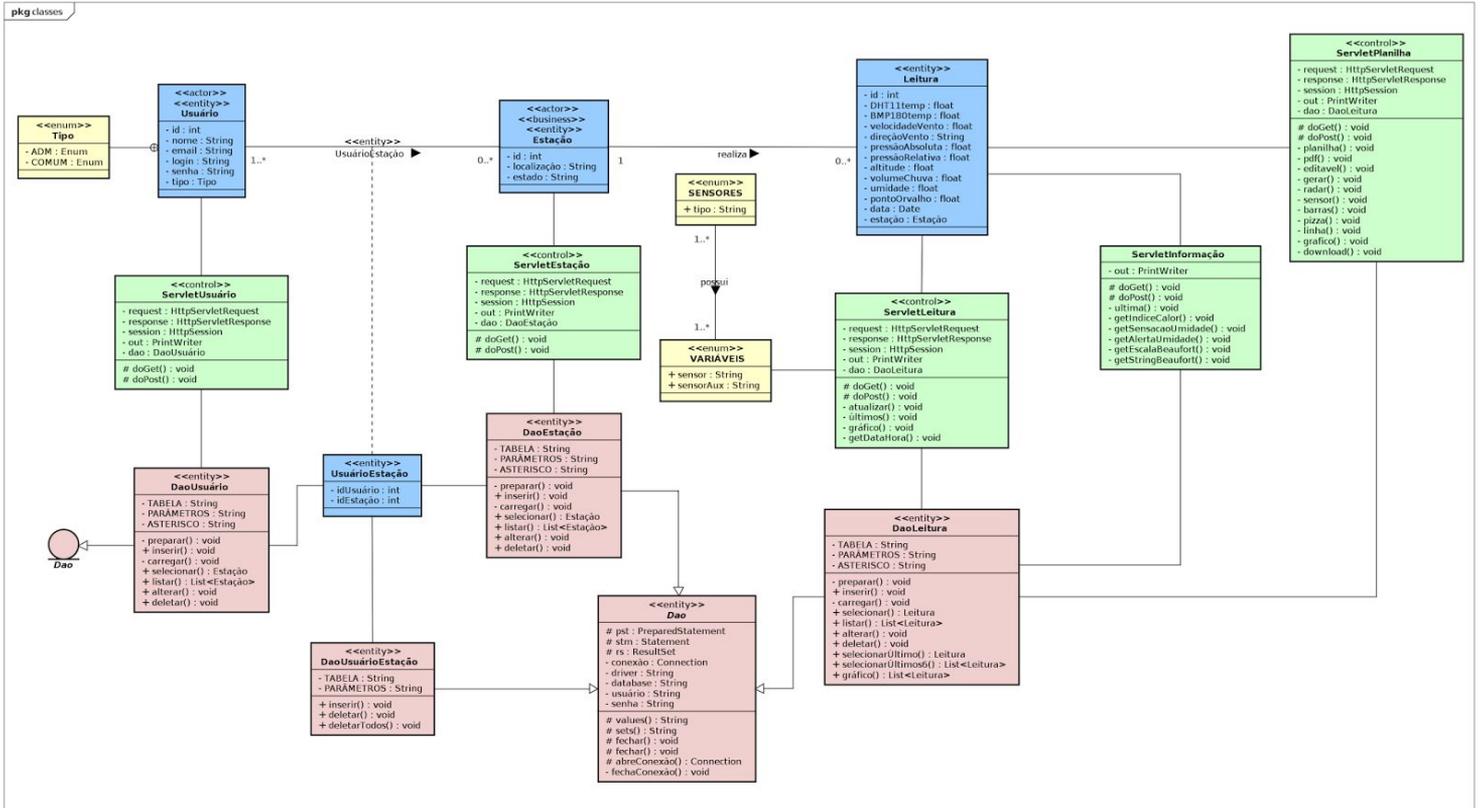


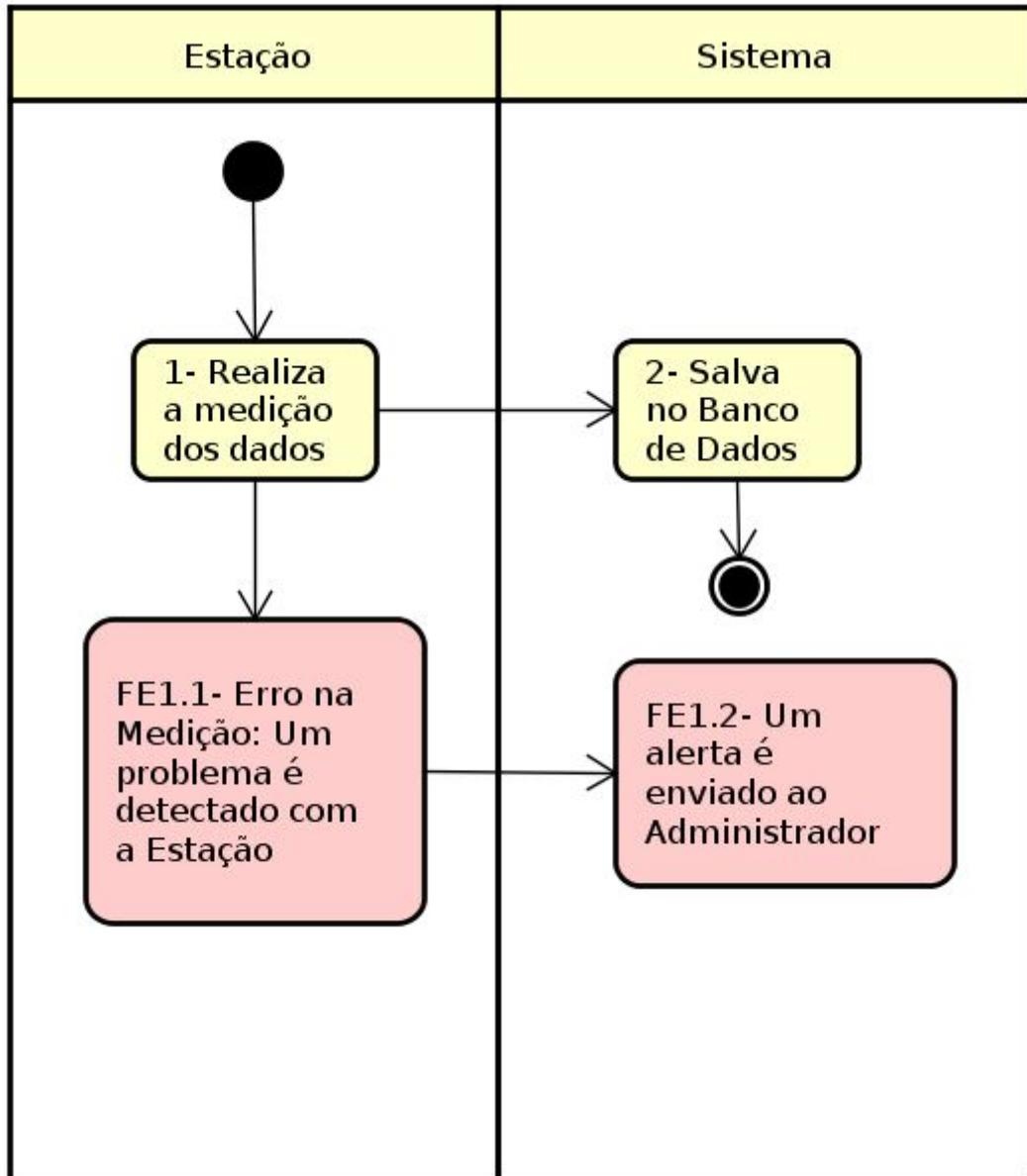
powered by Astah

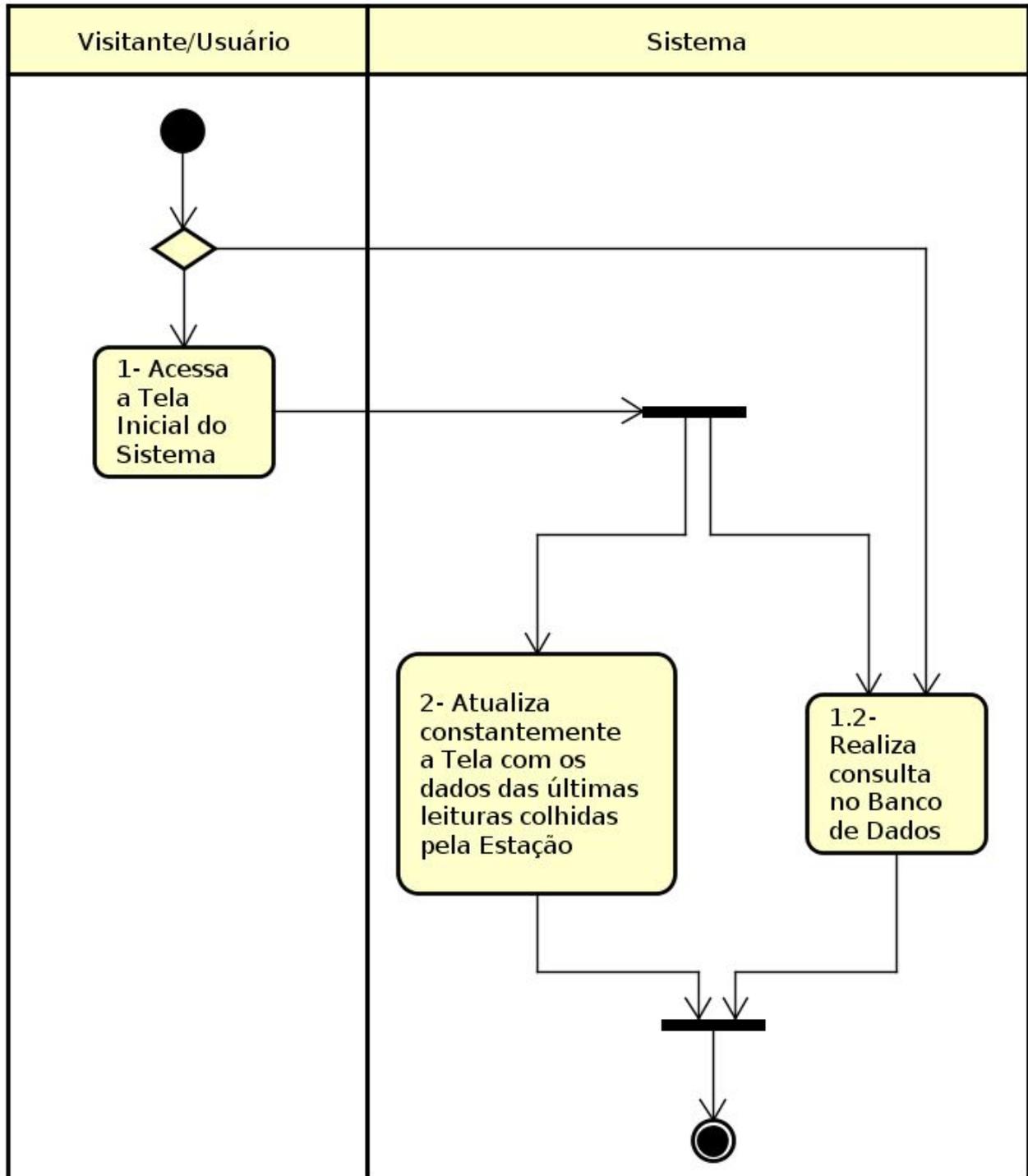
Classes - Web Service



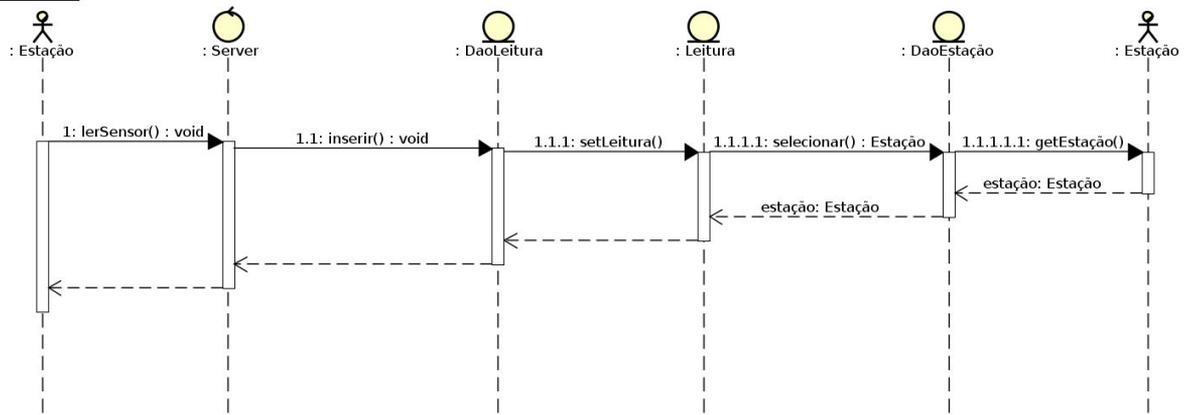
Classes - Web Site





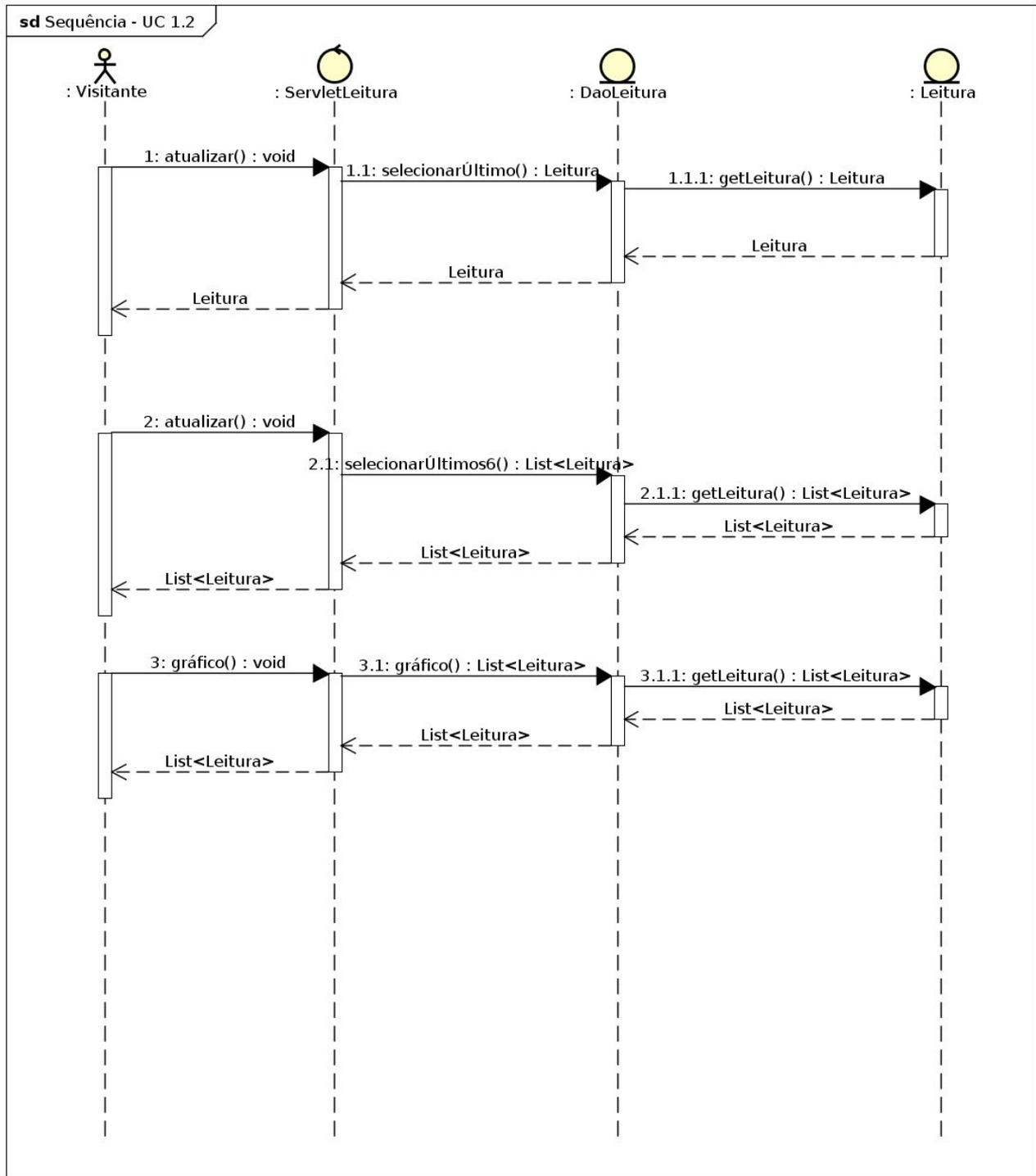


Sequência - UC 1.1



powered by Astah

Sequência - UC 1.2



Referências de Pesquisa

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Instrumentos Meteorológicos**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/informacoes/sobre_meteorologia/instrumentos/>

USP, Estação Meteorológica. **Instrumentos e Procedimentos**. Disponível em: <<http://www.estacao.iag.usp.br/instrumentos.php>>

BASTOS, Selma Barbosa; FUENTES, Manuel Cabalar. **Análise da Rede Meteorológica da Bahia e sua Importância para as Práticas Agrícolas no Semiárido Baiano**. VII CBG - Congresso Brasileiro de Geógrafos, 2014. Disponível em: <http://www.cbg2014.agb.org.br/resources/anais/1/1405607025_ARQUIVO_ArtigoCongressoAGB.pdf>

OLIVEIRA, Paulo. **A rede de Estações Meteorológicas Automáticas (EMAs) da DRAPALG**. DRAPALG - Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Algarve, 2010. Disponível em: <<http://www.drapalg.min-agricultura.pt/ema/images/artigos/DRAPALG%20EMAs%20-%20a%20rede.pdf>>

Observatório do METAR em Foz do Iguaçu. Disponível em: <<http://pt.allmetsat.com/metar-taf/brasil.php?icao=SBFI>>

Estação do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) de Foz do Iguaçu. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesautomaticas>>

Tutorial Xbee (inglês). Disponível em: <<https://learn.sparkfun.com/tutorials/xbee-shield-hookup-guide>>
<<https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoXbeeShield>>
<<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoXbeeShield>>

Manual Técnico: Baterias Seladas Estacionárias. Disponível em: <<http://www.rta.com.br/arquivos/Manual-Baterias-Rev.01.pdf>>

ENERTEC. **Manual Técnico: Bateria estacionária**. Disponível em: <<http://www.logik.com.br/download/ManualTecnicoBateriasFreedom.pdf>>