

**FUNDAÇÃO CENTRO DE ANÁLISE, PESQUISA E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA  
FACULDADE FUCAPI (INSTITUTO DE ENSINO SUPERIOR FUCAPI)  
COORDENAÇÃO DE GRADUAÇÃO EM  
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

**EDUARDO BRENO DA COSTA FREITAS**

**SISTEMA DE MONITORAMENTO E MAPEAMENTO DE TRANSPORTE  
FLUVIAL DE PASSAGEIROS NA REGIÃO AMAZÔNICA**

**MANAUS  
2015**

**EDUARDO BRENO DA COSTA FREITAS**

**SISTEMA DE MONITORAMENTO E MAPEAMENTO DE TRANSPORTE  
FLUVIAL DE PASSAGEIROS NA REGIÃO AMAZÔNICA**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Sistemas de Informação da Faculdade Fucapi (Instituto de Ensino Superior Fucapi) como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Sistemas de Informação.

**Orientadora: Marcela Sávia Picanço Pessoa Bastos,  
M.Sc.**

**Co-Orientador: Rodrigo Choji, Dr.**

**MANAUS  
2015**

**EDUARDO BRENO DA COSTA FREITAS**

**SISTEMA DE MONITORAMENTO E MAPEAMENTO DE TRANSPORTE  
FLUVIAL DE PASSAGEIROS NA REGIÃO AMAZÔNICA**

Monografia apresentada ao curso de graduação em Sistemas da Faculdade Fucapi (Instituto de Ensino Superior Fucapi) como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Aprovada em 01/07/2015, por:

---

Prof<sup>ª</sup>. Marcela Savia Picanço Pessoa Bastos, M.Sc  
Orientadora

---

Prof. Rodrigo Choji, Dr.  
Co-Orientador

---

Prof. Sérgio Cleger Tamayo, Dr.  
Examinador

---

Prof. Sérgio da Costa Vieira, M.Sc.  
Examinador

**MANAUS  
2015**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho as pessoas que mais me apoiaram e amaram incondicionalmente em todos os anos da minha vida: minha mãe Kelma Raimunda, meu pai Nelson Neves, meus irmãos Ícaro Bruno, Ágatha Brenda e Apolo Brener.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha família que sempre me apoiou e me incentivou a seguir meus sonhos e fazer o máximo possível para que eles acontecessem.

Agradeço em especial minha namorada Juliane Silva, que me incentivou o tempo todo para eu concluir esta etapa acadêmica e contribuiu para este trabalho desde o princípio com seus conhecimentos.

E ao professor Rodrigo Choji pela orientação, que demonstrou atenção, paciência, seriedade e profissionalismo com que conduziu todo o período de orientação.

E todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão deste trabalho.

## RESUMO

A navegação fluvial é o mais importante meio de transporte de pessoas e mercadorias na região amazônica. Contraditoriamente, as informações a respeito dessa navegação são escassas e pouco confiáveis para o público que a utiliza e até mesmo para os fiscalizadores e reguladores desse tipo de transporte. Tendo em vista esse problema, foi desenvolvida uma solução computacional através de uma aplicação web que faz comunicação com um microcontrolador arduíno cuja finalidade é fornecer informações relevantes sobre as embarcações, tais como, horários de saída e chegada, avisos de atrasos e/ou cancelamento, entre outras. Para guiar o desenvolvimento do projeto, foi utilizada a metodologia ágil SCRUM, separando em *sprints* o ciclo de vida do sistema. O resultado obtido se apresenta como um fiscalizador, assim como um monitor das rotas realizadas pelas embarcações. Esse resultado fornece um controle sobre possíveis problemas e atrasos que venham a ocorrer nas embarcações. Fornece também um controle dos percursos realizados e as distâncias percorridas afim de fornecer um mecanismo que permita manter informados passageiros, donos e fiscalizadores desse transporte.

**Palavras-chave:** Arduíno. GPS. GSM/GPRS. Navegação Fluvial. Monitoramento. Rastreo.

## **ABSTRACT**

River navigation is the most important means of transport of people and goods in the Amazon region. Paradoxically, the information about this navigation are scarce and unreliable to the public that uses it and even for the supervising and regulating this type of transport. In view of this problem, a computational solution was developed through a web application that makes communication with an Arduino microcontroller whose purpose is to provide relevant information about the vessels such as departure and arrival times, delays signs and / or cancellation, among others. To guide the development of the project, we used the agile methodology SCRUM, separating sprints in the system life cycle. The result shown as a watchdog, as well as a display of routes carried by the vessels. This result provides a check on possible problems and delays that may occur in the vessels. It also provides a control of the realized paths and the distances covered in order to provide a mechanism for keeping passengers informed, owners and inspection of such transport.

**Keywords:** Arduino. GPS. GSM / GPRS. River Navigation. Monitoring. Tracking.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - ARDUÍNO E UMA PLACA DE EXPANSÃO TAMBÉM CONHECIDA COMO SHIELD .....	21
FIGURA 02 - OBJECT EM JSON.....	23
FIGURA 03 – ARRAY EM JSON.....	23
FIGURA 04 SOLUÇÃO DO PROBLEMA .....	28
FIGURA 05 – DIAGRAMA DE CASOS DE USO .....	29
FIGURA 06 – DIAGRAMA DE ATIVIDADES DO CASO DE USO UC001 (CADASTRO) .....	32
FIGURA 07 – TELA INICIAL DO SISTEMA.....	33
FIGURA 08 – CADASTRO DE USUÁRIO .....	33
FIGURA 09 – DIAGRAMA DE ATIVIDADES DO CASO DE USO UC002 (CADASTRO) .....	36
FIGURA 10 – CADASTRO DE RASTREADOR .....	37
FIGURA 11 – DIAGRAMA DE ATIVIDADES DO CASO DE USO UC003 (CADASTRO) .....	39
FIGURA 12 – CADASTRO DE ROTA .....	40
FIGURA 13 – DIAGRAMA DE ATIVIDADES DO CASO DE USO UC004 (CADASTRO) .....	42
FIGURA 14 – CADASTRO DE EMBARCAÇÕES .....	43
FIGURA 15 - DIAGRAMA DE ATIVIDADES DO CASO DE USO UC005 (MONITORAMENTO).....	45
FIGURA 16 – MONITORAMENTO DE EMBARCAÇÕES .....	46
FIGURA 17 – MONITORAMENTO DE EMBARCAÇÕES .....	46
FIGURA 18 – MONITORAMENTO DE EMBARCAÇÕES .....	47
FIGURA 19 – DIAGRAMA DE ATIVIDADES DO CASO DE USO UC006 (CADASTRO) .....	49
FIGURA 20 – CADASTRO DE HORÁRIO.....	50
FIGURA 21 – DIAGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO.....	51
FIGURA 22 – ARDUÍNO E OS <i>SHIELDS GPS</i> E <i>GSM/GPRS</i> .....	52
FIGURA 23 – MODELO ENTIDADE-RELACIONAMENTO .....	53
FIGURA 24 –TRAJETO REALIZADO DURANTE A AVALIAÇÃO.....	55



## LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 – REQUISITOS FUNCIONAIS DO SISTEMA .....	25
QUADRO 02 – FUNCIONALIDADE MANTER USUÁRIO.....	30
QUADRO 03 – FUNCIONALIDADE MANTER RASTREADOR.....	34
QUADRO 04 – FUNCIONALIDADE MANTER ROTA .....	37
QUADRO 05 – FUNCIONALIDADE MANTER EMBARCAÇÃO .....	40
QUADRO 06 – FUNCIONALIDADE MONITORAR EMBARCAÇÃO.....	43
QUADRO 07 – FUNCIONALIDADE MANTER HORÁRIO .....	47

## **LISTAS DE ABREVIATURAS**

ANTAQ - Agência Nacional de Transportes Aquaviários

API - Application Programming Interface

CRUD - Create, Read, Update e Delete

GPS - Global Positioning System

GSM - Global System for Mobile Communications

GPRS - General Packet Radio Services

HTTP - Hypertext Transfer Protocol

IBM -International Business Machines

JSON -JavaScript Object Notation

SIU – Sistema de Informação ao Usuário

UML - Unified Modeling Language

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	12
1.1	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA .....	12
1.2	JUSTIFICATIVA .....	13
1.3	OBJETIVOS .....	14
1.3.1	OBJETIVO GERAL .....	14
1.3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
1.4	METODOLOGIA .....	14
1.5	TRABALHOS RELACIONADOS .....	15
1.6	ESTRUTURAÇÃO DA MONOGRAFIA .....	16
2	PROCESSOS E FERRAMENTAS .....	17
2.1	PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO .....	17
2.1.1	SCRUM .....	17
2.2	TECNOLOGIAS UTILIZADAS NO PROJETO .....	19
2.2.1	UML .....	19
2.2.2	ARDUÍNO .....	20
2.2.3	APLICAÇÃO WEB .....	21
2.2.4	APACHE HTTP SERVER PROJECT .....	21
2.2.5	MYSQL .....	22
2.2.6	GOOGLE MAPS API .....	22
2.2.7	JSON .....	22
3	O SISTEMA DE MONITORAMENTO E MAPEAMENTO DE TRANSPORTE FLUVIAL DE PASSAGEIROS NA REGIÃO AMAZÔNICA .....	25
3.1	PRIMEIRA ITERAÇÃO DO PROJETO .....	25
3.1.1	LEVANTAMENTO DE REQUISITOS .....	25
3.1.2	REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS .....	26
3.1.3	USUÁRIOS .....	27
3.1.4	DESCRIÇÃO DA FERRAMENTA .....	27
3.1.5	MODELAGEM DO SISTEMA .....	28
3.1.5.1	DIAGRAMA CASO DE USO .....	28
3.1.5.2	DESCRIÇÃO DOS CASOS DE USO .....	29
3.1.5.2.1	MANTER USUÁRIO .....	29
3.1.5.2.2	MANTER RASTREADOR .....	34
3.1.5.2.3	MANTER ROTA .....	37
3.1.5.2.4	MANTER EMBARCAÇÃO .....	40
3.1.5.2.5	MONITORAR EMBARCAÇÃO .....	43
3.1.5.2.6	MANTER HORÁRIO .....	47
3.1.6	PROJETO DE SISTEMA .....	50
3.1.6.1	ARQUITETURA DO SISTEMA .....	50
3.1.6.2	MODELO ENTIDADE-RELACIONAMENTO .....	52
3.2	SEGUNDA ITERAÇÃO DO PROJETO .....	53
3.2.1	IMPLEMENTAÇÃO .....	53
3.2.2	TESTE .....	53

4	EXPERIMENTOS .....	55
4.1	AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DA PROPOSTA.....	55
4.2	CENÁRIO ATUAL .....	56
4.2.1	DONOS DE BARCOS .....	56
4.2.2	USUÁRIOS .....	57
4.3	MELHORIAS ESPERADAS COM A FERRAMENTA .....	57
4.3.1	DONOS DE BARCOS .....	57
4.3.2	USUÁRIOS .....	57
5	CONCLUSÃO.....	58
5.1	TRABALHOS FUTUROS .....	58
	REFERÊNCIAS.....	60

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Agência Nacional de Transportes Aquaviários – ANTAQ (2013), a navegação fluvial é o mais importante meio de transporte de pessoas e de mercadorias na região amazônica, conectando as diversas comunidades e polos de produção, comercialização e consumo estabelecidos junto à sua vasta malha hidroviária. Ao mesmo tempo, a sua dinâmica econômica, suas peculiaridades operacionais e as informações quantitativas e qualitativas da atividade são pouco conhecidas e sistematizadas.

A heterogeneidade do perfil dos operadores e dos usuários, a dispersão de instalações portuárias, a predominância de práticas informais marcadas pela cultura local e suas tradições, dentre outras peculiaridades regionais, contribuem para essa escassez de informações.

Visando aliviar este problema e criar um meio para a obtenção de informações, é apresentada, no presente projeto, uma solução tecnológica que possibilita a geração de dados confiáveis ao usuário do transporte fluvial, bem como serve de canal para que o mesmo possa interagir com órgãos de regulação dos serviços de transportes aquaviários.

### 1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Atualmente na região amazônica as informações sobre as embarcações estão descentralizadas. Para algumas destas embarcações não há nenhum registro de informações, tais como, horário de chegada/saída, lista de passageiros ou local de desembarque. Se tomarmos como exemplo a cidade de Manaus, podemos visualizar vários destes problemas: (1) a única forma de conseguir informação sobre uma determinada embarcação é ligando para a administração do *Roadway*, (2) embarcações menores não param no *Roadway* e sim em uma das balsas do porto da Manaus Moderna, com isto, única fonte de informação são os carregadores de bagagem, que não oferecem nenhuma segurança, (3) é difícil o embarque de mercadorias pois as lojas não sabem onde encontrar os barcos, a menos que os compradores forneçam esta informação, (4) a capitania dos portos não tem controle sobre todas as embarcações, a ação deles é sazonal, funcionando como uma espécie de blitz, entre outros problemas.

Ou seja, além da insuficiente prestação de serviços de informações ao usuário do transporte fluvial, existe a dificuldade, por parte dos órgãos fiscalizadores e reguladores de transportes aquaviários, em realizar fiscalizações, sobretudo por falta de quantidade adequada de funcionários. Portanto, por meio da ferramenta proposta neste projeto, as agências

reguladoras poderão contar com uma aplicação que forneça informações e dê subsídios para analisar a qualidade dos serviços prestados.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A região amazônica possui a maior bacia hidrográfica do mundo e com um grande número de rios navegáveis que são o principal meio de locomoção de passageiros e de mercadorias. Entretanto, a escassez de aparatos tecnológicos dentro das embarcações dificulta ou mesmo, inviabiliza, a geração de informações confiáveis para o usuário.

A ANTAQ (2013) define valores que são considerados aceitáveis no que se refere ao atendimento e disponibilização de informações. No Amazonas estes índices estão todos abaixo do esperado. O relatório executivo ANTAQ (2013) retrata alguns desses problemas. Como pode ser visto no Gráfico 1, o padrão de atendimento dos terminais portuários do Amazonas nos itens D1 - Balcão de informações, E6= Sistema de chamadas e avisos e E7 – Quadro de horário de chegada e saída de embarcações, são considerados abaixo da média definida pela ANTAQ.

**Gráfico 1 – Padrão de atendimento nos terminais portuários do Amazonas**



Fonte: Relatório Executivo ANTAQ (2013)

A falta de informações é consequência de outro problema enfrentado na Região Amazônica, pois, normalmente, os donos de embarcações, especialmente as embarcações que fazem linha para municípios do interior do Estado, tem pouca intimidade com tecnologias. Por não terem tanto acesso à tecnologia os proprietários não conseguem perceber o benefício desta, para eles é suficiente ter um aparelho de rádio frequência a bordo. Neste contexto, o resultado obtido, a partir deste projeto, poderá servir de ponto de partida para que a tecnologia

seja utilizada em prol das melhorias dos serviços prestados neste segmento, uma vez que, a solução, usando Arduino, representa um baixo custo para os proprietários de barco.

### 1.3 OBJETIVOS

Nesta seção são descritos os objetivos desta pesquisa. Primeiro é descrito o objetivo geral e na sequência são registrados os objetivos específicos.

#### 1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma solução computacional que seja capaz de 1) gerenciar horário de saída e chegada das embarcações, 2) avisar sobre atrasos e/ou cancelamentos de viagens e 3) informar lista de Embarcações que estão ancoradas nos portos.

Com o desenvolvimento desta solução espera-se fornecer informações aos usuários e aos gestores dos transportes aquaviários, cujo principal benefício é a possibilidade de mitigar os problemas de monitoramento e fornecer informações sobre as embarcações ancoradas e em navegação.

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Desenvolver um sistema embarcado que utilize as tecnologias *GPS/GSM/GPRS* para a transmissão, em tempo real, das coordenadas de localizações das embarcações;
- b) Desenvolver um serviço *web* que gerencie as requisições provenientes dos módulos embarcados e dos módulos clientes (usuários e gestores);
- c) Desenvolver um módulo cliente que permita a consulta das informações por parte dos usuários e gestores;
- d) Utilizar uma metodologia de desenvolvimento de software;

### 1.4 METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos definidos, algumas etapas foram executadas, como segue:

- a) Revisão bibliográfica: esta atividade tem como meta possibilitar a realização de toda pesquisa bibliográfica necessária ao desenvolvimento do projeto;

- b) Levantamento dos requisitos e restrições do sistema: nesta etapa é levantada a dinâmica da navegação regional, e avaliado os requisitos computacionais para uma possível solução;
- c) Desenvolvimento de um sistema embarcado: nessa atividade é desenvolvido um sistema que recebe os dados (GPS) e envia para um serviço web;
- d) Desenvolvimento de um serviço web: nessa atividade é criado um serviço que recebe as informações do sistema embarcado e disponibiliza para outras aplicações, através de alguma interface WEB;
- e) Realizar testes: nessa atividade são testados e validados os serviços web a transmissão de dados do sistema embarcado e a disponibilização das informações.
- f) Realizar a escrita da monografia: nesta etapa a monografia é escrita e todos os resultados obtidos são evidenciados.

## 1.5 TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta sessão são descritos alguns trabalhos relacionados com a solução proposta.

O trabalho de Araújo (2013), denominado “Implementação de um Sistema Dinâmico de Mapeamento de Linhas de Ônibus”, apresentou uma solução aos usuários de transporte público em Manaus, afim de que se atenuasse o problema de falta de informações, utilizando tecnologias de comunicações móveis, webservices, sistemas embarcados e plataforma Android. A utilização das tecnologias de comunicação, webservices e sistemas embarcados é a mesma abordada nesse projeto, então serviu como base para o desenvolvimento.

Já o trabalho de Hasegawa (1999), “Sistema de Localização e Navegação Apoiado por GPS”, apresentou a implementação de um sistema de navegação e identificação das vias públicas baseado na integração de um receptor GPS portátil em uma base de dados geográficos. Ele criou um protótipo desenvolvido em um computador portátil (*notebook*), utilizando um receptor GPS (Garmin 12 XL), que se assemelha com o monitoramento do projeto.

Enquanto que o trabalho de Freitas (2015), “Desenvolvendo um SIU Integrado à Plataforma Arduíno: Descrevendo o Processo, as Dificuldades e as Soluções”, descreve o



processo de criação de um SIU (Sistema de Informação ao Usuário) integrado à plataforma Arduino, de modo a incentivar o uso do transporte coletivo em grandes cidades. A solução é composta por *hardware* e *software* que produz dados utilizados por um sistema de informações, que exibe de forma visual e em tempo real, várias informações ao usuário do sistema.

Já o trabalho de Tretin (2012), apresenta um sistema domótico<sup>1</sup> básico baseado na plataforma Arduino. Com esta tecnologia pode-se desenvolver soluções de baixo custo, de fácil adaptação e de excelente relação custo x benefício. Todo produto gerado é um *hardware open source*, permitindo a qualquer um adaptá-lo à sua necessidade e melhorá-lo, contribuindo para o amadurecimento. A interação com o usuário é feita através da Internet via Web, ou pela rede pública de telefonia comutada via processamento digital de sinal com o algoritmo de Goertzel, para decodificar os sinais Dual-Tone Multi-Frequency (DTMF) gerados pelo telefone. A utilização das tecnologias de interação com o usuário através da internet foi base para esse projeto.

## 1.6 ESTRUTURAÇÃO DA MONOGRAFIA

Este trabalho está dividido em cinco capítulos, neste é descrito o problema, justificativa, objetivo, metodologia a ser empregada e trabalhos relacionados. Os demais capítulos estão estruturados conforme descrito a seguir.

No segundo capítulo é apresentada a fundamentação teórica. Os assuntos descritos nesse capítulo referem-se ao processo de desenvolvimento de sistemas e aos aspectos das tecnologias que auxiliaram no desenvolvimento do sistema de monitoramento das navegações fluviais.

No terceiro capítulo são abordados os aspectos relativos à solução proposta. São apresentadas as telas do sistema e suas funções, a arquitetura geral do sistema e como funciona a estratégia de monitoramento das embarcações.

No quarto capítulo é discorrida uma discussão do uso da solução em campo.

No quinto capítulo são apresentadas as considerações finais e as sugestões para trabalhos futuros.

---

<sup>1</sup> O termo “**Domótica**” resulta da junção da palavra latina “Domus” (casa) com “Robótica”

## 2 PROCESSOS E FERRAMENTAS

Neste capítulo serão abordadas as tecnologias utilizadas para a elaboração e criação do sistema de monitoramento e mapeamento de transporte fluvial de passageiros na região amazônica. O capítulo inicia descrevendo sobre Processo de Desenvolvimento de Software, seguindo pela descrição das ferramentas utilizadas.

### 2.1 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO

O processo de desenvolvimento de software pode ser compreendido como um método de trabalho estruturado, em etapas gerenciáveis individual e coletivamente, que tem como objetivo produzir, de forma coordenada, software para uma aplicação em geral (PRESSMAN, 2006; SOMMERVILLE, 2007).

Com o rápido avanço tecnológico e o tempo de desenvolvimento de soluções computacionais cada vez menor, foram necessárias adaptações nos processos. Neste contexto, surgem as metodologias ágeis. Segundo PRESSMAN (2006) as ideias de um desenvolvimento ágil sempre estiveram junto aos engenheiros de software, mas somente na década de 1990 que estas ideias foram transformadas em um movimento. A partir da década de 90 começaram a surgir novos métodos sugerindo uma abordagem de desenvolvimento ágil, em que os processos adotados tentam se adaptar às mudanças, apoiando a equipe de desenvolvimento em seu trabalho (FAGUNDES, 2005).

O processo de desenvolvimento do sistema de monitoramento e mapeamento de transporte fluvial de passageiros foi baseado na metodologia ágil denominada SCRUM. Esta metodologia está descrita, de forma sucinta, nas seções seguintes.

#### 2.1.1 Scrum

Para obter um resultado de qualidade para o projeto, em um prazo determinado, sem que houvesse uma grande necessidade de documentação, foi escolhida a metodologia ágil SCRUM, para se utilizar durante o desenvolvimento do aplicativo.

Esta metodologia divide o processo de desenvolvimento em iterações, conhecidos como *sprints* (que normalmente duram entre 15 a 30 dias), em que cada equipe designada trabalha em cima do *Product Backlog*, uma lista de funcionalidade específicas definida no

início da iteração. Ao final do ciclo, a equipe apresenta as funcionalidades implementadas (BATISTA, 2013);

Para o desenvolvimento do projeto, o primeiro *sprint* foi realizado em 3 etapas:

- a) **Levantamento de requisitos:** levantar uma funcionalidade alcançável, uma necessidade que o aplicativo deve satisfazer. Os requisitos são divididos em duas partes: funcionais, que são aqueles que definem diretamente o que o aplicativo vai fazer, e os não-funcionais, que dizem respeito à qualidade dessas funcionalidades (NOGUEIRA, MELO E SILVA, 2012).
- b) **Análise de Sistemas:** nesta etapa, os objetivos são entender o problema que o projeto se insere e iniciar a modelagem visual do sistema proposto. Aqui também é feita a transformação dos requisitos funcionais para conceitos de *software* (IBM, 2004).
- c) **Projeto de Sistemas:** o foco nesta etapa é elaborar a solução do problema definido na análise. Já é possível verificar neste momento onde e como podem ser aplicados os requisitos não-funcionais. A modelagem visual se torna mais robusta e próxima da realidade. Aqui são definidos também dois itens importantes:
  - I. Arquitetura de sistema: definição dos componentes do sistema, suas características específicas, e como eles se interagem dentro do projeto.
  - II. Modelo de dados: ocorre aqui a modelagem conceitual, lógica e física do banco de dados do aplicativo. É a etapa anterior à construção em si do banco de dados.

O segundo *sprint* foi realizado com duas etapas:

- d) **Implementação:** esta etapa é onde realmente ocorre a codificação da funcionalidade requisitada. A implementação desta funcionalidade se baseia totalmente nos aspectos definidos na etapa de projeto de sistemas.
- e) **Teste:** nesta fase é feita a validação da funcionalidade a partir de testes realizados. Em caso de detecção de erro: (1) ocorre o registro do *bug*, (2) verificação do tipo de erro técnico ou de regra de negócio, (3) correção do *bug* e (4) revalidação da rotina.

Esta seção descreveu a Metodologia de Desenvolvimento de Software empregada e como ela foi utilizada para guiar o desenvolvimento da solução proposta. A seção seguinte descreve mais especificamente as tecnologias utilizadas no desenvolvimento da solução.

## 2.2 TECNOLOGIAS UTILIZADAS NO PROJETO

Esta seção descreve as tecnologias e ferramentas utilizadas no desenvolvimento da solução. Inicialmente é feita uma breve descrição sobre a UML, linguagem utilizada para desenvolver os diagramas representados na documentação da ferramenta, na sequência são descritos aspectos importantes sobre Arduino e Sistemas web.

### 2.2.1 Uml

A UML é uma linguagem de modelagem padronizada cujo propósito é a criação de modelos de *software*. Para Booch et al. (2005) ela poderá ser empregada para a visualização, a especificação, a construção e a documentação de artefatos que façam uso de sistemas complexos de *software*. Através de seus diagramas é possível representar sistemas de *softwares* sob diversas perspectivas de visualização o que facilita a comunicação de todas as pessoas envolvidas no processo de desenvolvimento de *software* como: gerentes de projetos, analistas de sistemas, programadores, clientes, entre outros.

Segundo Mitsuoka (2012), a principal finalidade da UML é explorar o conhecimento do negócio através da criação de modelos, onde cada modelo é representado por diagramas e cada diagrama é responsável por transmitir uma visualização do sistema sob diferentes perspectivas. A respeito dos modelos é possível afirmar:

- São a simplificação da realidade;
- São construídos para obter uma melhor compreensão do sistema;
- Possibilitam obter melhor comunicação com as pessoas interessadas no projeto (Stakeholders);
- Facilitam o entendimento de problemas complexos.

Segundo Booch et al. (2005) a UML se encontra na versão 2.0, e é representada graficamente através de treze diagramas:

- Diagrama de classes;
- Diagrama de objetos;
- Diagrama de distribuição;
- Diagrama de estruturas compostas;
- Diagrama de casos de uso;
- Diagrama de sequências;

- Diagrama de comunicações;
- Diagrama de gráficos de estado;
- Diagrama de atividades;
- Diagrama de implantação;
- Diagrama de pacote;
- Diagrama de temporização;
- Diagrama de visão geral da interação.

A UML será empregada nesse projeto com a finalidade de criar modelos que facilitarão a leitura e a interpretação dos requisitos do sistema, além disto, ela é a linguagem de modelagem mais difundida no meio acadêmico.

Os diagramas utilizados fora os:

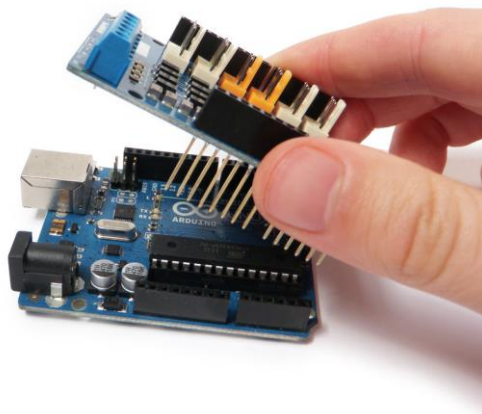
- Diagrama de casos de uso: Ele descreve um cenário que mostra as funcionalidades do sistema do ponto de vista do usuário.
- Diagrama de atividades: representa os fluxos conduzidos por processamentos. É essencialmente um gráfico de fluxo, mostrando o fluxo de controle de uma atividade para outra
- Diagrama de distribuição: mostram as instâncias dos componentes de tempo de execução e suas associações. Incluem por exemplo: nós que são recursos físicos, tipicamente um computador simples.

### 2.2.2 Arduíno

Segundo o site oficial do Arduíno (2015), ele é uma plataforma de código aberto de prototipagem eletrônica baseada em *hardware* e *software* fáceis de usar, é destinado a estudantes, artistas, entusiastas e que queiram criar objetos ou ambientes interativos.

Um dos maiores atrativos da plataforma Arduíno é o fato de que é possível desenvolver projetos de dispositivos conectados. "*Shields*" é o nome dado às placas de expansão de *hardware* que encaixam na placa Arduíno principal. A Figura 1 apresenta uma placa de Arduíno e um *Shield*. É possível observar na parte de baixo da imagem a placa de Arduíno e, ainda na mesma imagem, uma expansão, sendo colocada nesta placa, conhecida como *Shield*.

**Figura 01 - Arduino e uma placa de expansão também conhecida como Shield**



Fonte: Próprio Autor

A utilização do arduino nesse projeto foi como sistema embarcado, ele fica responsável pela utilização de um *shield* com sensor de *GPS*, para a coleta da geolocalização e pela transmissão de dados pela rede GSM, utilizando um *shield* com modem GSM/GPRS. Uma das limitações deste projeto é que se a embarcação estiver num lugar que não tenha sinal de telefonia, não será possível enviar a localização geográfica e esta informação será perdida uma vez que não existe um dispositivo para armazenamento das informações de geolocalização na embarcação.

### **2.2.3 Aplicação Web**

Será implementada uma aplicação WEB utilizando APACHE, PHP e MySQL, para gerenciar os dados transferidos do Arduino. Após isto, os dados são disponibilizados para acesso a pessoas autorizadas de qualquer lugar, a única restrição é que tenha acesso à internet.

### **2.2.4 Apache Http Server Project<sup>2</sup>**

Segundo o site Apache Software Foundation (2015), o projeto Apache Http Server é um esforço de desenvolvimento de *software* colaborativo que visa criar um servidor *http* (*Web*) robusto, de nível comercial, e livremente disponível para implementação de código fonte. O Apache é utilizado como servidor de aplicação que disponibiliza o sistema na Web para acesso pela Internet utilizando o protocolo *http*.

---

<sup>2</sup> Disponível em [http://httpd.apache.org/ABOUT\\_APACHE.html](http://httpd.apache.org/ABOUT_APACHE.html)

### 2.2.5 MySQL<sup>3</sup>

Segundo o site oficial da ORACLE (2015), MySQL é o banco de dados de código aberto mais popular do mundo e possibilita a entrega econômica de aplicativos de banco de dados confiáveis, de alto desempenho e redimensionáveis, com base na Web e incorporados. O MySQL foi utilizado para o armazenamento dos dados do projeto, como geolocalização e outros dados da embarcação como nome e tipo.

### 2.2.6 Google Maps API<sup>4</sup>

Segundo o site do Google, o Google Maps é um serviço de visualização de mapas *on-line* baseado na busca do usuário. Nele é possível visualizar as imagens por diversas formas: por satélite, visão topográfica e visão da rua. O usuário também pode buscar qual o caminho a percorrer entre dois pontos, manipular rotas, entre outras opções. O serviço foi lançado em 2005 pelo Google e desde lá já sofreu diversas alterações. O Google fornece uma API para integrar o Google Maps que serviu para integrar com o sistema web. Foi utilizada a versão atual da API para mostrar o caminho por onde a embarcação navegou no mapa.

A principal motivação para a escolha dessa API é por não existir no mercado nenhum serviço com mapa tão simples para se integrar a um sistema quanto o Google Maps.

### 2.2.7 JSON<sup>5</sup>

Segundo o site do JSON (2015), o termo JSON é o acrônimo para *JavaScript Object Notation*. É um formato leve para troca de dados entre plataformas. É fácil para humanos lerem e escreverem e fácil para máquinas interpretarem e gerarem. É baseado em subconjuntos da linguagem *JavaScript* e no padrão *ECMA-262*.

O JSON utiliza duas estruturas básicas:

- a) **Object**: uma coleção nomes ou valores em pares.

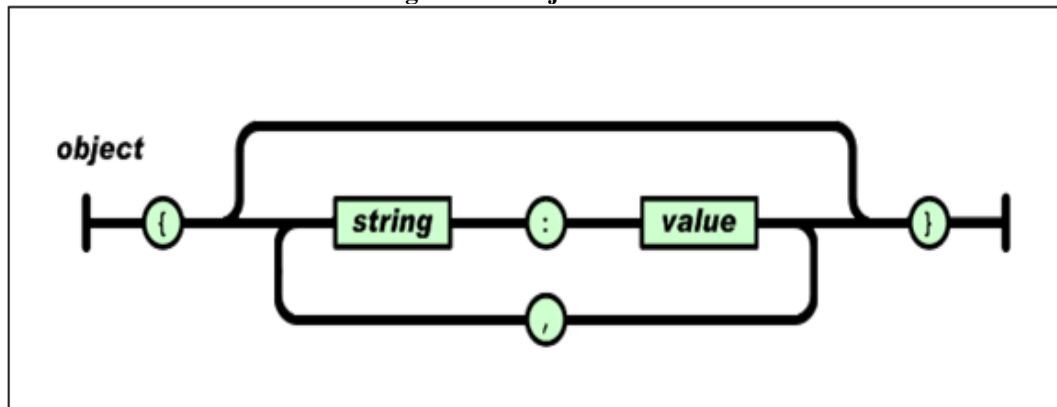
---

<sup>3</sup> Disponível em <http://www.oracle.com/br/products/mysql/overview/index.html>

<sup>4</sup> Disponível em <https://www.google.com/intl/maps/about/>

<sup>5</sup> Disponível em <http://json.org/>

Figura 02 - Object em Json



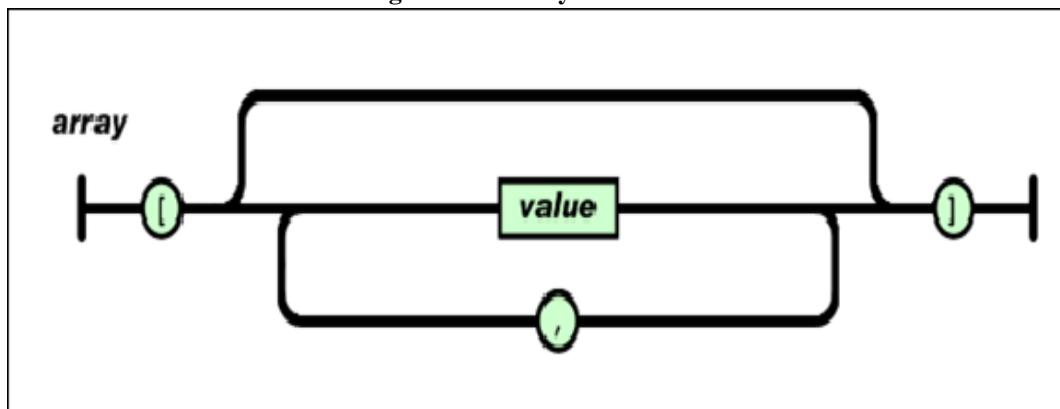
Fonte: Json, 2015

A Figura 2 mostra a notação de como o Json codifica um objeto, que tenha nome e sobrenome como atributos. O resultado ficaria assim:

```
{“Nome”: “João”, “Sobrenome”: “Ninguém”}
```

b) **Array**: contém uma lista com múltiplos valores. Esses valores podem ser *strings*, números, valores booleanos, nulos, outro *array* mesmo e um objeto

Figura 03 – Array em Json



Fonte: Json, 2015

A Figura 3 mostra a notação de como o Json codifica um vetor, que tenha nome e sobrenome como atributos. Igual a figura 2, com a diferença que para identificar um vetor a notação abre com colchetes “[” o início do vetor e finaliza fechando o colchetes “]”. O resultado ficaria assim:

```
[{“Nome”: “João”, “Sobrenome”: “Ninguém”}]
```



O objetivo para a utilização do JSON no desenvolvimento do sistema é de transportar os dados do sistema embarcado para o serviço web e para a aplicação web.

Neste capítulo foram descritos os conceitos de ferramentas, metodologias e padrões utilizados no desenvolvimento da ferramenta. No capítulo seguinte é mostrado o desenvolvimento da solução proposta.

### 3 O SISTEMA DE MONITORAMENTO E MAPEAMENTO DE TRANSPORTE FLUVIAL DE PASSAGEIROS NA REGIÃO AMAZÔNICA

Neste capítulo é explanado o funcionamento do sistema e o processo de desenvolvimento do mesmo dividido em iteração, conforme definido na metodologia SCRUM. As iterações são: o levantamento de requisitos, a análise do sistema, o projeto do sistema (são mostrados diagramas e descrições de fluxo), a implementação e a fase de teste.

Este trabalho está dividido em dois *sprints*, com 30 dias cada. No primeiro *sprint*, foi feito o levantamento e descrição de requisitos funcionais e não funcionais, identificação dos usuários, elaboração do diagrama de caso de uso e o segundo *sprint* a implementação do sistema e o teste das funcionalidades.

#### 3.1 PRIMEIRA ITERAÇÃO DO PROJETO

A primeira iteração no desenvolvimento do projeto durou 30 dias. A seguir segue a descrição de cada etapa.

##### 3.1.1 Levantamento de Requisitos

Requisitos funcionais especificam ações que o sistema deve ser capaz de executar. No Quadro 1 os requisitos funcionais do sistema são identificados, nomeados e descritos.

**Quadro 01 – Requisitos Funcionais do Sistema**

Código	Requisito	Descrição	Usuário
R001	Manter Usuário	Essa funcionalidade implementa o CRUD ( <i>Create, Read, Update e Delete</i> ) da entidade Usuário. Ela é composta por: cadastro, pesquisa, atualização e exclusão de usuários.	Administrador
R002	Manter Rastreador	Essa funcionalidade implementa o CRUD da entidade Rastreador. Através dela é possível realizar o cadastro, pesquisa, atualização e exclusão de rastreadores.	Administrador e Usuário

R003	Manter Rota	Essa funcionalidade implementa o CRUD da entidade Rota. Ela é composta por: cadastro, atualização, pesquisa e exclusão de embarcações.	Administrador e Usuário
R004	Manter Embarcação	Essa funcionalidade implementa o CRUD da entidade Embarcação. Ela é composta por: cadastro, atualização, pesquisa e exclusão de embarcações.	Administrador e Usuário
R005	Monitorar Embarcação	Essa funcionalidade implementa o monitoramento das embarcações. É composta de uma lista onde é possível escolher qual embarcação se deseja acompanhar no mapa.	Administrador e Usuário
R006	Manter Horário	Essa funcionalidade implementa o CRUD da entidade Horário. Ela é composta por: cadastro, atualização, pesquisa e exclusão de embarcações	Administrador

Fonte: Próprio Autor

O CRUD é um termo designado para definir as quatro operações básicas utilizadas em um banco de dados relacional. Quando esta nomenclatura é utilizada, significa que podem ser realizadas as operações de cadastro, pesquisa, alteração e exclusão de alguma entidade.

### 3.1.2 Requisitos Não Funcionais

Segundo Cysneiros (2001), os RNFs (Requisitos Não Funcionais) declaram restrições ou atributos de qualidade para um software e/ou para um processo de desenvolvimento. Segurança, precisão, usabilidade, performance e manutenibilidade são exemplos de alguns requisitos não funcionais.

Para a elaboração do sistema, foram definidos os seguintes RNFs:

- a) Tempo de desenvolvimento não deve ultrapassar os 60 dias que é a soma dos dois *sprints*.

- b) Permitido apenas a utilização de *softwares* e *hardware* livres para a elaboração e implementação do sistema.
- c) Deve possuir uma boa usabilidade, com uma interface amigável que favoreça a melhor utilização do sistema.

### 3.1.3 Usuários

Nesta seção serão apresentados os tipos de usuários do sistema:

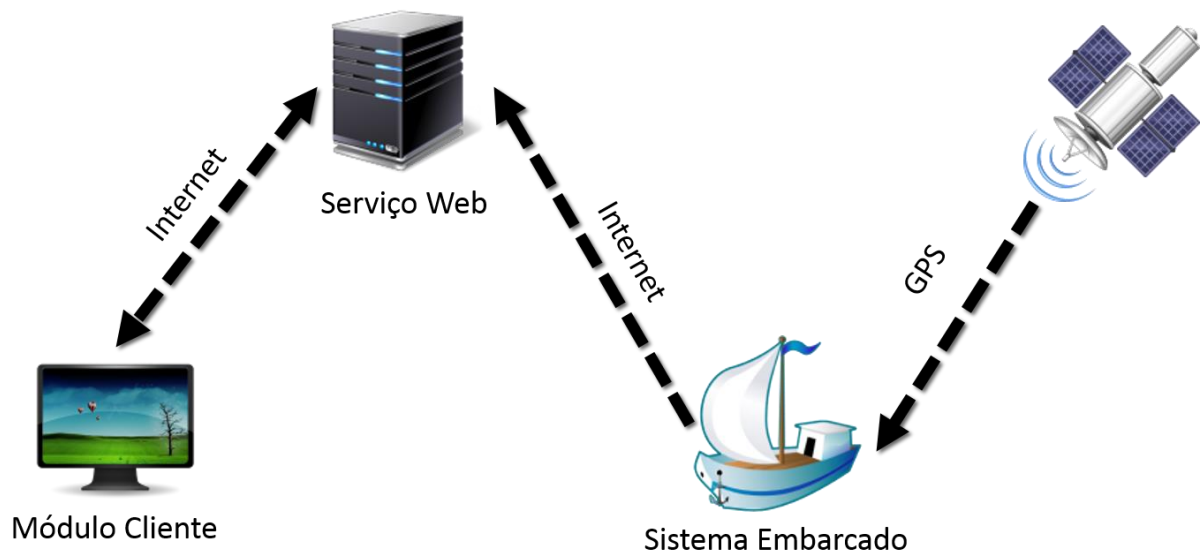
- a) **Usuário:** é responsável por realizar todas as funcionalidades do sistema, exceto o cadastro, pesquisa, alteração e exclusão de usuários. Existe o usuário público ele possui acesso aos horários das embarcações sem precisar estar cadastrado no sistema
- b) **Administrador:** é responsável por realizar todas as funcionalidades do sistema e também por gerenciar seus usuários.

Para um melhor entendimento do funcionamento da solução proposta, a seção seguinte apresenta a arquitetura da solução do problema.

### 3.1.4 Descrição da Ferramenta

A solução computacional proposta é composta por três módulos: 1) Módulo Cliente, cujo objetivo é permitir a consulta das informações por parte dos usuários; 2) Serviço Web que gerencia as requisições provenientes do sistema embarcados e módulos clientes e 3) Sistema Embarcado que utiliza as tecnologias GPS/GSM/GPRS para a transmissão, em tempo real, das coordenadas de localizações das embarcações;

A Figura 4 ilustra os componentes da solução proposta. Fazendo a leitura da imagem a partir da direita, é possível observar que as embarcações captam as informações de geolocalização via GPS (utilizando uma placa Arduíno e um *shield* GPS), envia estas informações para um servidor web (utilizando um *shield* GSM) e estas informações são armazenadas em um servidor web para posterior disponibilização no Módulo Cliente. Vale a pena registrar que uma vez que estas informações estejam armazenadas no servidor web é possível disponibilizar vários tipos de consultas, inclusive para os órgãos de fiscalização, que será implementado como trabalho futuro.

**Figura 04 Solução do Problema**

Fonte: Próprio Autor

Uma vez que o funcionamento da ferramenta foi descrito, as seções seguintes apresentam a Modelagem da solução proposta.

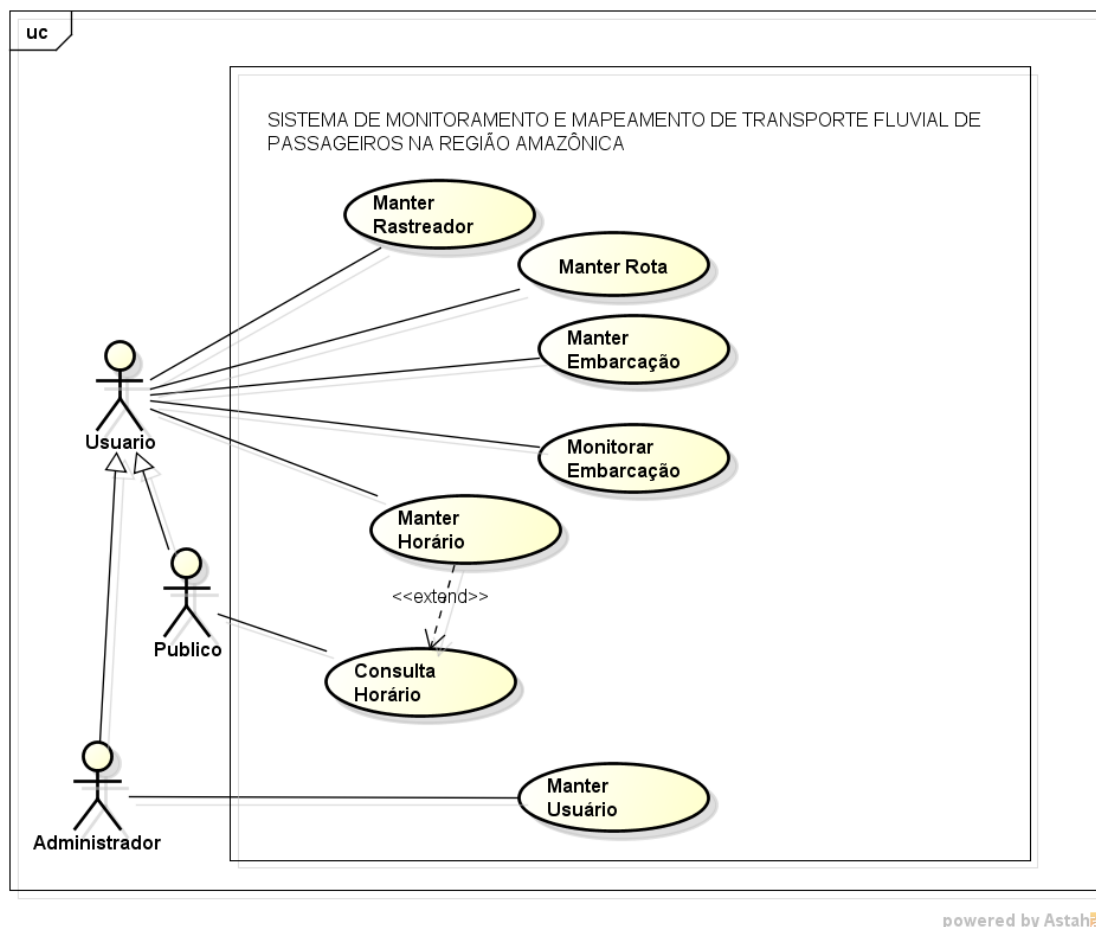
### 3.1.5 Modelagem do Sistema

Nesta seção são apresentados os diagramas resultantes do levantamento de requisitos. O primeiro diagrama é o de Caso de Uso, seguido da descrição dos casos de uso, protótipo de telas, Diagrama de Sequência, entre outros.

#### 3.1.5.1 Diagrama Caso de Uso

O diagrama ilustrado na Figura 3 mostra a interação entre atores e as funcionalidades do sistema. É possível observar que o Ator Usuário tem acesso às funcionalidades: Manter Rastreador, Rota, Embarcação, Horário e a Monitorar Embarcação. Enquanto o Ator Administrador tem acesso somente ao Manter usuário e o Ator Público somente tem acesso a consulta dos horários.

Figura 05 – Diagrama de Casos de Uso



powered by Astah

Fonte: Próprio autor

### 3.1.5.2 Descrição dos Casos de Uso

Nesta seção serão descritos os casos de uso do sistema, conforme foi ilustrado no capítulo 3.1.4.1.

#### 3.1.5.2.1 Manter Usuário

O caso de uso Manter Usuário realiza o CRUD do usuário, através dele o administrador pode cadastrar, pesquisar, alterar e deletar usuários do sistema. O Quadro 2 descreve em detalhes o caso de uso.

**Quadro 02 – Funcionalidade Manter Usuário**

<b>Nome do caso de uso</b>	UC001 - Manter Usuário
<b>Descrição</b>	Realizar o CRUD do Usuário
<b>Ator(es)</b>	Administrador
<b>Precondições</b>	Administrador estar cadastrado no banco de dados
<b>Fluxo Principal</b>	<p>1 – Administrador realiza o login inserindo nome de usuário e senha.</p> <p>2 – Uma página inicial abre e o Administrador clica no menu “Usuários”.</p> <p>3 – Abre um submenu contendo “Cadastrar” e “Listar”. Neste submenu o Administrador pode:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Cadastrar um novo usuário ao clicar no botão “Cadastrar”. <ul style="list-style-type: none"> <li>a1) Uma página é aberta, contendo os campos: Login, E-Mail e Senha.</li> <li>a2) O Administrador insere as informações a respeito do novo usuário e clica no botão “Salvar”.</li> <li>a3) Uma mensagem com o texto “usuário cadastrado com sucesso” aparece.</li> <li>a4) Encerra.</li> </ul> </li> <li>b) Pesquisar um usuário ao inserir seu login e clicar no botão “Pesquisar”. <ul style="list-style-type: none"> <li>b1) Abre uma página contendo o resultado dos usuários pesquisados. Se não houver resultados, aparece um texto “Não constam usuários com esses termos de pesquisa”.</li> </ul> </li> <li>c) Listar usuários ao clicar no link “Listar”. <ul style="list-style-type: none"> <li>c1) Abre página contendo uma lista de usuários ordenados alfabeticamente. Se não houver resultados, aparece um texto “Nada cadastrado”.</li> <li>c2) Encerra.</li> </ul> </li> <li>d) Alterar um usuário ao clicar no ícone “Alterar” na lista de usuários. <ul style="list-style-type: none"> <li>d1) Abre uma página com os dados do usuário em seus respectivos campos.</li> </ul> </li> </ul>

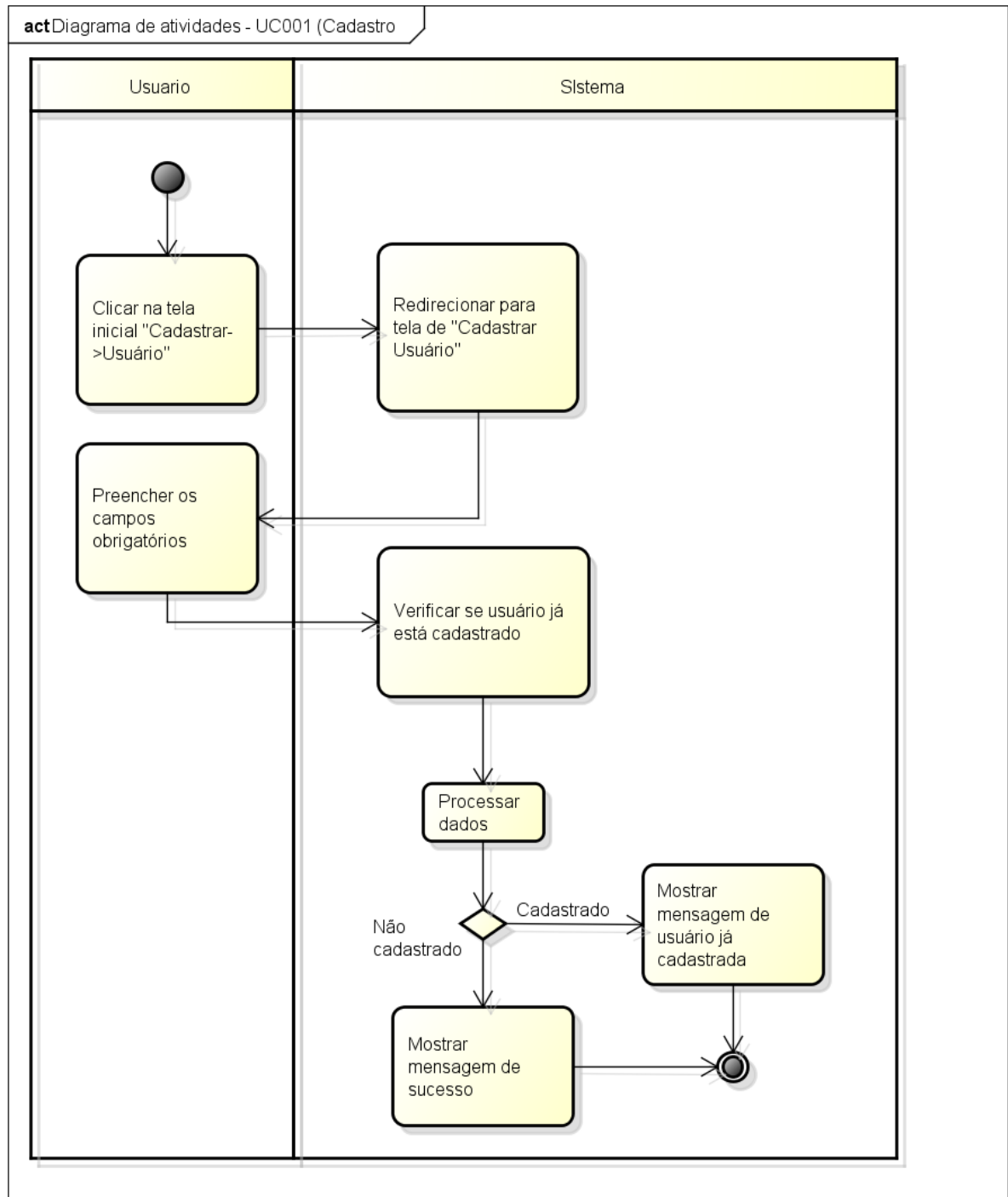
	<p>d2) Administrador altera dado(s).</p> <p>d3) Administrador clica no botão “Salvar”.</p> <p>d4) Encerra.</p> <p>e) Excluir um usuário ao clicar no ícone “Excluir” na lista de usuários.</p> <p>e1) Abre uma caixa de confirmação perguntando se o administrador realmente deseja excluir aquele usuário.</p> <p>e2) O Administrador confirma.</p> <p>e3) Encerra.</p> <p>4 – Caso de uso encerra.</p>
--	--

Fonte: Próprio Autor



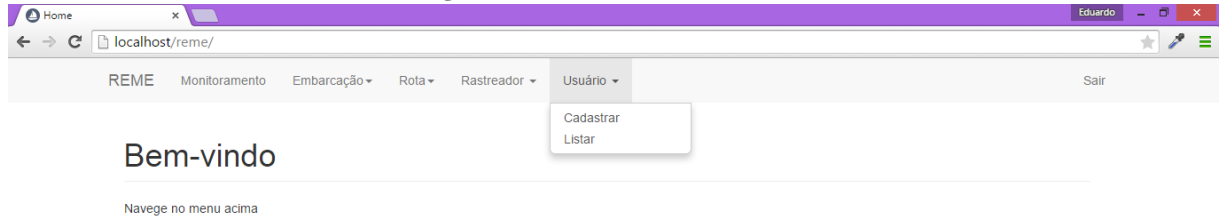
A Figura 6 mostra fluxo de cadastrado para a entidade usuário, descrito no Quadro 2 no fluxo principal item a.

**Figura 06 – Diagrama de atividades do caso de uso UC001 (Cadastro)**



A Figura 7 mostra a tela inicial do sistema, com ela é possível ter acesso às funcionalidade do sistema no perfil do usuário administrador.

**Figura 07 – Tela inicial do sistema**



Fonte: Próprio autor

A Figura 8 mostra a tela de cadastro de usuário do sistema, com ela é possível cadastrar informações do usuário como: *login*, email e senha. O fluxo dessa tela é descrito no Quadro 2 item a.

**Figura 08 – Cadastro de Usuário**

A imagem é uma captura de tela de uma página web de cadastro. O navegador mostra a URL 'localhost/reme/users/add'. O menu de navegação é idêntico ao da Figura 7. O título da página é 'Cadastrar Usuário'. Abaixo dele, há um formulário com três campos de entrada: 'Login', 'Email' e 'Senha'. Cada campo tem um rótulo à esquerda. No final do formulário, há um botão azul com o texto 'Salvar'.

Fonte: Próprio autor

### 3.1.5.2.2 Manter Rastreador

O caso de uso Manter Rastreador realiza o CRUD do rastreador, através dele o administrador/usuário pode cadastrar, pesquisar, alterar e deletar rastreadores do sistema. O Quadro 3 descreve em detalhes o caso de uso.

**Quadro 03 – Funcionalidade Manter Rastreador**

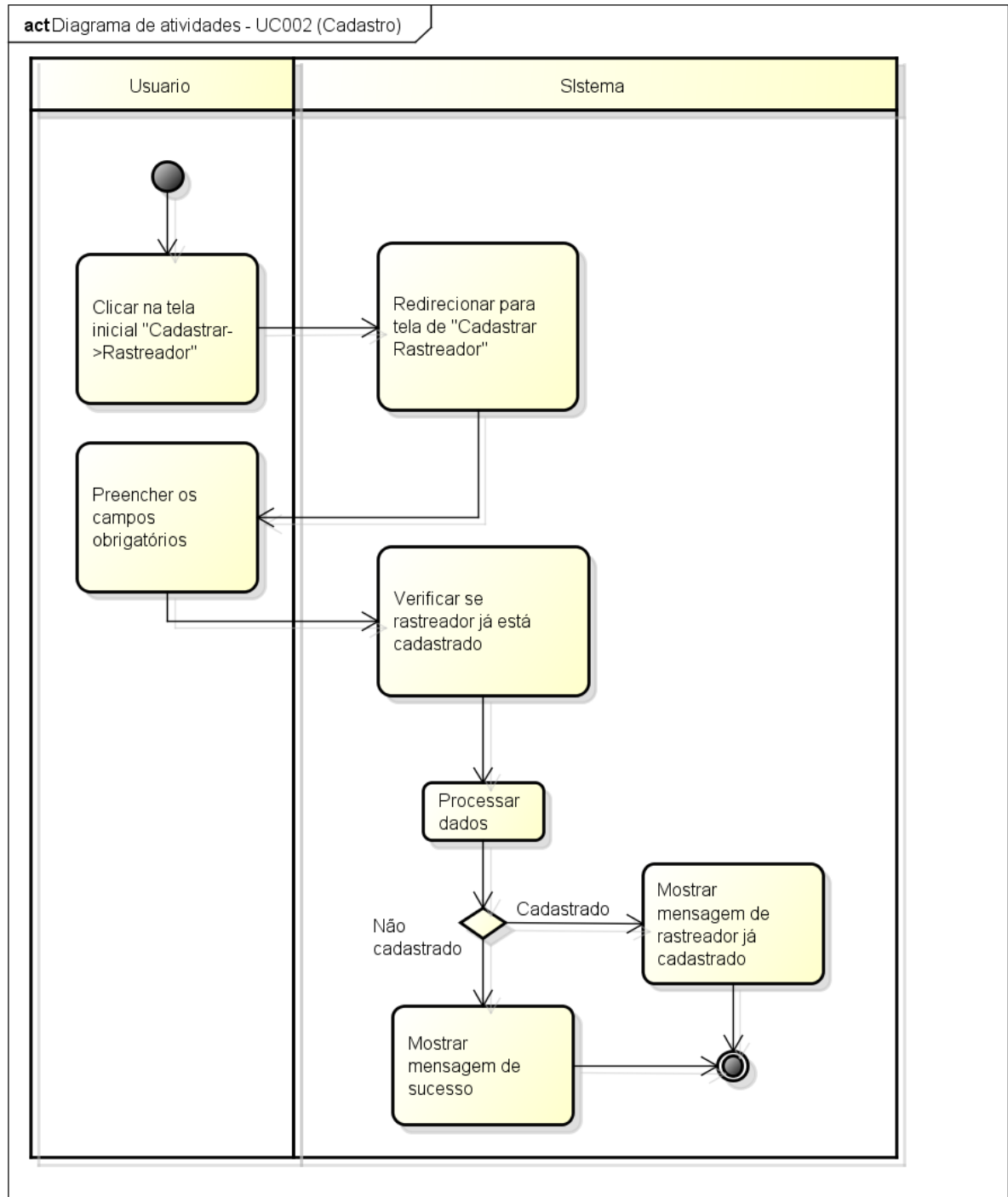
<b>Nome do caso de uso</b>	UC002 - Manter Rastreador
<b>Descrição</b>	Realizar o CRUD do Rastreador
<b>Ator(es)</b>	Administrador, Usuário
<b>Precondições</b>	Administrador ou Usuário estar cadastrado no sistema
<b>Fluxo Principal</b>	<p>1 – Usuário realiza o login inserindo nome de usuário e senha.</p> <p>2 – Uma página inicial abre e o Administrador clica no menu “Rastreador”.</p> <p>3 – Abre um submenu contendo “Cadastrar” e “Listar”. Neste submenu o Usuário pode:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Cadastrar um novo rastreador ao clicar no botão “Cadastrar”. <ul style="list-style-type: none"> <li>a1) Uma página é aberta, contendo os campos: Descrição e Operadora de Celular.</li> <li>a2) O Usuário insere as informações a respeito do novo rastreador e clica no botão “Salvar”.</li> <li>a3) Uma mensagem com o texto “rastreador cadastrado com sucesso” aparece.</li> <li>a4) Encerra.</li> </ul> </li> <li>b) Pesquisar um rastreador ao inserir sua descrição e clicar no botão “Pesquisar”. <ul style="list-style-type: none"> <li>b1) Abre uma página contendo o resultado dos rastreadores pesquisados. Se não houver resultados, aparece um texto “Não constam rastreadores com esses termos de pesquisa”.</li> </ul> </li> <li>c) Listar rastreadores ao clicar no link “Listar”. <ul style="list-style-type: none"> <li>c1) Abre página contendo uma lista de rastreadores ordenados alfabeticamente. Se não houver resultados, aparece um texto “Nada cadastrado”.</li> <li>c2) Encerra.</li> </ul> </li> </ul>

	<p>d) Alterar um rastreador ao clicar no ícone “Alterar” na lista de rastreadores.</p> <p>d1) Abre uma página com os dados do rastreador em seus respectivos campos.</p> <p>d2) Administrador altera dado(s).</p> <p>d3) Administrador clica no botão “Salvar”.</p> <p>d4) Encerra.</p> <p>e) Excluir um rastreador ao clicar no ícone “Excluir” na lista de rastreadores.</p> <p>e1) Abre uma caixa de confirmação perguntando se o administrador realmente deseja excluir aquele rastreador.</p> <p>e2) O Administrador confirma.</p> <p>e3) Encerra.</p> <p>4 – Caso de uso encerra.</p>
--	---

Fonte: Próprio Autor

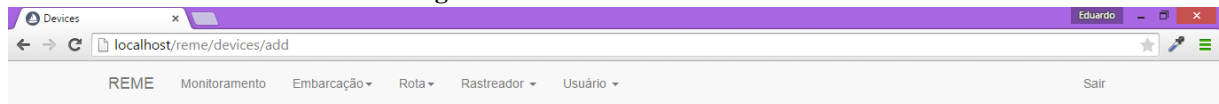
A Figura 9 mostra fluxo de cadastrado para a entidade rastreador, descrito no Quadro 3 no fluxo principal item a.

**Figura 09 – Diagrama de atividades do caso de uso UC002 (Cadastro)**



A Figura 10 mostra a tela de cadastro de rastreador, com ela é possível cadastrar as informações dos rastreadores como: descrição e a operadora de telefonia do rastreador. O fluxo dessa tela é descrito no Quadro 3 item a.

**Figura 10 – Cadastro de rastreador**



Fonte: Próprio autor

### 3.1.5.2.3 Manter Rota

O caso de uso Manter Rota realiza o CRUD da rota, através dele o administrador/usuário pode cadastrar, pesquisar, alterar e deletar embarcações do sistema. O Quadro 4 descreve em detalhes o caso de uso.

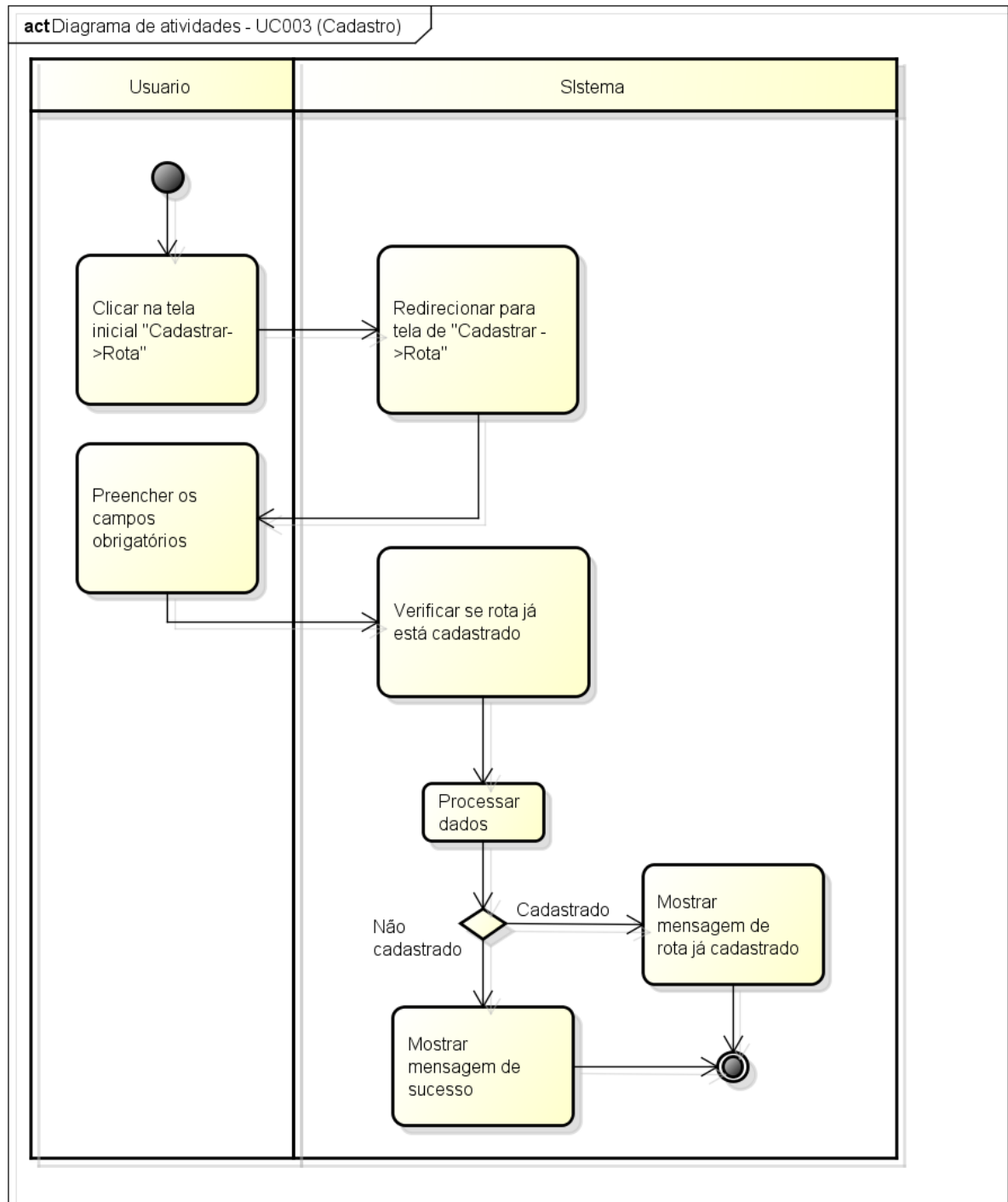
**Quadro 04 – Funcionalidade Manter Rota**

<b>Nome do caso de uso</b>	UC003 - Manter Rota
<b>Descrição</b>	Realizar o CRUD da Rota
<b>Ator(es)</b>	Administrador, Usuário
<b>Precondições</b>	Administrador ou Usuário estar cadastrado no sistema
<b>Fluxo Principal</b>	<p>1 – Usuário realiza o login inserindo nome de usuário e senha.</p> <p>2 – Uma página inicial abre e o Administrador clica no menu “Rota”.</p> <p>3 – Abre um submenu contendo “Cadastrar” e “Listar”. Neste</p>

	<p>submenu o Usuário pode:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Cadastrar uma nova rota ao clicar no botão “Cadastrar”. <ul style="list-style-type: none"> <li>a1) Uma página é aberta, contendo os campos: Nome, Descrição, Origem e Destino</li> <li>a2) O Usuário insere as informações a respeito da nova rota e clica no botão “Salvar”.</li> <li>a3) Uma mensagem com o texto “rota cadastrado com sucesso” aparece.</li> <li>a4) Encerra.</li> </ul> </li> <li>b) Pesquisar uma rota ao inserir seu nome e clicar no botão “Pesquisar”. <ul style="list-style-type: none"> <li>b1) Abre uma página contendo o resultado das rotas pesquisadas. Se não houver resultados, aparece um texto “Não constam rotas com esses termos de pesquisa”.</li> </ul> </li> <li>c) Listar rotas ao clicar no link “Listar”. <ul style="list-style-type: none"> <li>c1) Abre página contendo uma lista de rotas ordenadas alfabeticamente. Se não houver resultados, aparece um texto “Nada cadastrado”.</li> <li>c2) Encerra.</li> </ul> </li> <li>d) Alterar uma rota ao clicar no ícone “Alterar” na lista de rotas. <ul style="list-style-type: none"> <li>d1) Abre uma página com os dados da rota em seus respectivos campos.</li> <li>d2) Administrador altera dado(s).</li> <li>d3) Administrador clica no botão “Salvar”.</li> <li>d4) Encerra.</li> </ul> </li> <li>e) Excluir uma rota ao clicar no ícone “Excluir” na lista de rotas. <ul style="list-style-type: none"> <li>e1) Abre uma caixa de confirmação perguntando se o administrador realmente deseja excluir aquela rota.</li> <li>e2) O Administrador confirma.</li> <li>e3) Encerra.</li> </ul> </li> </ul> <p>4 – Caso de uso encerra.</p>
--	---

A Figura 11 mostra fluxo de cadastrado para a entidade rota, descrito no Quadro 4 no fluxo principal item a.

**Figura 11 – Diagrama de atividades do caso de uso UC003 (Cadastro)**





A Figura 12 mostra a tela de cadastro de rota, com ela é possível cadastrar as informações das rotas como: nome, descrição, origem e destino. O fluxo dessa tela é descrito no Quadro 4 item a.

**Figura 12 – Cadastro de rota**

Fonte: Próprio autor

#### 3.1.5.2.4 Manter Embarcação

O caso de uso Manter Embarcação realiza o CRUD da embarcação, através dele o administrador/usuário pode cadastrar, pesquisar, alterar e deletar embarcações do sistema. O Quadro 5 descreve em detalhes o caso de uso.

**Quadro 05 – Funcionalidade Manter Embarcação**

<b>Nome do caso de uso</b>	UC004 - Manter Embarcação
<b>Descrição</b>	Realizar o CRUD da Embarcação
<b>Ator(es)</b>	Administrador, Usuário
<b>Precondições</b>	Administrador ou Usuário estar cadastrado no sistema
<b>Fluxo Principal</b>	<p>1 – Usuário realiza o login inserindo nome de usuário e senha.</p> <p>2 – Uma página inicial abre e o Administrador clica no menu “Embarcação”.</p> <p>3 – Abre um submenu contendo “Cadastrar” e “Listar”. Neste</p>

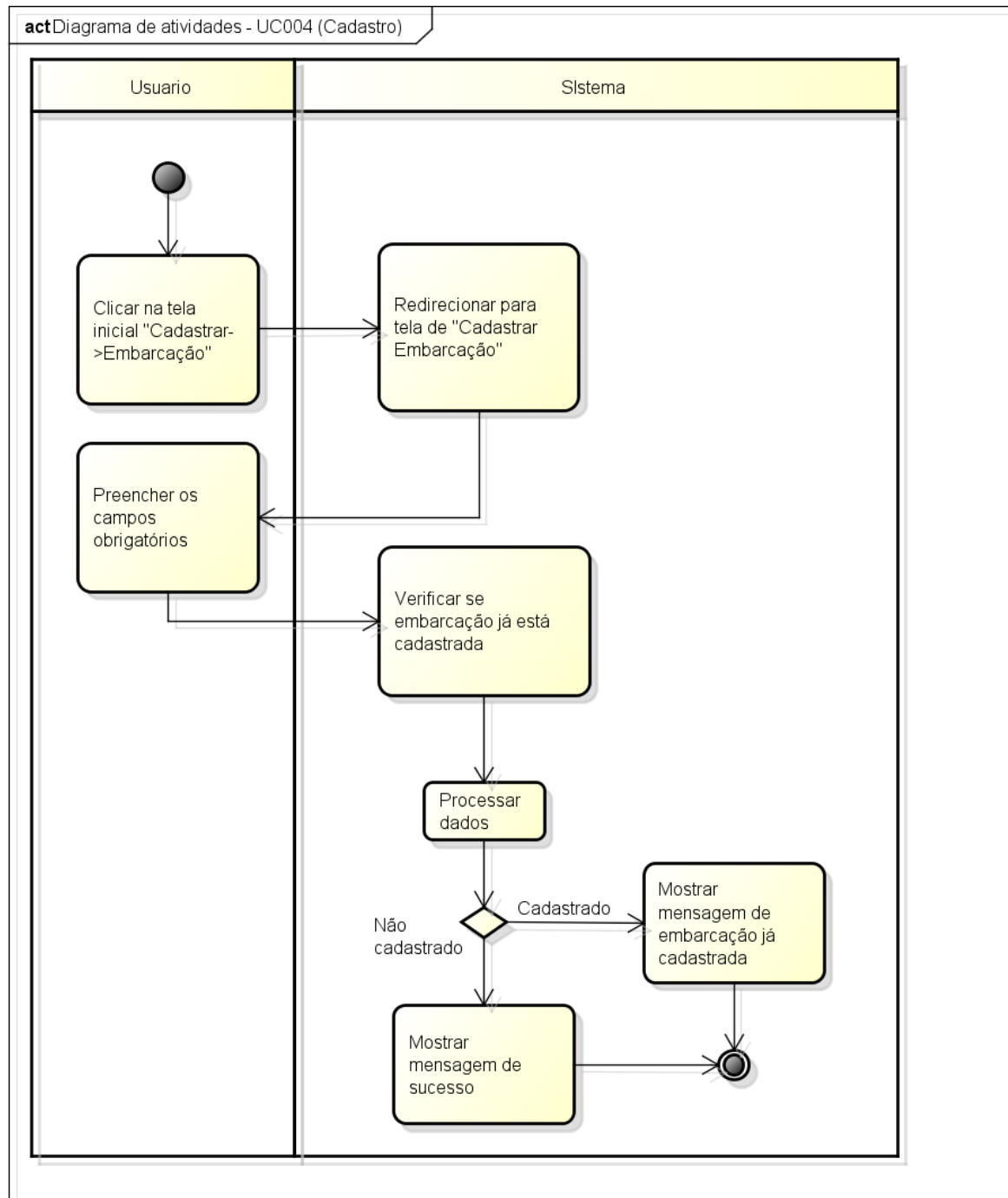
	<p>submenu o Usuário pode:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Cadastrar uma nova embarcação ao clicar no botão “Cadastrar”. <ul style="list-style-type: none"> <li>a1) Uma página é aberta, contendo os campos: Nome, Descrição, Rastreador e Rota.</li> <li>a2) O Usuário insere as informações a respeito da nova embarcação e clica no botão “Salvar”.</li> <li>a3) Uma mensagem com o texto “Embarcação cadastrada com sucesso” aparece.</li> <li>a4) Encerra.</li> </ul> </li> <li>b) Pesquisar uma embarcação ao inserir seu nome e clicar no botão “Pesquisar”. <ul style="list-style-type: none"> <li>b1) Abre uma página contendo o resultado das embarcações pesquisadas. Se não houver resultados, aparece um texto “Não constam embarcações com esses termos de pesquisa”.</li> </ul> </li> <li>c) Listar rotas ao clicar no link “Listar”. <ul style="list-style-type: none"> <li>c1) Abre página contendo uma lista de embarcações ordenadas alfabeticamente. Se não houver resultados, aparece um texto “Nada cadastrado”.</li> <li>c2) Encerra.</li> </ul> </li> <li>d) Alterar uma rota ao clicar no ícone “Alterar” na lista de embarcações. <ul style="list-style-type: none"> <li>d1) Abre uma página com os dados da embarcação em seus respectivos campos.</li> <li>d2) Administrador altera dado(s).</li> <li>d3) Administrador clica no botão “Salvar”.</li> <li>d4) Encerra.</li> </ul> </li> <li>e) Excluir uma embarcação ao clicar no ícone “Excluir” na lista de embarcações. <ul style="list-style-type: none"> <li>e1) Abre uma caixa de confirmação perguntando se o administrador realmente deseja excluir aquela embarcação.</li> <li>e2) O Administrador confirma.</li> <li>e3) Encerra.</li> </ul> </li> </ul>
--	---

## 4 – Caso de uso encerra.

Fonte: Próprio Autor

A Figura 13 mostra fluxo de cadastrado para a entidade embarcação, descrito no Quadro 5 do fluxo principal item a.

**Figura 13 – Diagrama de atividades do caso de uso UC004 (Cadastro)**



powered by Astah

Fonte: Próprio autor

A Figura 14 mostra a tela de cadastro de embarcação, com ela é possível cadastrar as informações das embarcações como: o rastreador destinado a ela, a rota da embarcação, nome e descrição. O fluxo dessa tela é descrito no Quadro 5, item a.

**Figura 14 – Cadastro de embarcações**

Fonte: Próprio autor

#### 3.1.5.2.5 Monitorar Embarcação

O caso de uso Monitor Embarcação realiza o monitoramento da embarcação, através dele o administrador/usuário pode acompanhar localização das embarcações do sistema. O Quadro 6 descreve em detalhes o caso de uso.

**Quadro 06 – Funcionalidade Monitorar Embarcação**

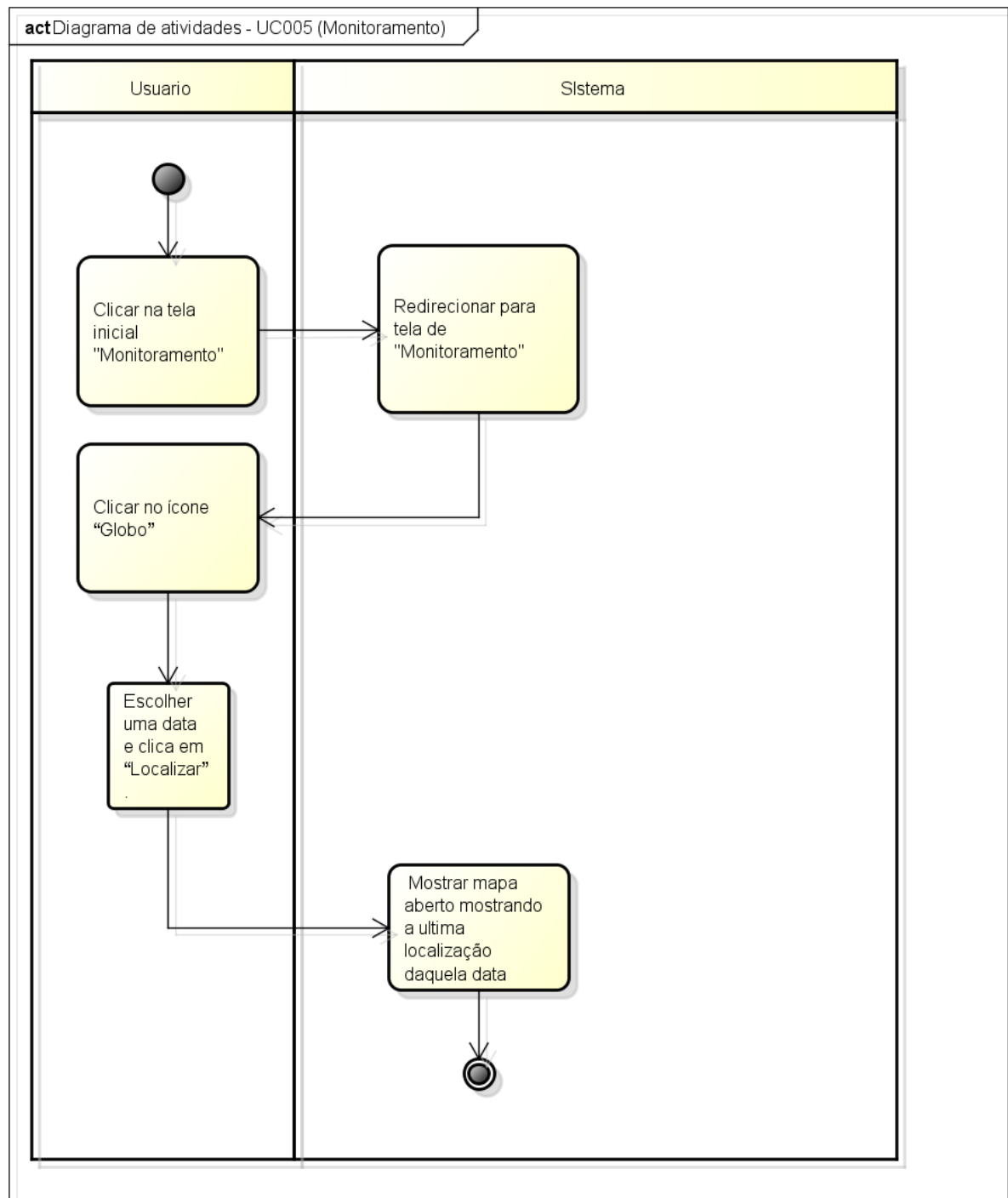
<b>Nome do caso de uso</b>	UC005 - Monitorar Embarcação
<b>Descrição</b>	Realizar o monitoramento da Embarcação
<b>Ator(es)</b>	Administrador, Usuário
<b>Precondições</b>	Administrador ou Usuário estar cadastrado no sistema
<b>Fluxo Principal</b>	<p>1 – Usuário realiza o login inserindo nome de usuário e senha.</p> <p>2 – Uma página inicial abre e o Administrador clica no menu “Monitoramento”.</p> <p>3 – Abre uma página contendo uma lista com todas as embarcações</p>

	<p>ordenadas alfabeticamente. Nesta página o Usuário pode:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Clicar no ícone “Globo” irá abrir um modal com uma lista de datas.<ul style="list-style-type: none"><li>a1) Usuário escolhe uma data e clica em “Localizar”.</li><li>a2) O Mapa é aberto mostrando a última localização daquela data, caso a embarcação esteja em movimento na data escolhida, mostrará em tempo real o trajeto.</li><li>a4) Encerra.</li></ul></li></ul> <p>4 – Caso de uso encerra.</p>
--	---

Fonte: Próprio Autor

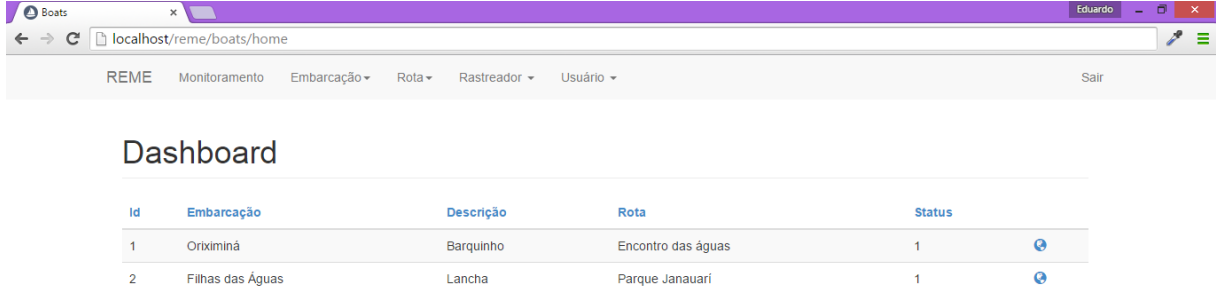
A Figura 15 mostra fluxo de monitoramento para a entidade embarcação, descrito no Quadro 6 no fluxo principal, item a.

**Figura 15 - Diagrama de atividades do caso de uso UC005 (Monitoramento)**



A Figura 16 mostra a tela de monitoramento de embarcação, com ela é possível listar as embarcações. O fluxo dessa tela é descrito no Quadro 6, item a.

**Figura 16 – Monitoramento de embarcações**



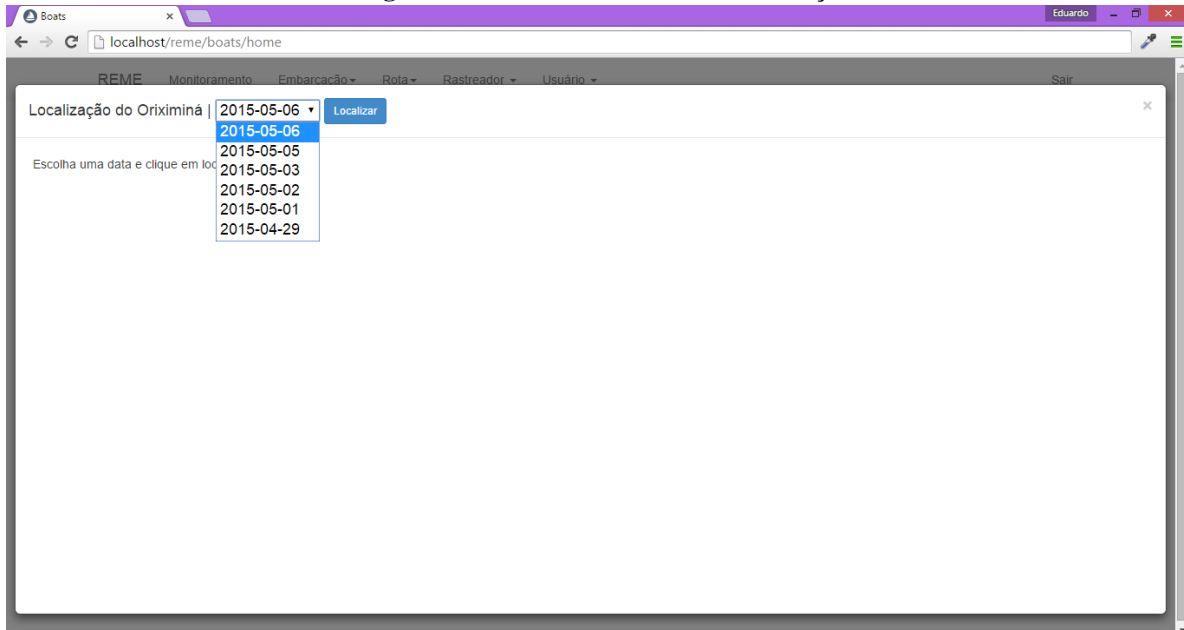
The screenshot shows a web browser window with the URL 'localhost/reme/boats/home'. The page has a purple header with the title 'Boats' and a user profile 'Eduardo'. Below the header is a navigation bar with links: 'REME', 'Monitoramento', 'Embarcação', 'Rota', 'Rastreador', 'Usuário', and a 'Sair' button. The main content area is titled 'Dashboard' and contains a table with the following data:

Id	Embarcação	Descrição	Rota	Status
1	Oriximiná	Barquinho	Encontro das águas	1
2	Filhas das Águas	Lancha	Parque Janauari	1

Fonte: Próprio autor

A Figura 17 mostra a tela de monitoramento de embarcação, com ela é possível listar as embarcações. O fluxo dessa tela é descrito no Quadro 6, item a.

**Figura 17 – Monitoramento de embarcações**

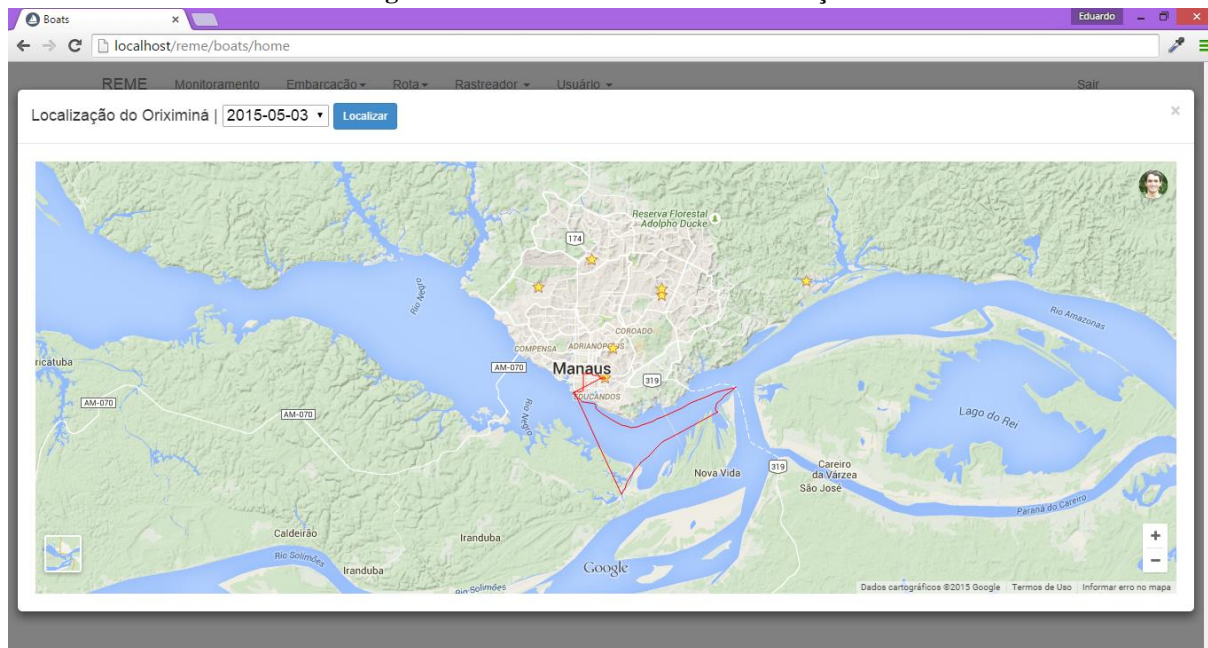


The screenshot shows the same web browser window as Figure 16, but with a modal form open. The form has a title 'Localização do Oriximiná' and a 'Localizar' button. Below the title is a dropdown menu with the following dates: '2015-05-06', '2015-05-05', '2015-05-03', '2015-05-02', '2015-05-01', and '2015-04-29'. The date '2015-05-06' is currently selected. Below the dropdown is a text input field with the placeholder text 'Escolha uma data e clique em localizar'.

Fonte: Próprio autor

A Figura 18 mostra a tela de monitoramento de embarcação, com ela é possível listar as embarcações. O fluxo dessa tela é descrito no Quadro 6, item a.

**Figura 18 – Monitoramento de embarcações**



Fonte: Próprio autor

### 3.1.5.2.6 Manter Horário

O caso de uso Manter Embarcação realiza o CRUD da embarcação, através dele o administrador/usuário pode cadastrar, pesquisar, alterar e deletar embarcações do sistema. O Quadro 7 descreve em detalhes o caso de uso.

**Quadro 07 – Funcionalidade Manter Horário**

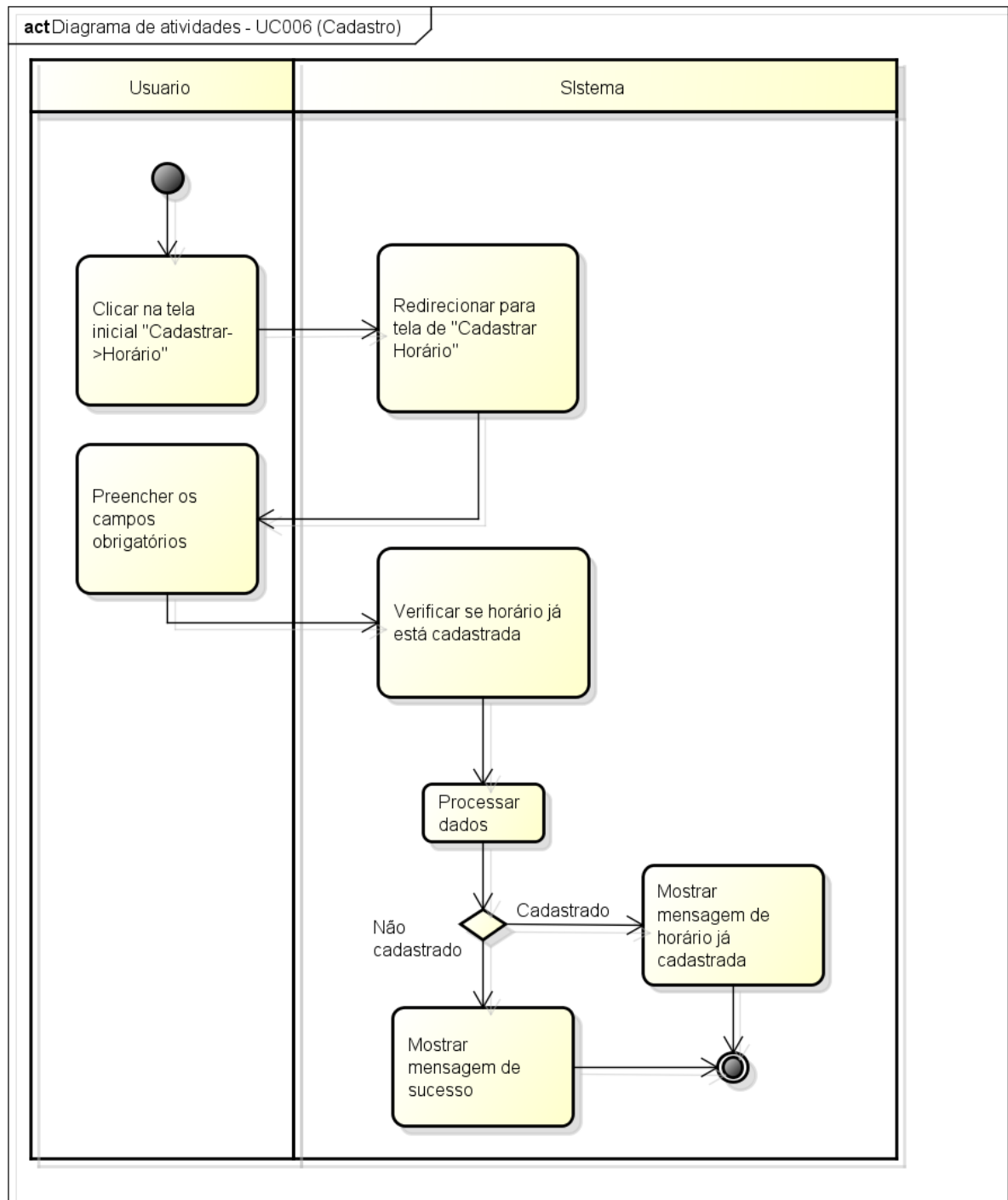
<b>Nome do caso de uso</b>	UC006 - Manter Horário
<b>Descrição</b>	Realizar o CRUD da Horário
<b>Ator(es)</b>	Administrador, Usuário
<b>Precondições</b>	Administrador ou Usuário estar cadastrado no sistema
<b>Fluxo Principal</b>	<p>1 – Usuário realiza o login inserindo nome de usuário e senha.</p> <p>2 – Uma página inicial abre e o Administrador clica no menu “Horário”.</p> <p>3 – Abre um submenu contendo “Cadastrar” e “Listar”. Neste submenu o Usuário pode:</p>



	<p>a) Cadastrar uma nova embarcação ao clicar no botão “Cadastrar”.</p> <p>a1) Uma página é aberta, contendo os campos: Embarcação, Origem, Destino e Hora.</p> <p>a2) O Usuário insere as informações a respeito da nova embarcação e clica no botão “Salvar”.</p> <p>a3) Uma mensagem com o texto “Horário já cadastrada com sucesso” aparece.</p> <p>a4) Encerra.</p> <p>b) Pesquisar uma embarcação ao inserir seu nome e clicar no botão “Pesquisar”.</p> <p>b1) Abre uma página contendo o resultado dos horários pesquisados. Se não houver resultados, aparece um texto “Não constam horários com esses termos de pesquisa”.</p> <p>c) Listar rotas ao clicar no link “Listar”.</p> <p>c1) Abre página contendo uma lista de horários ordenadas alfabeticamente. Se não houver resultados, aparece um texto “Nada cadastrado”.</p> <p>c2) Encerra.</p> <p>d) Alterar uma rota ao clicar no icone “Alterar” na lista de horários.</p> <p>d1) Abre uma página com os dados do horário em seus respectivos campos.</p> <p>d2) Administrador altera dado(s).</p> <p>d3) Administrador clica no botão “Salvar”.</p> <p>d4) Encerra.</p> <p>e) Excluir uma embarcação ao clicar no icone “Excluir” na lista de horários.</p> <p>e1) Abre uma caixa de confirmação perguntando se o administrador realmente deseja excluir aquela embarcação.</p> <p>e2) O Administrador confirma.</p> <p>e3) Encerra.</p> <p>4 – Caso de uso encerra.</p>
--	---

A Figura 19 mostra fluxo de cadastrado para a entidade horário, descrito no Quadro 7 no fluxo principal, item a.

**Figura 19 – Diagrama de atividades do caso de uso UC006 (Cadastro)**



A Figura 20 mostra a tela de cadastro de horários, com ela é possível cadastrar as informações dos horários das embarcações como: nome da embarcação, origem, destino e horário de chegada ou saída. O fluxo dessa tela é descrito no Quadro 5, item a.

**Figura 20 – Cadastro de horário**

The image shows a web browser window with the URL 'localhost/reme/horarios/add'. The page has a navigation bar with links: REME, Monitoramento, Embarcação, Rota, Rastreador, Usuário, and Horário. The main content area is titled 'Cadastrar Horário' and contains a form with the following fields: 'Embarcacao' (with a placeholder 'Embarcacao'), 'Origem' (with a placeholder 'Origem'), 'Destino' (with a placeholder 'Destino'), and 'Hora' (with a placeholder 'Hora'). Below these fields is a blue 'Salvar' button.

Fonte: Próprio autor

Esta seção descreveu a modelagem da solução proposta, as seções seguintes apresentam o projeto da ferramenta e modelagem do Banco de dados.

### 3.1.6 Projeto de Sistema

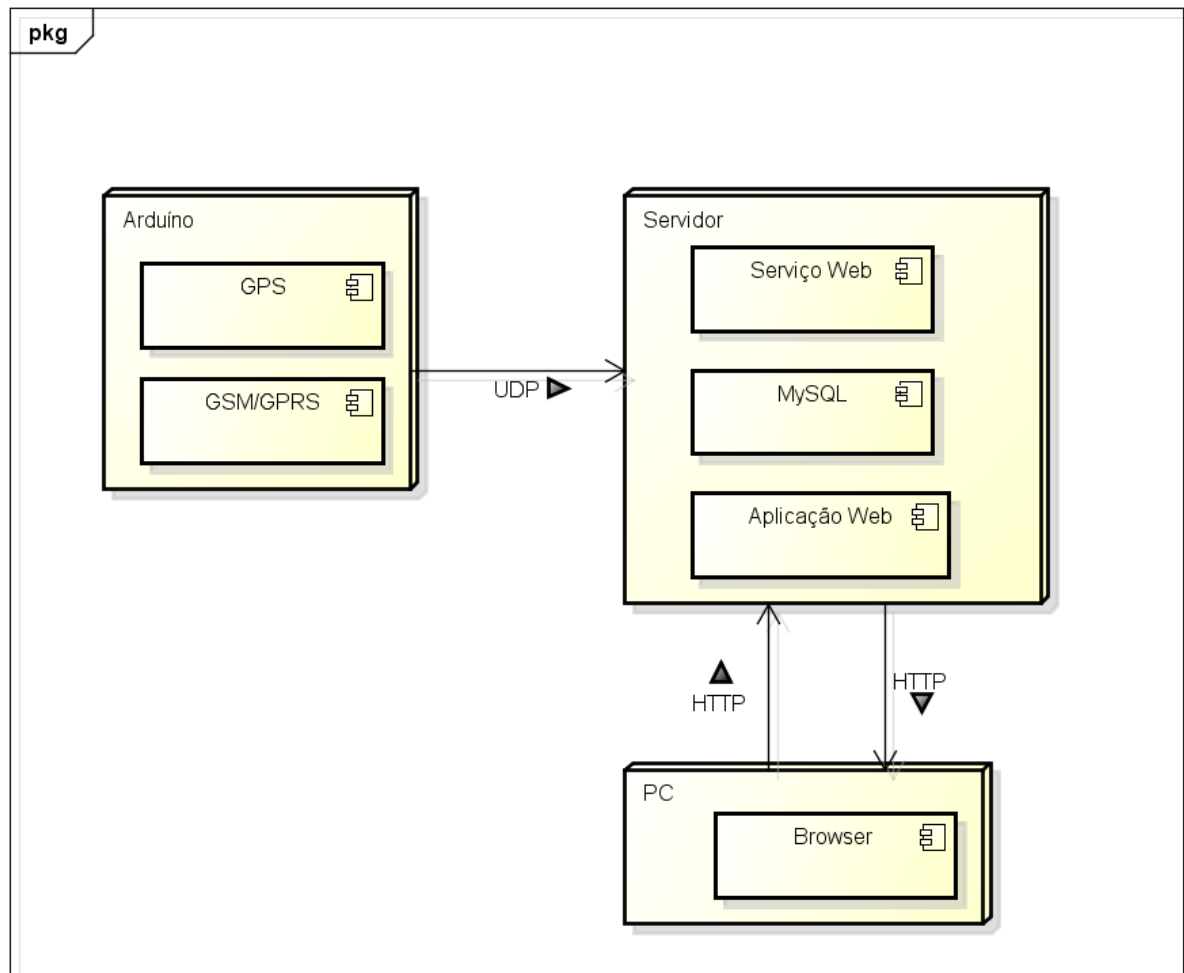
Nesta seção, é mostrada a visão de distribuição que descreve como o sistema é distribuído (nós físicos, infraestrutura de rede usada na comunicação) e a modelagem do Banco de Dados

#### 3.1.6.1 Arquitetura do Sistema

O Arduíno utiliza os módulos de sensor GPS para a coleta da geolocalização e utiliza GSM/GPRS para enviar os dados para o serviço web, para isto, foi utilizado o protocolo User Datagram Protocol (UDP). O serviço web fica aguardando a entrada de dados enviadas pelo arduíno, após o recebimento dos dados ele armazena-os no banco de dados MySQL. O

usuário pode acessar pelo *Browser* o sistema e ter acesso aos dados enviados do arduíno e poder monitorar a embarcação. Esta descrição pode ser visualizada na Figura 21.

**Figura 21 – Diagrama de Distribuição**



powered by Astah

Fonte: Próprio autor

**Figura 22 – Arduino e os shields GPS e GSM/GPRS**



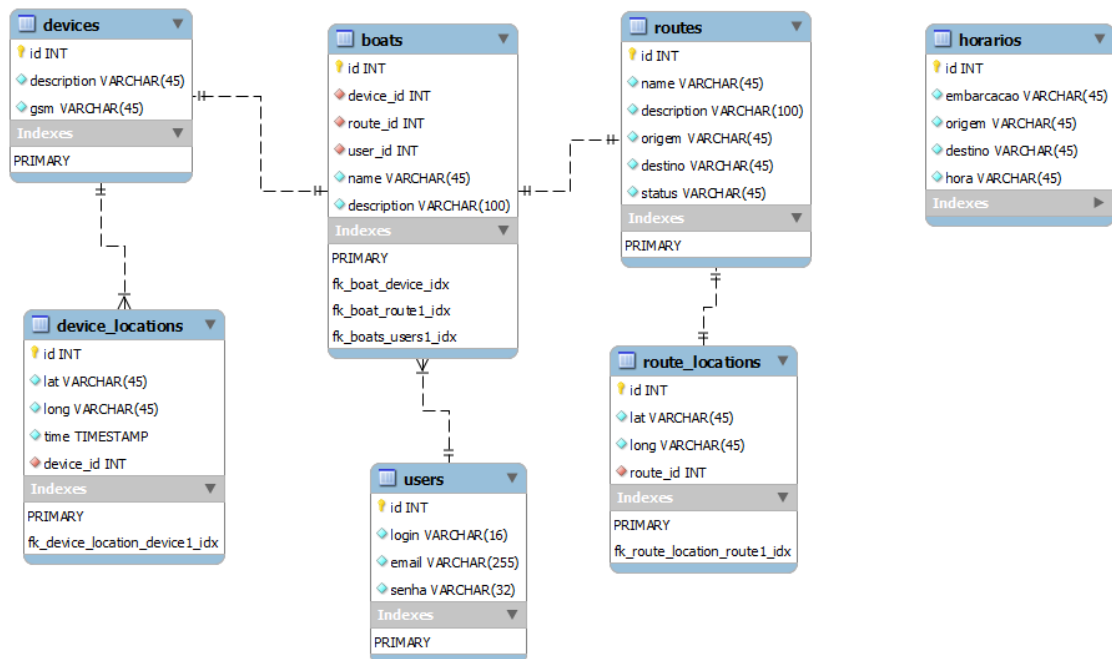
Fonte: Próprio autor

A Figura 22 apresenta o protótipo do arduíno com os módulos GPS e GSM/GPRS acoplados a ele. Este módulos são responsáveis por captar a geolocalização da embarcação e enviar para o servidor web.

### **3.1.6.2 Modelo Entidade-Relacionamento**

A solução proposta precisa armazenar as informações das embarcações. Para isso foi feita a modelagem do Banco de Dados. A Figura 23 apresenta o Modelo Entidade-relacionamento da solução proposta.

**Figura 23 – Modelo Entidade-Relacionamento**



Fonte: Próprio autor

Esta seção apresentou todas as tarefas executadas na primeira iteração do projeto. A Seção seguinte apresenta a segunda iteração, segundo a metodologia estudada.

## 3.2 SEGUNDA ITERAÇÃO DO PROJETO

A segunda iteração no desenvolvimento do projeto durou 30 dias. Aqui segue a descrição das etapas.

### 3.2.1 Implementação

A etapa de implementação foi dividida em três partes: 1) desenvolver o programa para o sistema embarcado e realizar a comunicação dos dados do dispositivo para o webservice, 2) desenvolver o serviço web para receber os dados e armazenar em banco de dados e 3) desenvolver o sistema a partir dos casos de uso descritos na seção 3.1.4.

### 3.2.2 Teste

O procedimento para realização dos testes foi realizado considerando os seguintes itens:

- Coleta de geolocalização do sensor *GPS* do arduíno;
- Comunicação do arduíno com a rede móvel de telefonia (UDP/TCP), utilizando o *shield GSM/GPRS*;
- Envio dos dados coletados para o serviço web e armazenamento em banco de dados das informações recebidas.

Como uma forma de melhor estruturar o trabalho, a descrição dos testes estão sendo realizadas no próximo capítulo.

## 4 EXPERIMENTOS

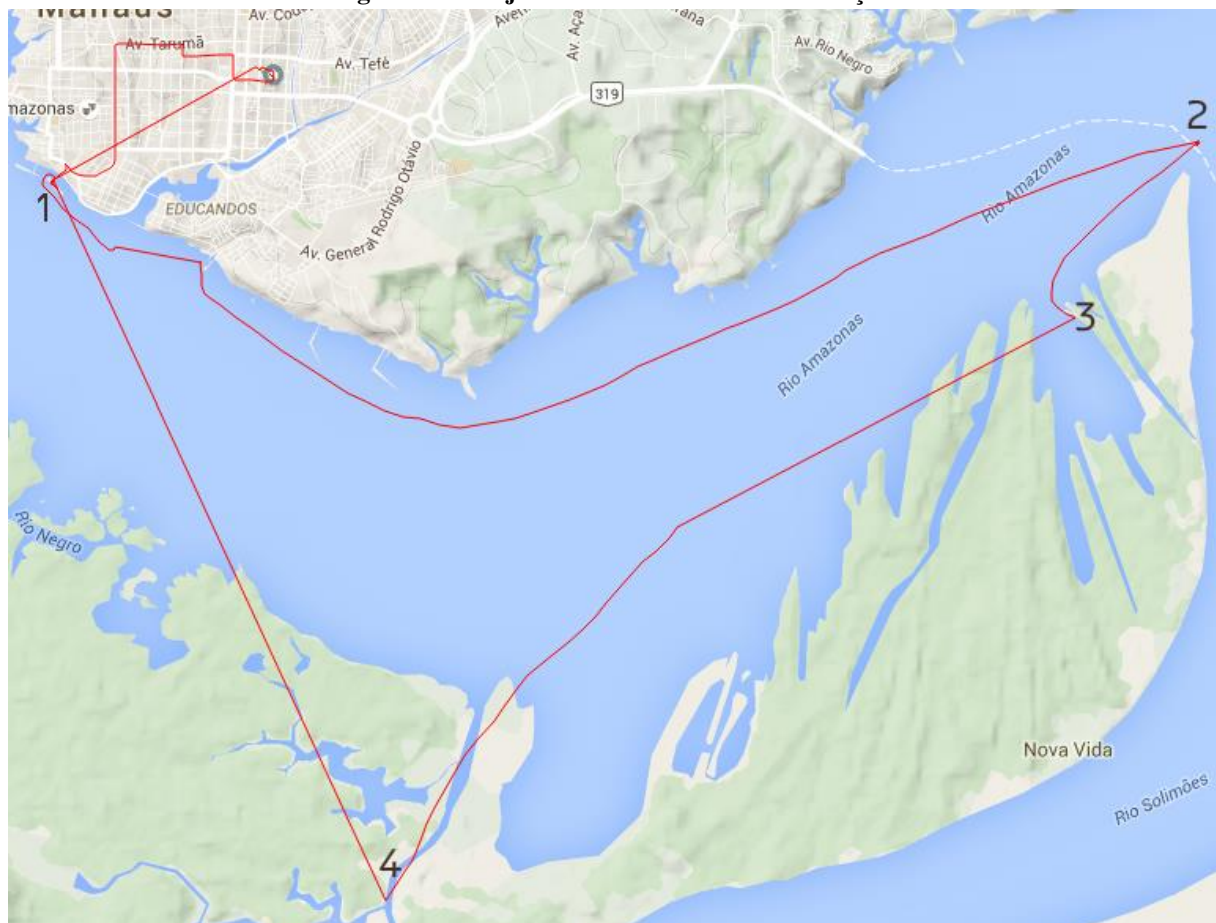
Nessa seção são descritos os experimentos realizados para a avaliação da proposta bem como são citados, ainda que de forma empírica, os benefícios trazidos pelo sistema de monitoramento e mapeamento de transporte fluvial de passageiros na região amazônica.

### 4.1 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DA PROPOSTA

Para avaliação da proposta foi realizada uma navegação visitando alguns pontos turísticos aos arredores da cidade de Manaus.

Conforme ilustrado na Figura 24, o trajeto saiu do porto de Manaus, marcado no mapa como (1), e seguiu para o encontro das águas, marcado como (2), logo após seguiu para a comunidade do catalão, ponto (3), e de lá seguiu rumo ao parque ecológico Janauary, ponto (4), e de lá voltando para cidade de Manaus, ponto (1).

**Figura 24 –Trajeto realizado durante a avaliação**



Fonte: Próprio autor



Como pode ser notado no mapa da Figura 24, existem linhas “retas”, por exemplo, do ponto 4 ao 1, indicando que houve perda de sinal e não houve transmissão da localização nesse trajeto, retomando a comunicação apenas ao chegar no ponto 1. Essa falha na comunicação é devido à falta de sinal da rede de telefonia móvel e, como já citado, há uma limitação da solução de não conseguir armazenar as localizações na embarcação para envio posterior dos trajetos percorridos.

## **4.2 CENÁRIO ATUAL**

Durante um período de tempo foi realizada a atividade de observação da rotina do transporte fluvial, no porto de Manaus. Foram notadas diversas situações problemáticas para os usuários de transportes fluviais, para os donos de embarcações e para os gestores públicos. O maior desses problemas diz respeito à falta de informações, retratado pelo relatório executivo ANTAQ (2013), descrito na Introdução deste trabalho.

De acordo com Danielle Carvalho, chefe da unidade região de Manaus – ANTAQ, o órgão possui um número reduzido de fiscais e que estes não conseguem fiscalizar por completo todas as embarcações.

As seções seguintes descrevem a dinâmica atual e problemas que donos de barcos e usuários enfrentam.

### **4.2.1 Donos de Barcos**

Para os donos dos transportes fluviais foi notado, durante a observação, que não existe uma forma eficiente de monitorar as embarcações que estão navegando.

É comum acontecer atraso por parte das navegações, nestes casos, se for necessário conhecer a atual localização desta, só é possível através de uma ligação para o celular do capitão da embarcação ou mesmo a utilização de rádio amador. Vale a pena frisar que nem sempre as embarcações estão passando por pontos no trajeto fluvial com cobertura de telefonia móvel.

Além disso, não existe registro formal das distâncias percorridas pelas embarcações, informação importante para controlar as manutenções preventivas destas.

#### **4.2.2 Usuários**

Para os usuários dos transportes, tanto os passageiros quanto os que enviam e recebem encomendas, também foi observado que não existe uma forma eficiente de avisos e notificações das embarcações. Não existe um sistema para avisar quando a embarcação está chegando ou se já atracou no porto, aos moldes dos painéis de avisos existentes nos aeroportos.

Todas as informações requeridas são buscadas nos balcões de informação que, assim como nos barcos, nem sempre tem a informação em tempo hábil.

### **4.3 MELHORIAS ESPERADAS COM A FERRAMENTA**

Com a utilização experimental do sistema foi constatado que ele pode resolver alguns problemas levantados na seção 4.2.

#### **4.3.1 Donos de barcos**

Assim como acontece em aviões, com a implantação do sistema é possível ter uma forma eficiente de monitorar as embarcações que estão em navegação e mapear as rotas realizadas por elas. Com isso, é conhecida a localização de determinado barco. É possível prever se um barco está precisando de ajuda e enviar equipes de resgate até o local do barco. É possível computar as distâncias percorridas pela embarcação e saber se está no momento de alguma manutenção.

#### **4.3.2 Usuários**

Para os usuários, será possível haver uma forma de avisar e notificar sobre as embarcações, informar as que estão atracadas, e, para as que estão navegando, informar a previsão de chegada. Com a solução proposta, essas informações são adquiridas de forma mais eficientes, e podem ser disponibilizadas por meio eletrônico ou por meio de painéis nos balcões de informação.

Este capítulo descreveu os experimentos e vantagens que a solução proposta pode trazer. O capítulo seguinte faz a conclusão do trabalho e descreve os trabalhos futuros.

## 5 CONCLUSÃO

O intuito deste trabalho foi criar uma solução computacional, incluído o módulo de hardware e software, acessível aos usuários e gestores dos transportes aquaviários, com a finalidade de mitigar, dentre outras coisas, o problema da falta de informações confiáveis, tais como: horários de saída e chegada das embarcações; avisos sobre atrasos e/ou cancelamento de viagens.

Conforme análise comparativa realizada, o sistema proposto se mostra capaz de atender às referidas demandas, tanto por parte dos donos de barco, quanto por parte dos usuários dos transportes fluviais.

O sistema pode ser utilizado como um indicador para fiscalização dos horários de saída e chegada das embarcações, como também pode monitorar as embarcações, mapeando as rotas realizadas por elas. Com isso, é possível manter o registro de possíveis problemas e atrasos que venham a ocorrer, como também controlar os percursos seguidos pelas embarcações e calcular as distâncias percorridas, informação importante para ajudar a definir as datas das manutenções preventivas.

Deste modo, constata-se que o sistema, como um todo, cumpriu os requisitos necessários para o monitoramento e mapeamento de transporte fluvial de passageiros.

Assim como em qualquer trabalho de pesquisa, algumas dificuldades foram encontradas, a principal delas detectou a maior limitação da solução. Como observado no experimento, alguns pontos de geolocalização foram perdidos, isto se deu em função da deficiência de comunicação, via GSM/GPRS. Esta limitação deu subsídio ao primeiro trabalho futuro, descrito na próxima seção.

### 5.1 TRABALHOS FUTUROS

Após os experimentos foram percebidas algumas possíveis melhorias, como segue:

Desenvolvimento de um módulo no arduíno que seja capaz de armazenar *off-line* as posições do GPS, para utilização de *logs* e *backups*.

Utilizar uma comunicação satelital com a intenção de haver cobertura e monitoramento em regiões onde a rede móvel não se encontra.

Desenvolver um módulo no sistema web que avisará automaticamente quando houver atrasos no trajeto da embarcação, como por exemplo, o horário estimado de chegada ao destino.

Implementar um módulo que seja capaz de definir uma rota prévia para monitorar o trajeto previsto.

## REFERÊNCIAS

APACHE SOFTWARE FOUNDATION. **Apache HTTP Server Project**. 2015. Disponível em: <[http://httpd.apache.org/ABOUT\\_APACHE.html](http://httpd.apache.org/ABOUT_APACHE.html)>. Acesso em: maio 2015.

ANTAQ - AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. **Transportes Aquaviários no Brasil**. Brasília, 2013.

ARAÚJO, Williams. **Implementação de um sistema dinâmico de mapeamento de linhas de ônibus**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Computação) - Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2013.

ARDUÍNO, **Open-source electronics prototyping platform based on flexible, easy-to-use hardware and software**. 2015. Disponível em: <<http://www.arduino.cc/>>. Acesso em: maio 2015.

BATISTA, Djalma. **BUSMANAUS**: aplicativo para mostrar itinerário dos ônibus em Manaus. 2013. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Curso de Sistemas de Informação, Faculdade Fucapi, Manaus, 2013

BOOCH, Grady. et al. **UML: guia o usuário**. Rio de Janeiro: Campus-Elsevier, 2005.

CYSNEIROS; Luiz Marcio. **Requisitos não funcionais**: da elicitação ao modelo conceitual. Disponível em: <<http://www-di.inf.puc-rio.br/~julio/Tese%20-%205.pdf>>. Acesso em: maio 2015.

FAGUNDES, Priscila Bastos. **Framework para Comparação e Análise de Métodos Ágeis**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: 2005.

FREITAS, Filipe. **Desenvolvendo um SIU integrado à plataforma arduino: descrevendo o processo, as dificuldades e as soluções**. 2015. Disponível em: <<http://www6.univali.br/seer/index.php/acotb/article/viewFile/7089/4009>>. Acesso em: mar. 2015.

GOOGLE. **About Google**. Disponível em: <<https://www.google.com/intl/maps/about/>>. Acesso em: mar. 2015.

HASEGAWA, Júlio. **Sistema de localização e navegação apoiado por GPS**. 1999. Disponível em: <[ftp://164.41.49.96/Usuarios/Luis/BACKUP/UNB/UNB/Sistemas%20de%20Medi%C3%A7%C3%A3o/1999\\_gps\\_cbc.pdf](ftp://164.41.49.96/Usuarios/Luis/BACKUP/UNB/UNB/Sistemas%20de%20Medi%C3%A7%C3%A3o/1999_gps_cbc.pdf)>. Acesso em: mar. 2015.

IBM CORPORATION. **Mastering object-oriented analysis and design with UML 2.0**. 2004. Material do curso de certificação. Disponível em: <[http://faculty.ksu.edu.sa/abdku/SWE%20330/08\\_dev475\\_sm04.pdf](http://faculty.ksu.edu.sa/abdku/SWE%20330/08_dev475_sm04.pdf)>. Acesso em: maio 2015.

JSON. **Introducing JSON**. 2015. Disponível em: <<http://json.org/>>. Acesso em: mar. 2015.

MITSUOKA, Igor. **Protótipo de ferramenta para apoio à gestão dos recursos humanos em equipes de software**. 2012. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Curso de Sistemas de Informação, Faculdade Fucapi, Manaus, 2012.

NOGUEIRA, Amarília da Silva; MELO, Aurélia da Silva; SILVA, Kátia Cliene Neles da. **Engenharia de Software**. Manaus: UEA Edições, 2009.

ORACLE. **MySQL**. Disponível em: <<http://www.oracle.com/br/products/mysql/overview/index.html>>. Acesso em: maio 2015.

PRESSMAN, Roger S. **ENGENHARIA DE SOFTWARE**. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software**. 8. ed. São Paulo: Pearson AddisonWesley, 2007.

TRETIN, Paulo. **Domótica via dispositivos móveis com arduíno**. 2012. Disponível em: <<http://periodicos.unesc.net/index.php/sulcomp/article/view/1018/960>>. Acesso em: mar. 2015.