



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA - MEC**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ**  
**DIRETORIA DE ENSINO - CAMPUS TERESINA CENTRAL**  
**DEPARTAMENTO DE INFORMAÇÃO, AMBIENTE, SAÚDE E PRODUÇÃO**  
**ALIMENTÍCIA – DIASPA**  
**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE**  
**SISTEMAS**

**KELLY CIBELY SOUSA LOPES**

**AGIE - SISTEMA PARA GESTÃO DE ESTACIONAMENTOS**

**TERESINA - PI**

**2019**

KELLY CIBELY SOUSA LOPES

## **AGIE - SISTEMA PARA GESTÃO DE ESTACIONAMENTOS**

Trabalho de conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. Campus Teresina Central.

Orientadora Prof<sup>a</sup> Valéria Oliveira Costa.

TERESINA - PI

2019

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

S864a Sousa Lopes, Kelly Cibely  
Agie - Sistema para gestão de estacionamentos / Kelly Cibely Sousa Lopes - 2019.  
77 p. : il. color.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Instituto Federal de Educação,  
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central, Tecnologia em Análise e  
Desenvolvimento de Sistemas, 2019.

Orientador : Prof Me. Valéria Oliveira Costa.

1. Sistema web. 2. Gestão de estacionamento. 3. tempo real. 4. Sensores. I.Título.

CDD 004

---



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ  
CAMPUS TERESINA-CENTRAL  
DIRETORIA DE ENSINO  
DEPARTAMENTO DE INFORMAÇÃO, AMBIENTE, SAÚDE E PRODUÇÃO ALIMENTÍCIA

### FOLHA DE APROVAÇÃO

**Título: AGIE - SISTEMA PARA GESTÃO DE ESTACIONAMENTOS.**

**Aluna: KELLY CIBELY SOUSA LOPES**

**Data: 29 de janeiro de 2019.**

Trabalho de Conclusão da disciplina TCC II defendido junto ao Departamento de Informação, Ambiente, Saúde e Produção Alimentícia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI.

*Valéria O. Costa*

**Presidente:** Prof.<sup>a</sup> Me. Valéria Oliveira Costa  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

*Duany Dreyton Bezerra Sousa*

**Examinador:** Prof. Me. Duany Dreyton Bezerra Sousa  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

*Ricardo Martins Ramos*

**Examinador:** Prof. Dr. Ricardo Martins Ramos  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente ao meu namorado André Luiz que me ajudou em todos os momentos difíceis, me incentivando sempre a ser alguém melhor e a nunca desistir. Agradeço à minha família por terem incentivado embarcar em um curso superior e me acompanharam em todos os anos que estive na universidade.

Agradeço imensamente a minha orientadora Valéria Costa e ao meu amigo Elin por terem acompanhado o desenvolvimento e amadurecimento desse trabalho, sempre acreditando na capacidade do projeto e por terem tornado possível a chegada até aqui.

*“Deixem que o futuro diga a verdade e avalie cada um de acordo com o seu trabalho e realizações. O presente pertence a eles, mas o futuro pelo qual eu sempre trabalhei pertence a mim”*

*(Nikola Tesla)*

## RESUMO

Nos últimos anos o número de veículos tem crescido consideravelmente nas cidades de médio e grande porte. Apesar deste crescimento, o planejamento urbano tem se mostrado insuficiente quanto à oferta de vagas em zonas de grande movimentação, surgindo assim uma dificuldade de localizar vagas livres para estacionar. Baseado neste problema, o objetivo desta monografia é apresentar um sistema para gestão de estacionamentos, o AGIE. A partir do sistema AGIE os usuários podem verificar em tempo real a lotação do estacionamento. O projeto utilizará como piloto o estacionamento do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI, *Campus* Teresina Central. Contando com uma interface web que recebe e analisa dados de um sensor acoplado a cada vaga do estacionamento. O sistema exibe graficamente as vagas ocupadas e livres, assim como emite alertas e estatísticas referentes ao estacionamento. Os resultados obtidos comprovam a viabilidade da aplicação assim como a aceitação do sistema pela comunidade.

Palavras-chave: Sistema web, Gestão de estacionamento, tempo real.

## **ABSTRACT**

In recent years the number of vehicles has grown considerably in medium and large cities, despite this growth, urban planning has proved insufficient in terms of the availability of places in high traffic areas, thus creating a difficulty to locate free parking spaces. Based on this problem, the objective of this monograph is to present a system for park management, the AGIE. From the AGIE system users can check the parking space in real time. The project will use as a pilot the parking of the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI, Campus Teresina Central. With a web interface that receives and analyzes data from a sensor coupled to each parking space, the system graphically displays occupied and free spaces, as well as issues alerts and parking statistics. The results obtained prove the feasibility of the application as well as the acceptance of the system by the community.

Keywords: Web system, Parking management, real-time.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Estacionamento automatizado do Morumbi Shopping.....	25
Figura 2- Estacionamento Inteligente-IE .....	27
Figura 3- Aplicativo HÁ VAGAS .....	27
Figura 4- Arquitetura AGIE com tecnologias utilizadas.....	31
Figura 5- Apresentação Reditec.....	33
Figura 6- Diagrama de Casos de Uso .....	37
Figura 7- Arquitetura AGIE .....	38
Figura 8- Diagrama de Classe AGIE.....	40
Figura 9- Protocolo de Confiabilidade de Dados.....	41
Figura 10- Captura de tela do painel – Tela Inicial.....	44
Figura 11- Captura de tela do painel – Desativando Vaga .....	45
Figura 12- Captura de tela do painel – Vagas desativadas .....	46
Figura 13 Captura de tela do painel –Protocolo de confiabilidade .....	46
Figura 14- Captura de tela do painel – Divisão por setores.....	47
Figura 15- Captura de tela do painel – Setor detalhado.....	47
Figura 16- Captura de tela do painel – Status da placa.....	48
Figura 17- Captura de tela do painel – Gráficos real-time .....	49
Figura 18- Captura de tela do painel – Gráfico de ocupação de vagas .....	49
Figura 19- Captura de tela do painel – Gráficos Gerais .....	50
Figura 20- Figura 20-Captura de tela do painel do usuário – parte 1 .....	51
Figura 21- Figura 20-Captura de tela do painel do usuário – parte 2.....	52
Figura 22- Média de dificuldade encontrada pelos usuários.....	53
Figura 23- Facilidade na Localização de vagas livres.....	53
Figura 24- Diminuição do tempo da obtenção de informações de ocupação.....	54
Figura 25- Sugestões de Funcionalidades.....	54
Figura 26- Resposta a primeira pergunta do questionário .....	55
Figura 27- Resposta a terceira pergunta do questionário .....	56
Figura 28- Resposta a quarta pergunta do questionário .....	56

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
DETRAN-PI	Departamento Estadual de Trânsito do Piauí
IFPI	Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Estado do Piauí
MVP	Minimum Viable Product
LEPAC	Laboratório Francês de Estudos Prospectivos e Cartográficos
WIFI	Wireless Fidelity
MVC	<i>Model, View e Controller</i>
CSS	Cascading Style Sheets
HTML	Linguagem de Marcação de Hipertexto.
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
DRY	<i>Don't Repeat Yourself</i>
AM	Métodos Ágiles
DCU	Diagrama de caso de uso
CRUD	Create, Read, Update e Delete
API	Interface de Programação de Aplicativos
AJAX	<i>Asynchronous JavaScript and XML</i>

## Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>1.1</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b>	<b>14</b>
<b>1.2</b>	<b>VISÃO GERAL DO PROJETO</b>	<b>15</b>
<b>1.3</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>16</b>
1.3.1	Geral	16
<b>1.4</b>	<b>DEFINIÇÃO DO PROBLEMA</b>	<b>16</b>
<b>1.5</b>	<b>ESCOPO DO PROJETO</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>19</b>
<b>2.1</b>	<b>SOFTWARE E ENGENHARIA DE SOFTWARE</b>	<b>19</b>
2.1.1	Arquitetura de <i>software</i>	20
<b>2.2</b>	<b>DESENVOLVIMENTO WEB</b>	<b>21</b>
<b>2.3</b>	<b>FRAMEWORK NO DESENVOLVIMENTO WEB</b>	<b>22</b>
2.3.1	A Arquitetura MVC – <i>Model, View e Controller</i>	22
<b>2.4</b>	<b>DESEMPENHO DE APLICAÇÕES WEB</b>	<b>23</b>
2.4.1	<i>A real time web</i>	23
2.4.2	<i>Event-loop</i>	24
<b>2.5</b>	<b>TRABALHOS RELACIONADOS</b>	<b>25</b>
2.5.1	Morumbi Shopping	25
2.5.2	Estacionamento Inteligente - IE	26
2.5.3	Há vagas	27
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>29</b>
<b>3.1</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE</b>	<b>29</b>
<b>3.2</b>	<b>LEVANTAMENTO DE REQUISITOS E ANÁLISE</b>	<b>29</b>
<b>3.3</b>	<b>PROJETO</b>	<b>30</b>
<b>3.4</b>	<b>TESTES DE USUÁRIOS</b>	<b>32</b>
<b>3.5</b>	<b>AVALIAÇÕES DO SISTEMA</b>	<b>32</b>
<b>4</b>	<b>AGIE</b>	<b>34</b>
<b>4.1</b>	<b>PROTOCOLO DE CONFIABILIDADE DE DADOS</b>	<b>40</b>
<b>4.2</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DA SOLUÇÃO</b>	<b>42</b>
4.2.1	Painel Administrativo.	43

4.2.2	Painel do Usuário .....	49
4.3	<b>TESTES COM USUÁRIOS .....</b>	<b>51</b>
4.4	<b>AVALIAÇÕES DO SISTEMA .....</b>	<b>54</b>
5	<b>CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>57</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo será apresentado a motivação, justificativa e principais objetivos que levaram ao desenvolvimento do sistema AGIE.

Nos últimos anos a quantidade de automóveis no mundo tem crescido consideravelmente. Segundo estimativas do Laboratório Francês de Estudos Prospectivos e Cartográficos (LEPAC), havia 360 milhões de automóveis em todo o mundo no ano de 1980, atualmente existem cerca de um bilhão de veículos (LEPAC, 2018). No Brasil esse quadro não é diferente, segundo dados do Observatório das Metrópoles e o Departamento Nacional de Trânsito DENATRAN, o número de automóveis dobrou nos últimos anos, passando de 24,5 milhões para 65,8 milhões entre os anos de 2011 e 2018 (DENATRAN, 2018), fazendo com que o país ocupe atualmente o quarto lugar no *ranking* mundial.

No Piauí o crescimento da frota de carros e motos segue o mesmo padrão do resto do país, só na capital Teresina estima-se que o número de automóveis tenha alcançado 204.252 mil, sendo classificada na lista das 50 maiores frotas de carros e motos do Brasil (DETRAN-PI, 2018). Paralelo a este aumento tem-se o constante problema da falta de estacionamentos. Tendo em vista o grande tráfego de veículos e a constante procura por vagas livres, veículos particulares têm poucas opções de lugares para estacionar. Sejam momentâneas, diárias, semanais ou mensais as vagas são cada vez mais escassas.

Mesmo em estacionamentos privados não é fácil e rápido encontrar uma vaga disponível. As altas demandas juntamente com a falta de gerenciamento adequado, acabam resultando em uma perda considerável de tempo para os usuários, pois há ausência de controle de informações quanto à disponibilidade de vagas.

Diante do crescente problema na hora de estacionar, é cada vez maior a busca por soluções viáveis e inovadoras. No ramo da mobilidade urbana, o conceito de estacionamento inteligente vem inovando com recursos tecnológicos que combinam conforto para os usuários e avanços científicos no mercado (BANDEIRA, 2015).

Diariamente servidores e usuários do estacionamento do IFPI - *Campus Teresina Central* sofre com o problema na hora de buscar uma vaga para estacionar. Devido à grande demanda, ao formato do estacionamento e a uma reduzida oferta de vagas, torna-se difícil o gerenciamento do estacionamento do campus, fazendo com que os responsáveis pela portaria tenham de se locomover pelo estacionamento verificando a vacância dos espaços.

A tarefa acima descrita pode ser demorada e cansativa, provocando assim incômodos tanto aos vigilantes responsáveis por essa verificação, quanto para os usuários do estacionamento. Mesmo disponibilizando uma placa informativa na entrada do estacionamento, que informa se este atingiu sua lotação máxima ou não, os usuários só possuem acesso a essa informação tendo que se locomover a entrada da instituição. A dificuldade ao acesso a informação sobre a disponibilidade de vagas pode acarretar atrasos nas atividades diárias dos funcionários.

## **1.1 JUSTIFICATIVA**

Estima-se que existam atualmente 475 funcionários ativos no *Campus Teresina Central*, dos quais a maioria possui um ou mais veículos, utilizando o estacionamento do IFPI. Este por sua vez, se mostra insuficiente diante da grande demanda, possuindo apenas 71 vagas, sendo seis destas reservadas para portadores de necessidades especiais e idosos.

Problemas na utilização do estacionamento são frequentes devido ao grande número de veículos que o utilizam diariamente. Contratempos motivados pela forma inadequada de estacionar podem provocar a necessidade de comunicação com o Departamento de Administração do Campus. Este departamento é o responsável pelo gerenciamento de usuários e veículos que possuem acesso ao estacionamento.

O atual modo utilizado para resolver o problema referenciado acima é o seguinte: a partir do contato com a prefeitura da instituição, é feita uma busca para que se encontre a ficha cadastral do veículo provocador do incômodo. A busca acaba tornando-se demorada, pois é feita manualmente pela equipe. Depois de encontrados os dados, entra-se em contato com o dono do veículo para que ele o retire, liberando assim o acesso ao estacionamento.

Neste contexto, uma ferramenta para gerenciamento do estacionamento mostra-se essencial. Ela deve ser de fácil utilização e otimizar a busca por informações de usuários do estacionamento. O sistema também deve auxiliar as atividades dos responsáveis pela portaria, diminuindo a sobrecarga de suas atividades.

O principal motivo para a realização deste projeto surgiu a partir da observação do tempo que os motoristas levam procurando vagas ao tentarem estacionar. Também é levada em conta a dificuldade de gerenciamento sentida pelos funcionários responsáveis pelo estacionamento.

Com o intuito de amenizar os problemas apresentados e aumentar a agilidade na busca por vagas livres, foi desenvolvido um sistema capaz de gerenciar o estacionamento. Este foca em minimizar a procura desnecessária por vagas e auxiliar os administradores na localização dos donos de veículos.

## **1.2 VISÃO GERAL DO PROJETO**

No sistema desenvolvido, efetua-se a gestão de um estacionamento, por meio do controle e monitoramento do status das vagas, através de um sistema central que se encontrará na guarita de entrada da instituição.

A aplicação apresentada neste trabalho será responsável pela comunicação entre um módulo embarcado base e funcionários responsáveis pelo gerenciamento do estacionamento. O AGIE também realiza a integração com o módulo base que é encarregado pela captação de dados de uma rede de sensores que se encontra acoplada as vagas no estacionamento.

O AGIE disponibiliza uma interface *web* que é acessada pela coordenação e pelos usuários do estacionamento. Estes deverão estar pré-cadastrados para terem acesso em tempo real ao estado em que se encontram as vagas. O sistema utiliza as cores vermelha para ocupada, verde para livre e cinza para caso esta esteja interditada ou desabilitada, vagas reservadas são informadas com símbolos informativos correspondentes. Assim, o sistema facilitará a verificação do status das vagas, diminuindo o tempo de procura por parte dos funcionários e proporcionando

uma melhor experiência aos usuários que poderão verificar a situação do estacionamento antes mesmo de chegarem a entrada do campus.

O AGIE auxilia na parte gerencial do estacionamento. É através dele que atividades como: cadastrar usuários, consultar veículos e emitir relatórios, serão executadas. O sistema também efetuará o envio de mensagens aos usuários proporcionando assim um maior controle, tornando o gerenciamento mais ágil.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Geral**

Apresentar um sistema de tempo real que facilite a localização das vagas livres e otimize o controle gerencial de um estacionamento.

Além do objetivo definido acima, este trabalho conta com um conjunto de objetivos específicos, sendo eles:

1. Implantar uma gestão de controle para o estacionamento.
2. Auxiliar os usuários a localizarem mais rapidamente as vagas livres.
3. Contribuir nas atividades dos funcionários na busca de donos de veículos.

### **1.4 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA**

Este trabalho apresenta uma solução viável, para os transtornos causados pela grande procura de vagas e as dificuldades encontradas no gerenciamento do estacionamento do IFPI.

O fato de não existir atualmente um *feedback* rápido ao usuário, que lhe auxilie com relação a disponibilidade de vagas livres, tem provocado diversos problemas. O problema mais identificado pelos usuários foi o demorado tempo para encontrar uma vaga livre, pois somente na localidade da instituição estes tem acesso às informações de lotação, assim ocorrendo casos em que o estacionamento esteja lotado os usuários devem ir atrás de outros locais para estacionar o que demanda tempo e atraso nas atividades.



Uma solução para os casos elucidados acima é o uso do sistema AGIE, que beneficia os usuários através da redução do tempo ao acesso as informações de lotação do estacionamento. Assim como em casos de possuir vagas livres no estacionamento este diminui o tempo gasto a procura de um lugar para estacionar tendo em vista que a aplicação informa a localização exata e disponibilidade das vagas livres ao usuário.

## **1.5 ESCOPO DO PROJETO**

O sistema desenvolvido não se responsabiliza pelo controle da entrada de veículos não autorizados, ou seja, veículos não pertencentes a servidores da instituição. O sistema controla somente a verificação do estado das vagas (ocupada ou livre) e ajuda a identificar os donos de carros cadastrados no perfil dos usuários do sistema, assim como facilita os administradores na interação com os usuários por meio de informativos ou mensagens diretas.

Outra questão de segurança não abordada pela aplicação é a utilização do estacionamento de modo inadequado por parte do usuário, como por exemplo, a utilização de mais de uma vaga do estacionamento por veículos de um único usuário ou estacionar de modo errado de modo a ocupar duas vagas com um único carro.

As principais vantagens desse projeto são:

1. Facilitar aos usuários cadastrados no sistema a localização de vagas livres.
2. Acesso a gráficos de lotação por hora, captados em tempo real no estacionamento, para emissão de relatórios.
3. Informar ao usuário em tempo real a situação das vagas no estacionamento.
4. Por meio do painel administrativo do sistema auxiliar o contato com os usuários cadastrados.

**Resumo**

Nesse capítulo foi apresentada a contextualização do problema que será solucionado através do sistema apresentado nesse projeto, assim como: sua motivação, justificativa, escopo da solução, limitações, objetivos gerais e específicos do trabalho.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão apresentados os fundamentos teóricos utilizados para o desenvolvimento da solução, bem como os padrões de arquitetura de software, desempenho de aplicações web e conceitos de aplicações *realtime* assim como a exposição dos principais trabalhos relacionados à área do sistema desenvolvido.

### 2.1 SOFTWARE E ENGENHARIA DE SOFTWARE

Atualmente muitos desenvolvedores propagam a ideia de que *software* é apenas um código ou um produto desenvolvido a um cliente. Entretanto a definição vai muito além, abrangendo todos os artefatos adquiridos durante o processo de seu desenvolvimento. Segundo Sommerville (2007) *software* é definido como “[...] não apenas o programa, mas também toda documentação associada e os dados de configurações necessários para fazer com que esse programa opere corretamente”.

Diante desta realidade, a construção de um *software* deve seguir métodos eficazes de especificação e implementação, além de ser necessário que haja uma documentação que auxilie não só no seu desenvolvimento como também na sua manutenção. O processo de desenvolvimento de um *software* pode ocorrer de várias formas, uma das mais utilizadas, segundo Pádua (2000), é o desenvolvimento de “codifica-remenda” onde o desenvolvedor sem nenhuma base de conhecimento metodológico inicia a implementação de forma caótica. As más consequências desse método são rapidamente notadas, como por exemplo: funções que não executam da forma planejada pelo cliente, a adição de algo que não está de acordo com o idealizado para o sistema, ou problemas ocasionados pela falta de documentação na hora de dar manutenção ao sistema (PÁDUA, 2000).

Diante dos fatos apresentados acima, a necessidade de uma metodologia de desenvolvimento que auxilie no planejamento e manutenção da aplicação mostra-se essencial. Quanto mais planejada for a elaboração do sistema, melhor ele será executado, quanto mais detalhada sua documentação, menores as possibilidades de insucesso (MILLER, 2002).

Uma tática apresentada por Pádua (2000) para elucidar as dificuldades encontradas durante a elaboração do software é definir a arquitetura do sistema.

Esta pode ser considerada o “elemento norteador” do processo de desenvolvimento, visto que a partir dela é possível estabelecer as consistências e as principais dependências do sistema (MILLER, 2002).

### 2.1.1 Arquitetura de *software*

A arquitetura de software sugere como o sistema deve ser organizado em sua estrutura geral. Este estágio é considerado um elo entre o projeto e a engenharia de requisitos, sendo responsável por identificar os principais componentes estruturais e o relacionamento entre eles (SOMMERVILLE, 2011).

A arquitetura é de fundamental importância, pois afeta o desempenho e a robustez, assim como a capacidade de manutenibilidade do sistema, sendo essencial para o gerenciamento da complexidade, pois esta serve como plano de projeto para negociações de requisitos assim como um meio de estrutura para discussões com os clientes (PRESSMAN, 2016).

A arquitetura de um software pode ser baseada em estilos de arquiteturas que são conhecidos como padrões arquiteturais. Um padrão de arquitetura é a descrição de uma organização do sistema, estes capturam essência de uma arquitetura e pode ser usada em diferentes sistemas de softwares (WAZLAWICK, 2012).

Entre os padrões de arquitetura apresentados por Wazlawick (2012) estão:

1. Padrão em camadas: Neste padrão a arquitetura do software é organizada em um conjunto de camadas, com intuito de possuir maior flexibilidade e suporte a portabilidade. Neste padrão se encontra a arquitetura MVC (*model, view e controller*) que é à base do gerenciamento de muitas aplicações web. Ela permite que os dados sejam desacoplados e alterados de forma independente da sua representação.
2. Padrão repositório: É um modelo com base em um banco de dados compartilhado que consistem em uma maneira eficiente de compartilhar grandes quantidades de dados. Este modelo é

apropriado para sistemas onde os dados são gerados por um subsistema e utilizado por outros.

3. Padrão cliente-servidor: Esta arquitetura geralmente é utilizada para sistemas distribuídos, onde os dados do sistema são distribuídos em uma série de processadores. Um dos benefícios dessa arquitetura é a separação dos serviços que podem ser alterados sem afetar outras partes do sistema.
4. Padrão baseado em Eventos: Nesta arquitetura os processos se comunicam por meio de propagação de eventos, esses eventos permitem a detecção de mudanças no meio de execução sem a necessidade de uma consulta periódica.

Para o desenvolvimento do Sistema AGIE foram utilizados alguns dos padrões de arquiteturas expostos acima, como o padrão MVC e o padrão cliente-servidor, e padrão baseado em eventos que serão mais bem detalhados no decorrer deste capítulo.

## 2.2 DESENVOLVIMENTO WEB

As aplicações *web* já existem há algum tempo e desde então vêm adquirindo cada vez mais espaço no mercado. Apesar de hoje ser bastante reconhecido, esse tipo de aplicação teve que evoluir muito para chegar ao nível de sofisticação e fluidez que atualmente se encontra (BAPTISTELLA, 2009).

Uma das principais barreiras responsáveis por impedir seu avanço foi o tráfego desnecessário gerado pela retransmissão de dados requisitados. A interação com o servidor exigia uma atualização completa da página, o que resultava na demora do carregamento, provocando incômodos aos usuários que eram familiarizados com sofisticados aplicativos cliente-servidor. (ASLESON; SCHUTTA, 2006).

Diante dessa realidade, surgiu uma demanda cada vez maior do uso de páginas dinâmicas. Desta necessidade surgiram várias tecnologias que prometiam ser mais produtivas e modernas. Dentre elas, surgiram os *frameworks* de aplicações *web* que visam maximizar a produtividade no desenvolvimento (DA SILVA, 2004).

## 2.3 FRAMEWORK NO DESENVOLVIMENTO WEB

Um *framework* auxilia na diminuição de dificuldades no desenvolvimento web, podendo ser considerado um esqueleto que quando bem especificado produz aplicações complexas e personalizadas. Muitas aplicações web vêm sendo desenvolvidas a partir de *frameworks*, em virtude das facilidades que esse tipo de implementação oferece. Entre essas facilidades podemos citar o reuso de código, a redução do custo de implementação e uma estrutura de desenvolvimento bem *definida* (DA SILVA, 2004).

A utilização de um *framework* no desenvolvimento de sistemas permite ao programador uma menor preocupação com a configuração e coesão entre os elementos da aplicação, como por exemplo, a comunicação entre as regras de negócio. Assim é possível concentrar seu foco na aplicação em si (THOMAS et al., 2007). Outra vantagem de grande parte dos *frameworks* é a utilização do conceito DRY (*Don't Repeat Yourself*), onde todo o conhecimento em um sistema deve ser expresso em apenas um lugar, de modo a evitar repetição de código. Assim, mudanças nos requisitos de um sistema tendem a possuir impacto reduzido, pois o tempo gasto nessas é menor (THOMAS et al., 2007).

Utilizando a arquitetura MVC um *framework* provê estrutura padrão para banco de dados, serviços e páginas web. O MVC encoraja a utilização de padrões web como JSON para transparência de dados, como *HTML*, *CSS* e *JavaScript* para interface de usuário, tornando assim a manutenção de um programa mais tranquila. (DUARTE, 2011).

Conforme as qualidades da arquitetura MVC apresentadas, esta foi utilizada no desenvolvimento do sistema AGIE e será melhor detalhada nos tópicos seguintes.

### 2.3.1 A Arquitetura MVC – *Model, View e Controller*

O modelo arquitetural MVC tem sido um dos aspectos mais explorados na criação dos frameworks atuais. Criada em 1979 por Trygve Reenskaug, a arquitetura MVC é utilizada no desenvolvimento de aplicações interativas, as quais são divididas

em três componentes: *model*, *view* e *controller* ou modelos, visões e controladores (THOMAS et al., 2007).

O conceito de *model*, ou modelo, representa dados ou regras específicas da aplicação (*business data e business logic*), também sendo responsável por gerenciar o acesso ou atualização desses dados (DUARTE, 2011).

A *view*, ou visão, é responsável por renderizar o conteúdo de um modelo, acessando seus dados, especificando como eles devem ser apresentados ao usuário (BAPTISTELLA, 2009).

O *controller*, ou controle, é responsável pelas interações com a *view* (visão), sendo também responsável por fazer o intermédio entre o *model* e a *view* de uma camada. Por exemplo, pegar os dados do *model* e exibir em uma *view* ou escolher a *view* apropriada de acordo com as ações do usuário (FIGUEIREDO, 2015).

Essa divisão em três camadas feitas na arquitetura MVC proporciona facilidade na organização da aplicação, possibilitando uma melhor manutenção das funcionalidades do sistema, pois cada camada pode ser alterada sem afetar diretamente a outra.

## **2.4 DESEMPENHO DE APLICAÇÕES WEB**

Um dos pontos principais para melhorar a experiência dos usuários de sistemas web é a rápida disponibilidade do conteúdo. Porém o grande volume de dados armazenados e a crescente quantidade de usuários dificulta o fornecimento de conteúdo com um desempenho aceitável, demonstrando assim cada vez mais a necessidade de conteúdos em tempo real.

O sistema AGIE, para atender corretamente seus requisitos temporais, necessita que a comunicação entre seus módulos ocorra em tempo real. Para que essa comunicação ocorra foi utilizado o paradigma *real time web*.

### **2.4.1 A real time web**

A *real time web* é um paradigma baseado na busca de informações para o usuário o mais rápido possível (FARINES, 2012). Diferente do que ocorre

atualmente, onde os *softwares* são desenvolvidos de modo que requeiram verificações periódicas por atualizações.

Este paradigma atua diferente dos modelos de aplicações baseadas em respostas *Ajax* (*Asynchronous JavaScript and XML*), onde os servidores necessitam enviar e receber requisições intensamente em um determinado intervalo de tempo. A comunicação utilizada na *real time web* permite a detecção de mudanças no meio de execução sem a necessidade de uma consulta periódica (BAPTISTA, ENDLER, et al., 2005).

Esta comunicação é de fundamental importância sendo utilizado em conjunto ao conceito de *event-loop* para atender todos os requisitos temporais do sistema desenvolvido. Outra qualidade desse tipo de comunicação é que ocorre de forma leve e rápida, possibilitando um desenvolvimento fácil de ser mantido ao longo do tempo (BERNARDINO, 2016).

A arquitetura utilizada nesse na *real time web* é conhecida como *publish/subscribe* ou arquitetura baseada em eventos que foi anteriormente descrita. Nos dias de hoje esse paradigma é frequentemente utilizado, tornando-se cada vez mais comum. O conceito de *real time web* é vastamente utilizado por grandes sistemas como *twitter*, *Instagram* e *Facebook*.

#### 2.4.2 Event-loop

A comunicação orientada a eventos segue a mesma filosofia aplicada no *client-side* da linguagem de programação *JavaScript*, porém não é possível realizar eventos com *click* ou *keyup*. É importante ressaltar que o modelo *real time web* é normalmente implementado para leitura de dados. Este é usado com intuito de fornecer dados aos consumidores (FERNANDES, 2016).

O *event-loop* é um agente responsável por escutar e emitir dados no sistema. Este pode ser considerado na prática um *loop* infinito, onde a cada interação que houver com o sistema, ele retorna os dados corretos, emitindo um determinado evento (PEREIRA, 2014). Todo o conceito apresentado, de *real-time web* e *event-loop* foram empregados no desenvolvimento do *módulo map* utilizado



no AGIE, sendo responsável por gerenciar os eventos e alterações que ocorreram no mapa do estacionamento.

## 2.5 TRABALHOS RELACIONADOS

Atualmente existem estacionamentos que utilizam sistemas inteligentes que auxiliam seus usuários na localização de vagas livres por intermédio de aplicativos ou placas informativas. Alguns destes são escritos por Alhak (2010), Bandeira (2015) e por Cunha (2016) que serão descritos abaixo.

### 2.5.1 Morumbi Shopping

Um dos primeiros estacionamentos a utilizarem o conceito de estacionamento inteligente, como mostra a Figura 1, foi o Morumbi Shopping localizado na cidade de São Paulo (ALHAK, 2010).

**Figura 1- Estacionamento automatizado do Morumbi Shopping**



Fonte: (ALHAK, 2010)

Este trabalho usa sensores *Light Emitting Diode* (LED'S) de cores vermelhas e verde e auxilia seu usuário na identificação de vagas livres além de ajudar a

administração do *shopping* a fazer um mapa de ocupação de veículos no estacionamento (ALHAK, 2010).

Este sistema usa um painel indicativo de vagas que é colocado na entrada do estabelecimento. O painel auxilia o usuário a encontrar vagas disponíveis através de setas de localização conforme mostra a figura 1. Além disso, o painel informa a quantidade de vagas livres.

A distribuição dos sensores em cada vaga é feita de maneira individual. Quando este detecta a presença de algum veículo a luz vermelha é acesa, indicando que o local está ocupado.

### 2.5.2 Estacionamento Inteligente - IE

Bandeira (2015) apresenta um protótipo de um estacionamento automatizado para o gerenciamento de vagas cobertas ou descobertas que estejam desocupadas.

Similar ao projeto descrito anteriormente, este se utiliza de sensores ultrassônicos que detectam a presença do veículo. As informações em tempo real do número total de vagas não ocupadas são indicadas por um painel que se encontra na entrada do estacionamento.

As vagas contêm *LED'S* de cores variadas indicando seu estado, se são para uso geral ou reservadas para idosos e portadores de necessidades especiais, conforme mostra a Figura 2.

Em comparação a esse sistema o AGIE se mostra vantajoso, pois mostra não somente a quantidade de vagas, como também suas localizações. Outro ponto positivo encontrado no AGIE é a possibilidade de obter as informações de lotação sem necessitar estar próximo ao estacionamento.

**Figura 2- Estacionamento Inteligente-IE**

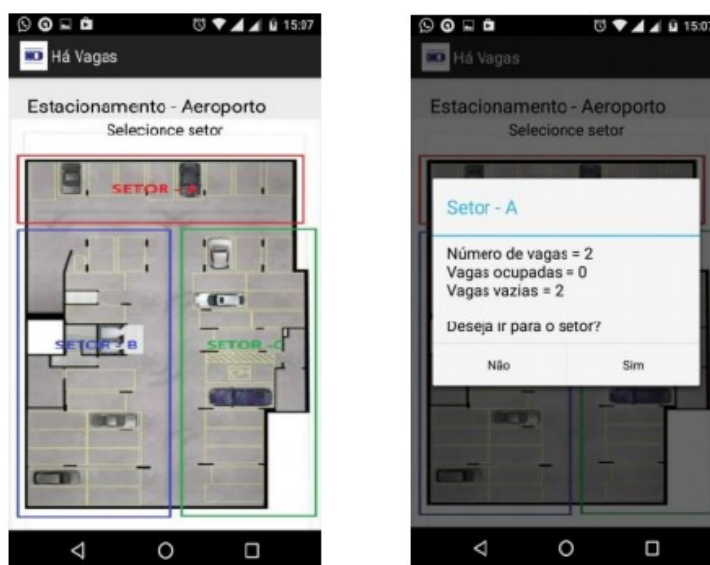


(Fonte: BANDEIRA 2015)

### 2.5.3 Há vagas

Esse aplicativo apresentado por Cunha (2016) mostrado da figura 3, conta com cadastro de estacionamentos e vagas. Nele é possível visualizar o mapa do estacionamento e suas respectivas vagas livres e ocupadas.

**Figura 3- Aplicativo HÁ VAGAS**



Fonte: (DA CUNHA, 2016).

Entretanto o mapa apresentado pelo aplicativo consiste apenas de uma imagem estática com intuito de auxiliar os usuários a identificar os setores. O mesmo não deixa explícito onde estão localizadas as vagas livres e ocupadas. Por meio de uma tela de notificações, o aplicativo informa de modo simples apenas a quantidade de vagas livres que se encontra em cada setor.

As propostas atualmente encontradas no mercado utilizam métodos em que o usuário tem que se fazer presente no estacionamento, para o conhecimento da localização de vagas livres ou mostram apenas a informação da quantidade de vagas livres sem informar a localização das mesmas no mapa do estacionamento.

O AGIE mostra-se vantajoso na relação cliente/sistema, já que o usuário não precisa necessariamente estar próximo ou presente no estacionamento para ter acesso, em tempo real, da situação de ocupação, localização e disponibilidade de vagas, tendo apenas que acessar o sistema por meio de seu *smartphone*.

No que diz respeito ao custo x benefício, o AGIE foca na capacidade do *software* de gerir de forma prática o estacionamento, não apenas a utilização de *hardware*. O AGIE se sobressai dentre os demais, por utilizar integração com a internet para informar sobre a localização das vagas livres e ocupadas, usando assim tecnologias acessíveis ao usuário e *hardware* de baixo custo que atendem as necessidades do sistema.

## RESUMO

Nesse capítulo foram apresentados os principais fundamentos teóricos utilizados no desenvolvimento do AGIE, que são apresentados por meio dos padrões de arquitetura, fundamentos da programação *web* desempenho de aplicações *web* e conceitos de aplicações *realtime*, assim como trabalhos relacionados.

### 3 METODOLOGIA

Neste capítulo serão descritas as técnicas e metodologias utilizadas no trabalho envolvendo todas as etapas da modelagem do software que inclui os materiais e métodos empregados no decorrer do desenvolvimento deste trabalho e avaliação do sistema por parte da comunidade.

#### 3.1 DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE

Para o desenvolvimento do software, a metodologia escolhida baseia-se nos princípios do manifesto Ágil, buscando melhorar e agilizar os processos envolvidos no desenvolvimento da aplicação (WAZLAWICK, 2012).

Os métodos Ágeis (AM) são uma coleção de práticas, guiadas por princípios e valores que são aplicadas por profissionais de softwares (WAZLAWICK, 2012). Dentre esses se encontra o *Kanban* que foi utilizado inicialmente, juntamente à ferramenta de gerenciamento *Trello*.

Na elaboração do AGIE, utilizou-se uma metodologia de desenvolvimento composta das seguintes fases: Levantamento de requisitos, Análise, Implementação, Testes e Avaliação. O processo de software utilizado foi baseado nos princípios do modelo incremental, porém este não foi utilizado apenas de maneira parcial. Nesse modelo o sistema é desenvolvido de maneira gradativa, ou seja, o produto é desenvolvido aos poucos e cada versão incrementa novas funcionalidades, proporcionando assim uma rápida *feedback* entre todas as fases do desenvolvimento (SOMMERVILLE, 2011).

#### 3.2 LEVANTAMENTO DE REQUISITOS E ANÁLISE

No levantamento de requisitos, foi feita a leitura de artigos e trabalhos relacionados ao tipo de sistema a ser implementado, além de suas referências e materiais de apoio. Em seguida, foram conduzidas entrevistas com servidores, professores que utilizam o estacionamento do *Campus* Teresina Central e também os responsáveis pelo mesmo.

Com base nos resultados obtidos, foi feita a análise dos problemas encontrados e necessidades do público-alvo da aplicação. Por meio desse exame, foram feitos o levantamento e detalhamento dos casos de uso. Os questionários utilizados durante as entrevistas estão disponíveis no Apêndice A – Entrevistas.

### 3.3 PROJETO

Para a implementação do AGIE foi usada a linguagem de programação Ruby. Com base nas vantagens apresentadas na utilização de um *framework* foi escolhido o Rails para o desenvolvimento da aplicação de gerenciamento que visa a produtividade e legibilidade do código.

Para as funcionalidades de tempo real necessárias para o sistema, foi utilizado o *framework Angularjs*, em conjunto com a linguagem de programação *JavaScript* que é utilizada para criação de aplicações web de alta qualidade. A lista a seguir mostra as principais tecnologias utilizadas e seu propósito:

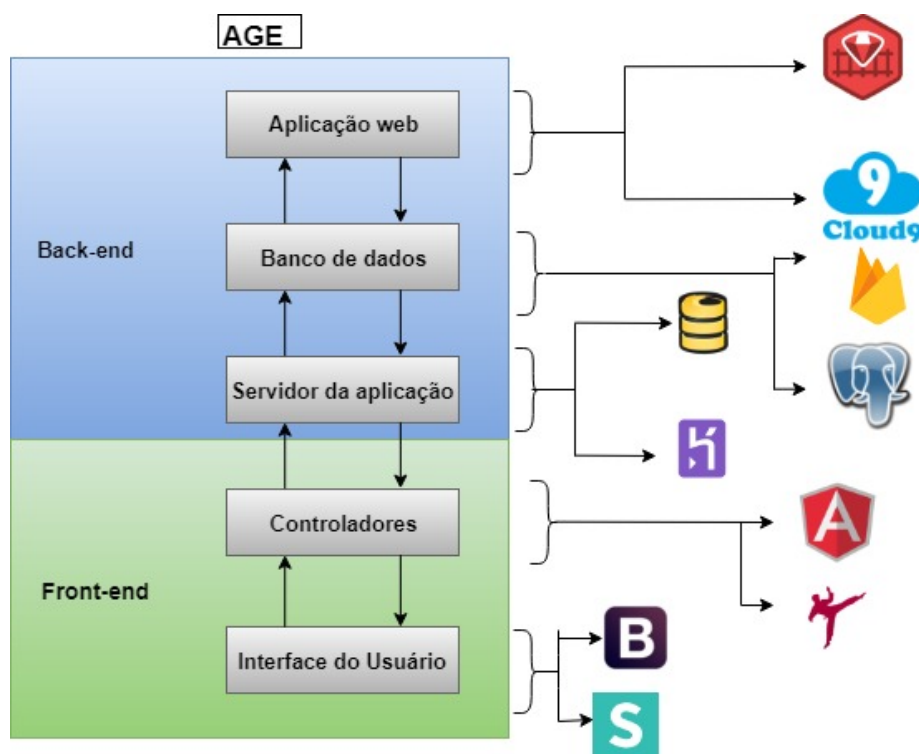
- **Ruby:** É uma linguagem de programação de alto nível, possui uma boa legibilidade e foi criada com o propósito de “criar códigos que humanos possam entender, não apenas máquinas”. É *open-source*, também conta com RubyGems que é um sistema de pacotes Ruby com a finalidade de facilitar a criação, compartilhamento e instalação de bibliotecas(FUENTES, 2014).
- **Cloud9:** O AWS Cloud9 é um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) que permite escrever, executar e depurar código usando apenas um navegador. O ambiente inclui um editor de código, um depurador e um terminal. Fornece ferramentas essenciais para linguagens de programação, sendo uma IDE baseada na nuvem (CIORTEA, 2015).
- **Bootstrap e SemanticUI:** São *frameworks* de CSS para desenvolvimento de aplicações *web* visando facilidade na construção de interfaces(ZEMEL, 2015).
- **Firebase:** Com base nas necessidades de atender os requisitos temporais do AGIE, foi escolhido o banco de dados Firebase que é *NoSql* e *RealTime*, e é utilizado para acompanhamento do estado das vagas e armazenamento de dados para gráficos de horário de pico. Sua Interface

de Programação de Aplicativos (API) permite operações que podem ser executadas com rapidez, proporcionando uma ótima experiência em tempo real que atenda a todos os usuários do sistema sem comprometer a capacidade de resposta (KUMAR, 2016).

- **PostgreSQL:** Banco de dados *open-source*, muito utilizado em aplicações com *rails*, foi aplicado na parte gerencial do sistema.
- **Astah e Draw:** Ferramentas utilizadas para criação da modelagem do sistema possuem versões gratuitas, mas que atende todas as necessidades projeto.
- **Sidekiq:** Solução utilizada para trabalhar com atividades assíncronas/concorrentes, pois utiliza threads para lidar com muitos trabalhos simultaneamente no mesmo processo. Esta solução foi utilizada no desenvolvimento do módulo controle.

A figura a seguir mostra como as tecnologias descritas a cima e como serão utilizadas na construção do sistema de gerenciamento proposto:

**Figura 4-Arquitetura AGIE com tecnologias utilizadas**



Fonte: Elaborado pelo Usuário

### **3.4 TESTES DE USUÁRIOS**

Com intuito de validar os resultados obtidos durante as fases de levantamento de requisitos e análise e mensurar as dificuldades encontradas na utilização do sistema, foram realizados testes de usabilidade com os usuários.

Foram selecionados 24 usuários, entre professores, terceirizados e fiscais do estacionamento, como critério estes deveriam rotineiramente utilizar o estacionamento do IFPI campus Teresina Central.

Foi aplicado o modelo de testes controlados, onde os usuários deveriam seguir uma lista de atividades pré-definidas e no fim de cada atividade informar o nível de dificuldade encontrado, assim como uma confirmação se o sistema atinge seu propósito de facilitar na localização de vagas livres diminuindo o tempo de acesso a essa informação. Os questionários utilizados durante os testes estão disponíveis no Apêndice B – Questionários.

### **3.5 AVALIAÇÕES DO SISTEMA**

Para avaliar a aceitação do AGIE pela comunidade e a possibilidade de implementação do sistema em estacionamentos privados, assim como analisar as vertentes empreendedoras do projeto, foi realizada uma pesquisa de avaliação do sistema.

Esta pesquisa ocorreu durante a apresentação do AGIE na Tenda Tecnológica que ocorreu durante a reunião anual dos Dirigentes das Instituições Federais de Educação Profissional e Tecnológicas – Reditec. A pesquisa foi realizada nos dias, 11, 12 e 13 de setembro de 2018. O sistema AGIE foi apresentado por meio de um protótipo do estacionamento aos dirigentes das Instituições Federais, assim como membros da comunidade nacional e internacional.

Durante a pesquisa os usuários responderam a um questionário, onde apresentaram sugestões para novas funcionalidades e qualificaram o sistema, assim pôde-se validar a aceitação do sistema pela comunidade. O questionário utilizado durante a avaliação do sistema encontra-se no apêndice B - Questionários.



**Figura 5-Apresentação Reditec**



Fonte: (REDITEC, 2018)

## **RESUMO**

Nesse capítulo foi apresentada a metodologia de pesquisa, assim como o aprofundamento de todas as fases utilizadas na metodologia de desenvolvimento, conjuntamente aos materiais e métodos utilizados no desenvolvimento da solução AGIE.

## 4 AGIE

Nesse capítulo serão apresentados os principais artefatos obtidos a partir das fases Levantamento de requisitos, Análise, Implementação, Testes e Avaliação assim como arquitetura do AGIE, protocolo de confiabilidade de dados desenvolvido e apresentação da solução.

Para a construção da solução AGIE, foram escolhidas algumas das funcionalidades identificadas como resultado das entrevistas com os usuários do estacionamento, com intuito de desenvolver a solução que atendesse as principais necessidades dos usuários.

Foram identificadas as necessidades da criação de dois tipos de usuários com acessos distintos. O primeiro sendo o painel administrativo destinado aos administradores e fiscais do estacionamento e o segundo sendo o acesso aos usuários comum.

A lista de requisitos funcionais encontradas para painel administrativo foi:

1. Visualizar mapa do estacionamento
2. Manter funcionário.
3. Buscar veículo.
4. Manter veículo.
5. Enviar informativos
6. Acessar relatórios de ocupação
7. Receber ocorrências
8. Enviar mensagens aos usuários
9. Controlar a gestão de vagas

Para o acesso ao usuário comum foram desenvolvido funcionalidades de acordo com as principais necessidades encontradas partir das pesquisas e entrevistas. Estas foram:

1. Visualizar estacionamento
2. Responder mensagens
3. Enviar Ocorrências

4. Receber de Informativos
5. Acessar relatórios de ocupação

As especificações dos requisitos acima citadas estão no Apêndice C – Especificação de Casos de Uso.

A partir das análises realizadas identificou-se a importância dos requisitos não funcionais do AGIE, tendo em vista que estes são responsáveis por toda análise de dados e atualizações das funcionalidades de tempo real do sistema.

Requisitos não funcionais podem ser separados em categorias para uma melhor organização das especificações. A lista de requisitos não funcionais encontrados e suas respectivas métricas foram:

**Confiabilidade:**

1. Alertar falha após três minutos, caso perca conexão com o módulo embarcado.
2. Alertar erro ao detectar falha no sensor após decorrer do tempo estabelecido como máximo aceitável.

**Desempenho:**

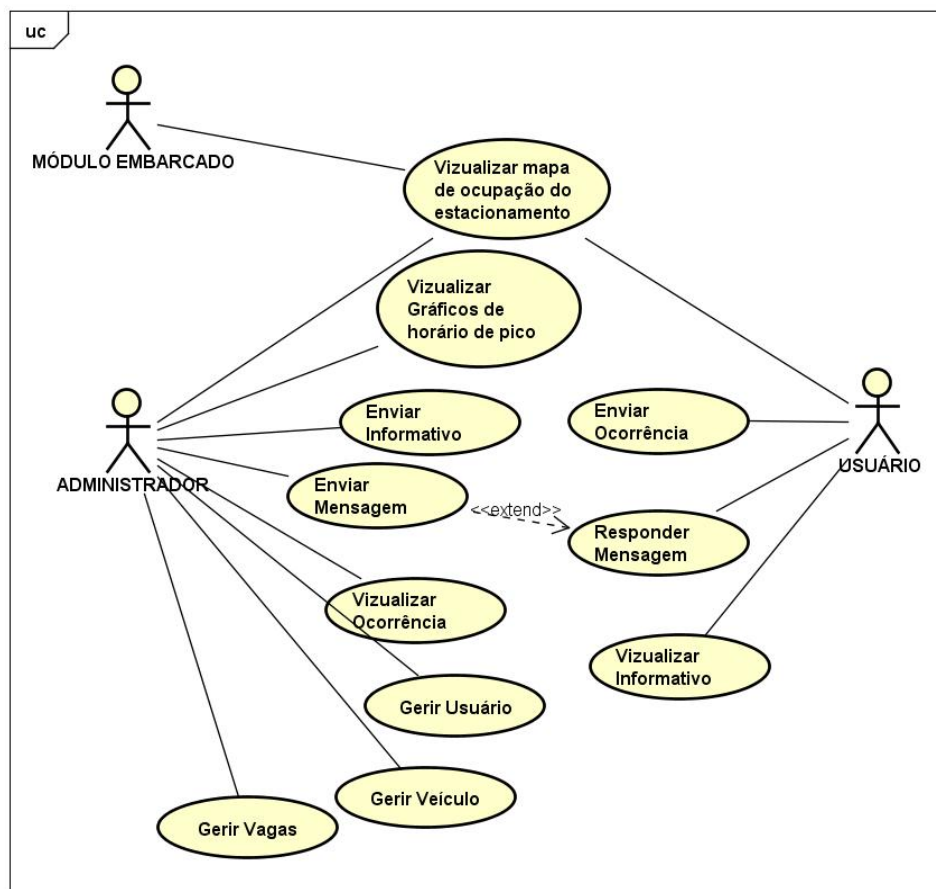
1. Atualizar áreas correspondentes às vagas no mapa em tempo real.
2. Verificar conexão com módulo embarcado a cada três minutos.
3. Manter tempo limite de 16 horas diárias para captação e processamento dos dados para estatísticas de horários de pico.

**Compatibilidade:**

1. Ser multiplataforma, ou seja, não possuir dependências do sistema operacional.

As pesquisas e entrevistas realizadas foram utilizadas como principal artefato para o levantamento dos requisitos necessários para a criação do diagrama de caso de uso (DCU) apresentado na Figura 6.

**Figura 6- Diagrama de Casos de Uso**

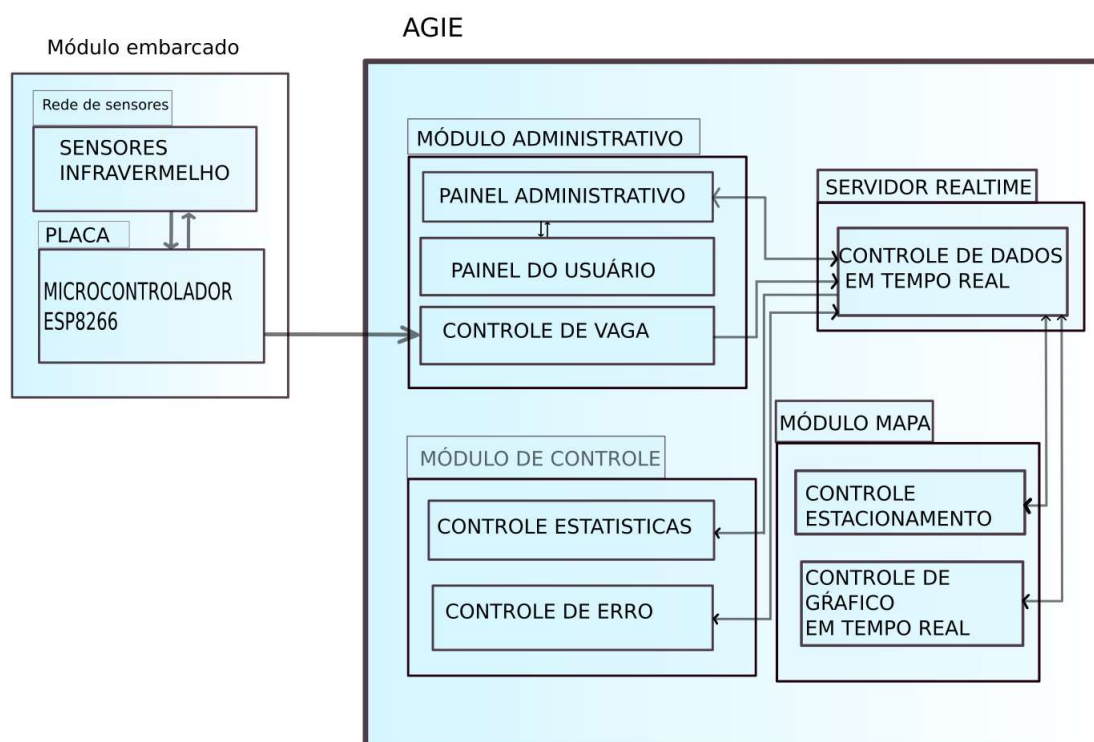


Fonte: Elaborado pelo Autor

A análise e especificação dos casos de uso expostos foram feitas de acordo com o modelo descrito por Ventura (2016), no qual este visa apresentar de modo claro a essência de cada operação apresentada obtendo um melhor nível de detalhamento .

Para o melhor entendimento da interação e comunicação entre os módulos e submódulos do sistema, foi modelada a arquitetura do AGIE. A Figura 7 mostra a interação entre os módulos da solução AGIE e o sistema embarcado, assim como o fluxo de dados entre seus submódulos.

**Figura 7 - Arquitetura AGIE**



Fonte: Elaborado pelo Autor

O AGIE possui quatro módulos (Módulo administrativo, Servidor real time, Módulo de controle e Módulo mapa), que tem como objetivo o desacoplamento das responsabilidades e com o intuito de facilitar a manutenção da aplicação, levando em consideração a facilidade no controle de alterações.

O servidor *real-time* é responsável por armazenar os dados em tempo real, respondendo as requisições necessárias e atuando como conector entre todos os outros módulos do AGIE

No módulo administrativo, encontram-se todas as funcionalidades referentes à gestão de usuários. O submódulo controle de vaga é responsável por abstrair todos os dados recebidos do sistema embarcado, sendo incumbido das seguintes tarefas:

1. Verificar a necessidade de alteração de status no servidor *real-time*.
2. Registrar o horário de ocupação e desocupação das vagas.

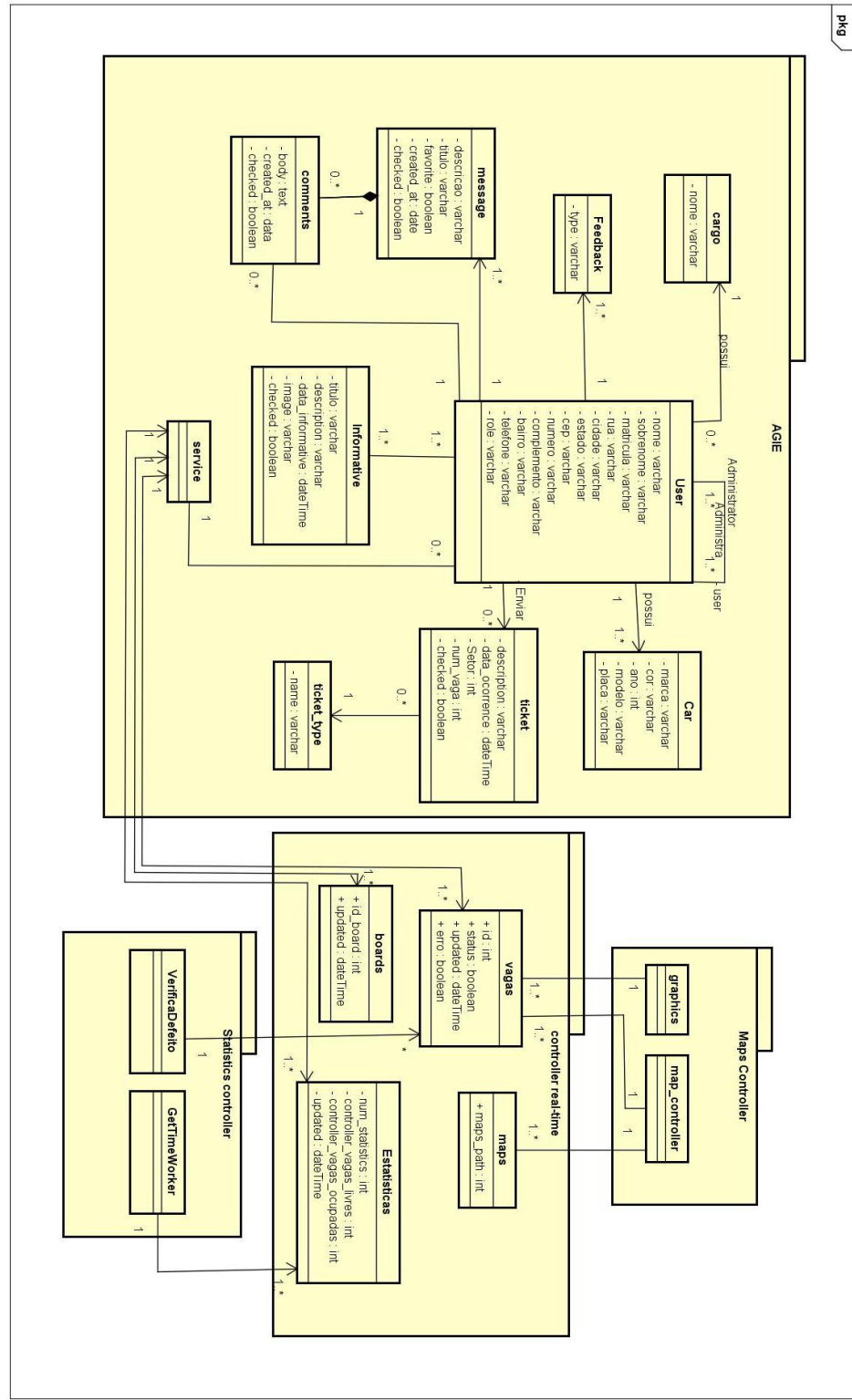
3. Registrar o horário da comunicação feita entre ele e o submódulo placa.
4. Enviar os dados abstraídos ao servidor *real-time*.

O módulo mapa corresponde a um *Trigger* ou acionador. Ele é responsável por atualizar em tempo real as áreas correspondentes às vagas do estacionamento sempre que detecta alguma alteração no servidor *real-time*. Este módulo também é responsável por atualizar em tempo real o gráfico de ocupação que mostra a lotação atual do estacionamento sempre que for disparada uma alteração no status das vagas.

O módulo controle encontra-se dividido em dois submódulos, sendo estes responsáveis pelo processamento e pela análise de dados obtidos através do servidor *real-time*. O submódulo controle de erro é responsável por manter o protocolo de confiabilidade, que será melhor detalhado no decorrer deste capítulo. O controle estatístico realiza os cálculos necessários para manter os gráficos de horário de pico do estacionamento.

Na Figura 8 encontram-se os modelos de domínio do sistema, com seus respectivos módulos.

**Figura 8- Diagrama de Classe AGIE**



Fonte: Elaborado pelo Autor

#### 4.1 PROTOCOLO DE CONFIABILIDADE DE DADOS

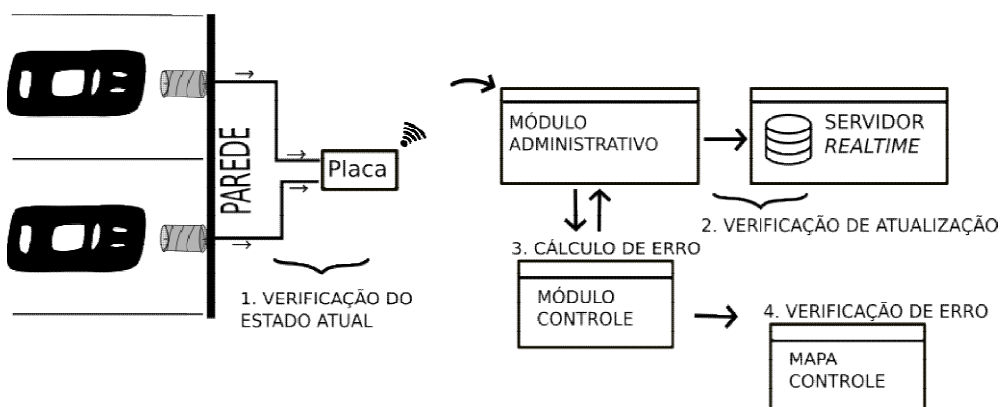
Com todas as informações responsáveis pelos requisitos temporais sendo atualizadas constantemente, é necessário haver sempre um controle de confiabilidade de dados. Com intuito de impedir que o sistema gerasse falsos positivos, foram realizados testes práticos no estacionamento da instituição, podendo assim identificar alguns casos que mostravam a necessidade dessa confiabilidade. Os principais casos encontrados foram:

1. O AGIE deve sinalizar quando um sensor do estacionamento não estiver funcionando corretamente ou apresentando defeito por meio de falsos positivos.
2. Caso ocorra algum contratempo que interrompa a comunicação entre o AGIE e o módulo embarcado o sistema deve informar ao administrador o ocorrido.

Para resolver os casos identificados, foi criado um protocolo de verificação e confiabilidade que visa manter os dados confiáveis e auxiliar os administradores do AGIE a identificar necessidades de troca dos componentes físicos.

Considerando os casos apresentados que necessitam de averiguações, foi implementada uma grade de verificações a serem seguidas. Essas averiguações ocorrem nas seguintes etapas: verificação do status da vaga, atualização do banco de dados e atualização do mapa do estacionamento.

**Figura 9- Protocolo de Confiabilidade de Dados**



Fonte: Elaborado pelo Autor



Na Figura 9 é demonstrado o fluxo principal de dados para atualização do status de uma vaga e suas respectivas verificações realizadas pelo protocolo, sendo essas:

**1. Verificação do estado atual das vagas:** Essa etapa do fluxo principal de atualização do status das vagas é realizada pelo submódulo placa. Nessa etapa é efetuada uma comparação entre os dados atuais obtidos pelos sensores e os dados anteriormente enviados ao sistema, caso não haja alteração de estado dos dados, a placa foi programada para enviar requisições com os dados captados em um período de três minutos. Esta verificação se torna importante para obtenção e monitoramento dos horários de envio de requisições ao AGIE.

**2. Verificação de atualização:** Já a segunda verificação é feita pelo AGIE. Após receber os dados do módulo embarcado é realizada uma verificação dos status das vagas obtidos anteriormente e da necessidade de alteração dos dados no servidor *real-time*. Nessa etapa também é realizado o armazenamento dos dados como data e hora da ultima conexão entre o módulo embarcado e o AGIE, e também o horário da atualização de status de cada sensor. Esta etapa se mostra de fundamental importância, pois evita que haja o envio desnecessário de informações ao servidor assim como também é responsável pela obtenção dos dados utilizados nos cálculos do módulo controle.

**3. Cálculo de erro:** Nessa etapa o módulo de controle funciona utilizando threads, com intuito de evitar gargalos durante as verificações e atualizações de dados nas etapas anteriores.

Este módulo trabalha concorrentemente ao sistema principal, sendo responsável por verificar se os requisitos temporais do sistema estão sendo atendidos corretamente por meio dos seguintes verificações:

- I. Verificar se as requisições entre o módulo embarcado e o AGIE estão ocorrendo no tempo definido.
- II. Verificar os horários das ultimas atualizações de cada sensor, calculando assim o tempo decorrido entre as alterações de status(livre e ocupado) de cada vaga.

Nesta etapa foi definido também que, caso um sensor passe dez horas sem atualizar o status, o módulo controle registra e informa um possível defeito, repassando informações como o identificador do sensor. Assim, ao término dos cálculos é possível identificar se o submódulo placa e os sensores estão funcionando no tempo determinado ou se apresentam algum possível defeito.

**4. Verificação de erro:** Caso um sensor seja definido como defeituoso pelas verificações anteriores o módulo mapa fica responsável por atualizar a vaga pertencente ao identificador passado pelo submódulo controle de erro. Esta será sinalizada com uma borda de alerta de cor amarela, para que os administradores possam identificar facilmente no mapa do estacionamento os sensores que demandam manutenção ou troca do *hardware*.

## 4.2 DESENVOLVIMENTO DA SOLUÇÃO

Para o desenvolvimento do AGIE, foi levado em consideração o conceito de *Minimum Viable Product* (MVP) com intuito de identificar as principais funcionalidades do produto, assim como identificar a complexidade do produto a ser desenvolvido. Após detectar quais requisitos possuem maior valor ao cliente, deu-se início ao desenvolvimento a partir das principais funcionalidades identificadas.

As funcionalidades relacionadas à gestão de usuário foram divididas em dois módulos, o painel administrativo, e o painel do usuário. O painel administrativo é utilizado pelos administradores do estacionamento. Neste módulo é possível: realizar a busca por dono de veículos cadastrados, enviar mensagens a usuários, enviar informativos com descrições de eventos que impossibilitem a utilização do estacionamento em determinados momentos e acessar gráficos com informações sobre o estacionamento e a ocupação das vagas.

No painel do usuário foram desenvolvidas as funcionalidades de maior valor identificadas: visualizar mapa de vagas livres e ocupadas, enviar qualquer eventualidade que ocorra no estacionamento ao administrador, receber informativos e contactar administradores por meio de mensagens.

Tendo em vista que o sistema pode ser acessado por qualquer aparelho conectado a internet, o AGIE foi desenvolvido utilizando o conceito de

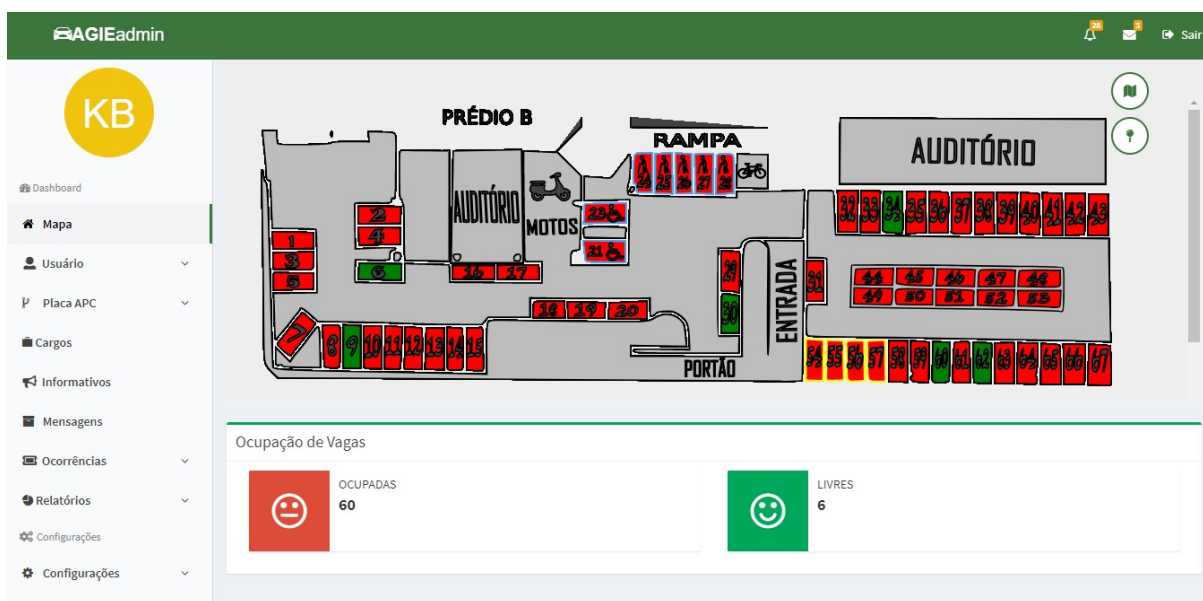
responsividade, visando um maior conforto ao usuário. Nesse conceito é dito que se deve criar páginas de internet e torná-las capazes de se adaptar e responder a todo e qualquer dispositivo que utiliza a navegação na rede mundial de computadores (ZEMEL, 2015). Este método conta com algumas vantagens como: facilidade de manutenção, baixo custo para desenvolvimento e por se tratar de uma página responsiva torna-se multiplataforma. Devido a isso, não possui dependência do sistema operacional ou do armazenamento do *smartphone*, facilitando assim o acesso ao sistema por mais usuários da instituição (ZEMEL, 2015).

#### 4.2.1 Painel Administrativo.

Para o painel administrativo serão detalhadas as principais funcionalidades desenvolvidas com relação à gestão de vagas do estacionamento, protocolo de confiabilidade e gráficos de horário de pico.

Na Figura 10 é mostrada a tela onde o usuário tem acesso às informações de status das vagas e quantidade de vagas livres e ocupadas, por intermédio do mapa do estacionamento da instituição e do painel de ocupação na área inferior da tela. Todos os dados dessa funcionalidade são atualizados em tempo real, sem haver a necessidade de atualização da página.

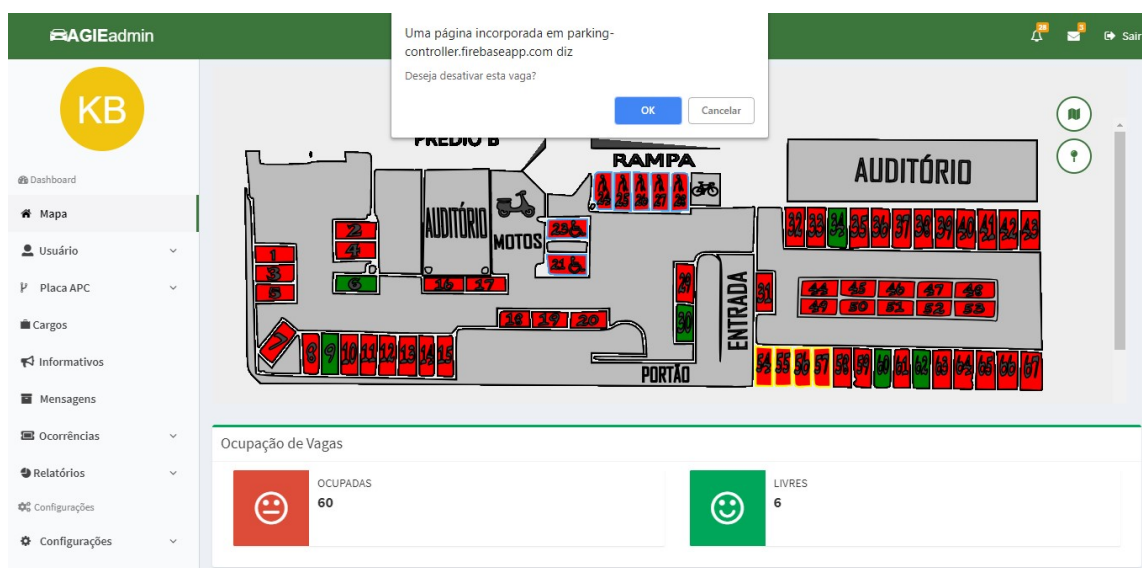
**Figura 10-Captura de tela do painel – Tela Inicial**



Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 11 é mostrada a funcionalidade de desativar uma vaga, caso haja necessidade o administrador pode desativar uma das vagas do estacionamento apenas clicando na vaga desejada. O sistema procederá com uma confirmação que caso aceite a vaga escolhida é preenchida com a cor cinza.

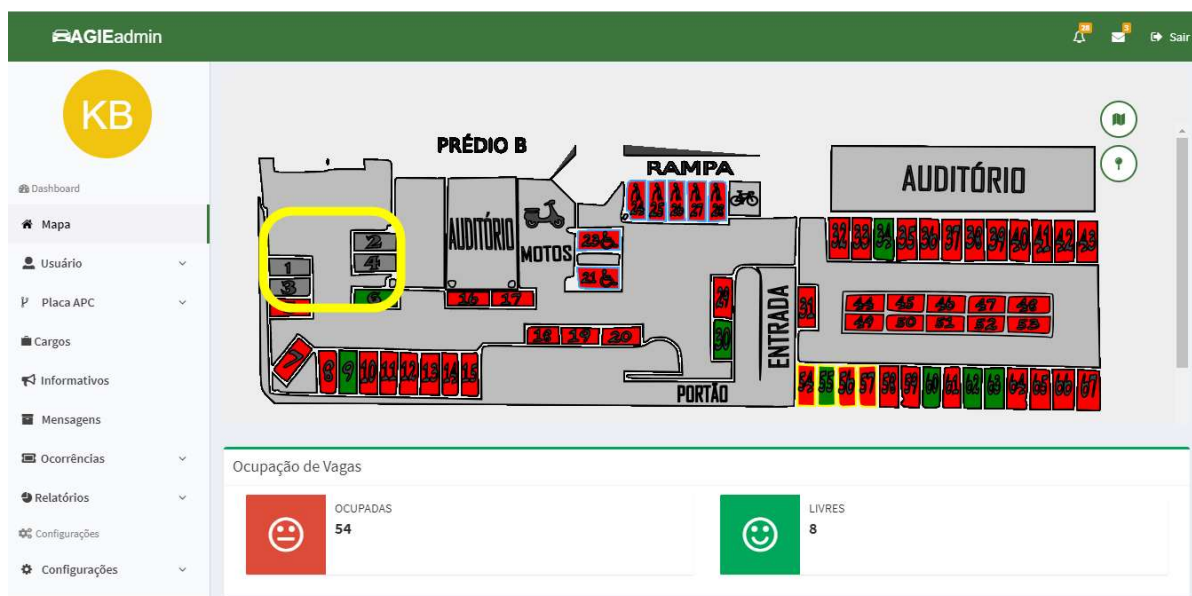
**Figura 11 -Captura de tela do painel – Desativando Vaga**



Fonte: Elaborado pelo Autor

A Figura 12 mostra o resultado da funcionalidade anteriormente citada, considerando que foram desativadas três vagas do estacionamento pelo administrador, sendo essas localizadas a esquerda do mapa. Enquanto essas vagas permanecerem desativadas, não mudarão seus status ou entrarão para a contagem de vagas no painel de ocupação.

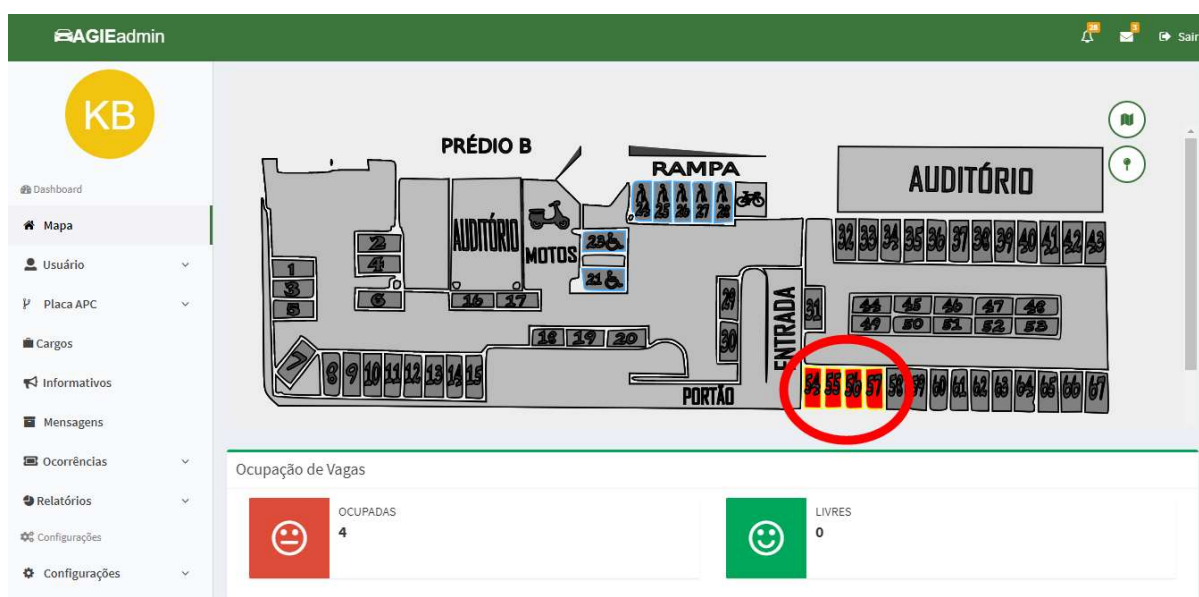
**Figura 12-Captura de tela do painel – Vagas desativadas**



Fonte: Elaborado pelo Autor

Na Figura 13, é mostrado o mapa do estacionamento com vagas desativadas, dando ênfase apenas as vagas utilizadas para os testes práticos no estacionamento. Nessa tela algumas das vagas são sinalizadas com bordas amarelas, demonstrando que o protocolo de confiabilidade de dados desenvolvido, identificou que os sensores marcados necessitam de avaliação para possíveis trocas.

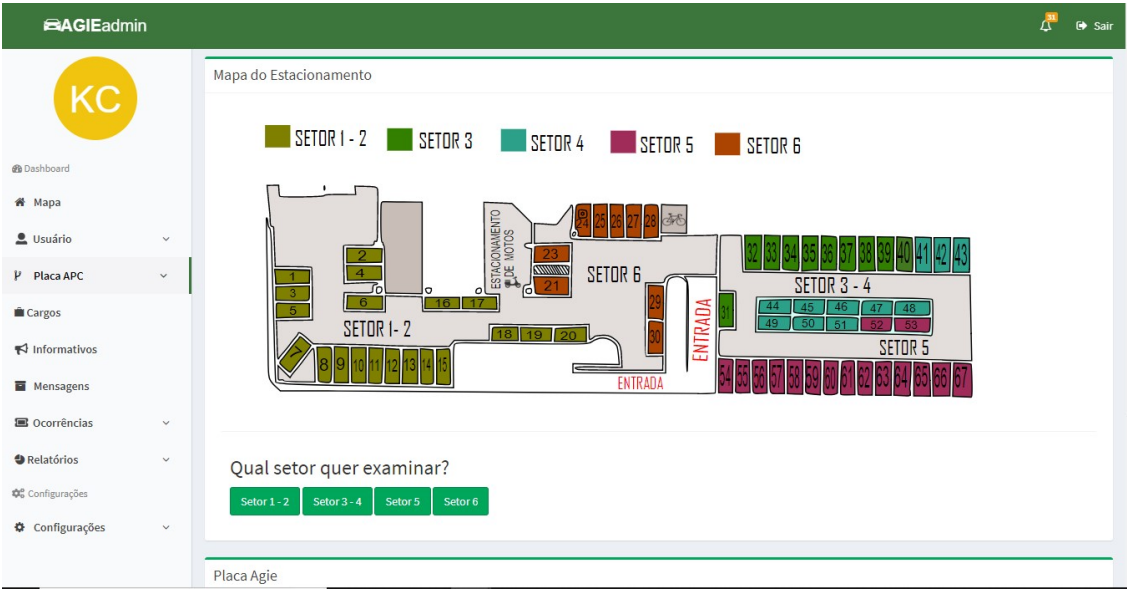
**Figura 13- Captura de tela do painel –Protocolo de confiabilidade**



Fonte: Elaborado pelo autor

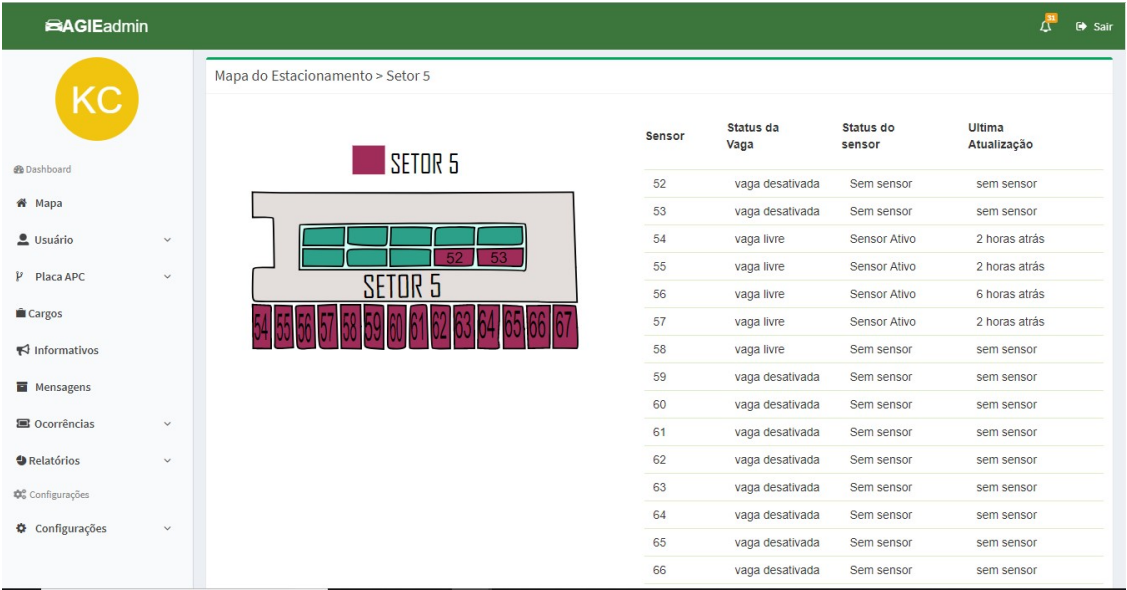
Outra funcionalidade que utiliza o protocolo de confiabilidade é a demonstrada na Figura 14, nela o administrador pode selecionar um setor do estacionamento para uma avaliação mais detalhada.

Figura 14-Captura de tela do painel – Divisão por setores



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 15- Captura de tela do painel – Setor detalhado



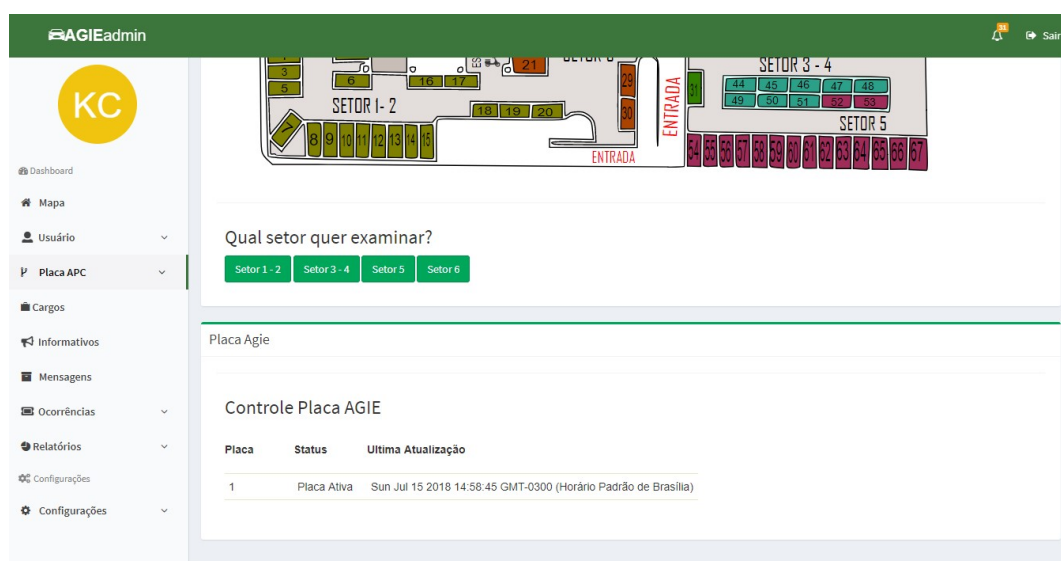
Fonte: Elaborado pelo autor

Na figura 15 é detalhado o estado do setor cinco, que foi utilizado para os testes práticos. Nele é possível ver informações como: número identificador dos

sensores, status da vaga, status do sensor (ativo ou com defeito) e horário da última atualização do status da vaga. Assim os administradores podem ter um controle mais detalhado de todo o estacionamento.

Outro dado importante passado ao administrador é o status da submódulo Placa. Caso o sistema perca conexão com a placa o mesmo atualiza o status da placa sinalizando que precauções devem ser tomadas.

**Figura 16 - Captura de tela do painel – Status da placa.**



Fonte: Elaborado pelo autor

No painel Controle Placa Agie são listadas todas as placas instaladas no estacionamento. Cada placa é responsável por gerenciar uma rede de sensores. Para os testes práticos foi utilizada uma placa, assim apenas esta foi identificada e detalhada, porém caso mais placas sejam instaladas o sistema atualizará automaticamente os dados na tabela.

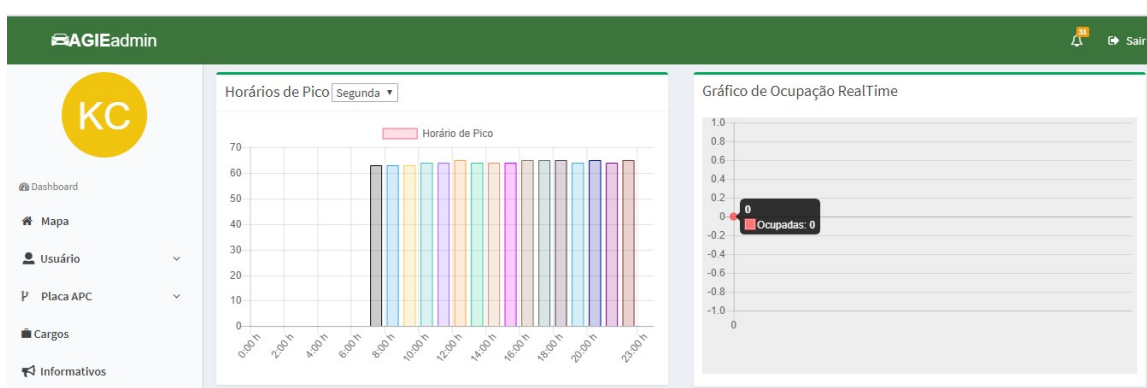
Em todas as funcionalidades relacionadas ao mapa do estacionamento foi utilizado o conceito de tempo real, onde sem a necessidade de nenhuma ação do administrador o sistema atualiza todos os campos em tempo real.

O painel administrativo também conta com gráficos gerenciais que visam auxiliar a equipe administrativa na tomada de decisões referentes ao estacionamento.

Na Figura 17 são mostrados dois gráficos importantes do sistema. O primeiro gráfico intitulado horários de pico é semelhante ao gráfico *real-time* utilizado pelo Google na indicação de lotação de um estabelecimento. Neste caso o gráfico informa a lotação média do estacionamento por hora, podendo ser escolhido o dia da semana que se deseja visualizar esta lotação.

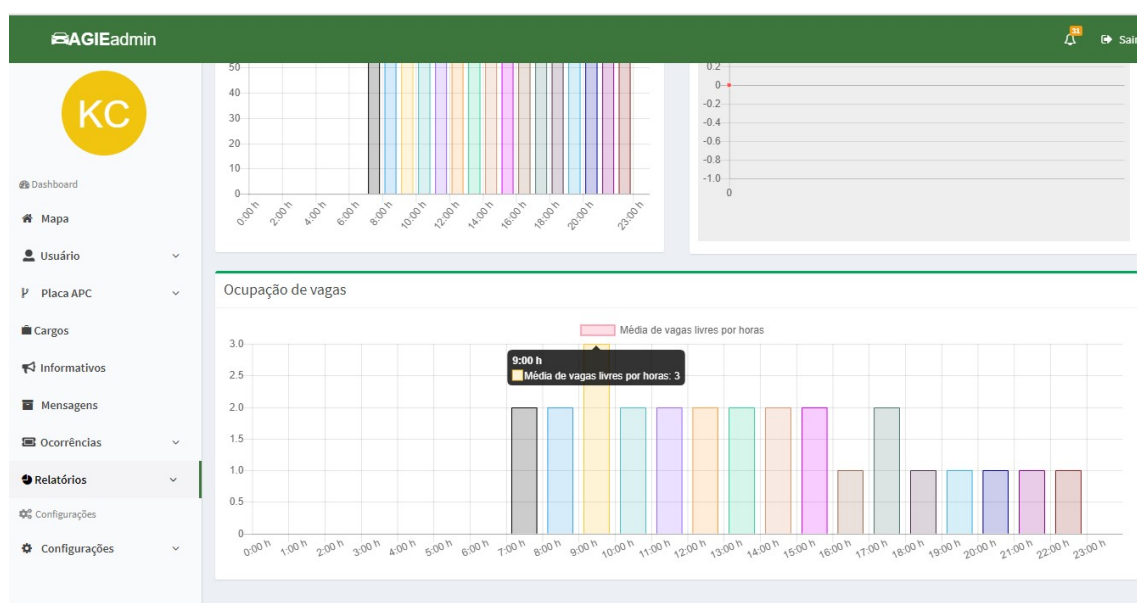
O segundo gráfico intitulado gráfico de ocupação *Real-Time* mostra a ocupação do estacionamento em tempo real.

**Figura 17-Captura de tela do painel – Gráficos real-time**



Fonte: Elaborado pelo autor

**Figura 18 - Captura de tela do painel – Gráfico de ocupação de vagas**

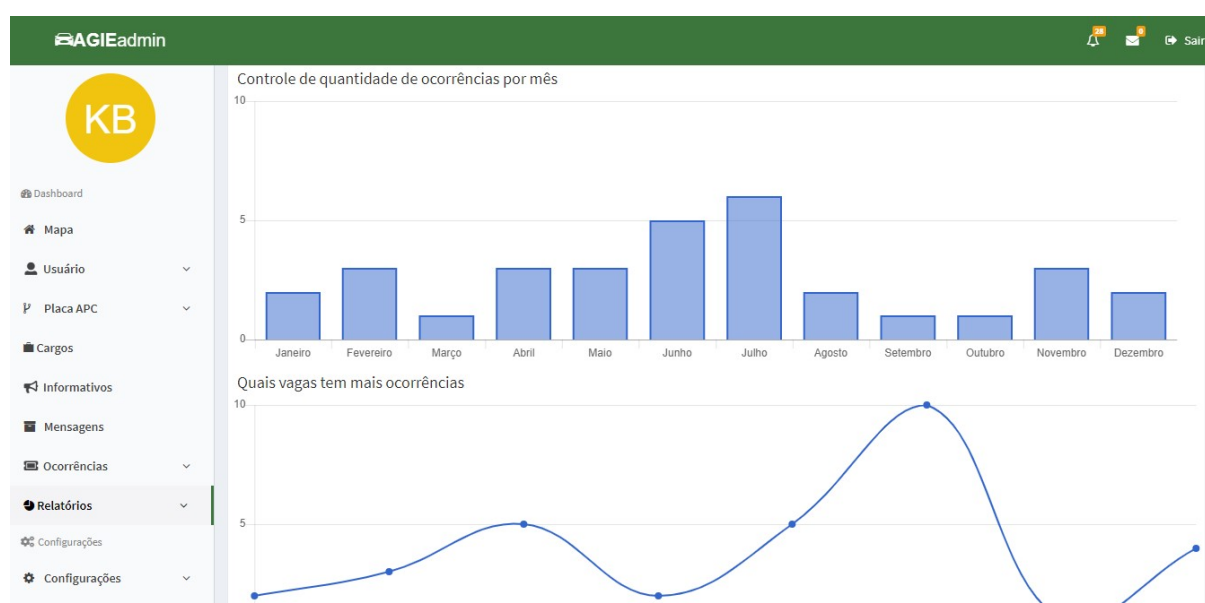


Fonte: Elaborado pelo autor



A Figura 18 exibe o gráfico de Ocupação de vagas, onde é mostrada a quantidade média de vagas livres no estacionamento por hora, sem limitações por dias da semana. Semelhante aos métodos utilizados no protocolo de confiabilidade, esse módulo trabalha continuamente exercendo suas atividades de modo concorrente ao sistema principal, atendendo os requisitos temporais do sistema após captar os dados, realiza todos os cálculos necessários para atualização dos gráficos.

**Figura 19 - Captura de tela do painel – Gráfico Gerais**



Fonte: Elaborado pelo autor

O sistema também conta com gráficos gerais mostrados na Figura 19, como controle de quantidade de ocorrências em cada mês e quais vagas do estacionamento causam mais reclamações.

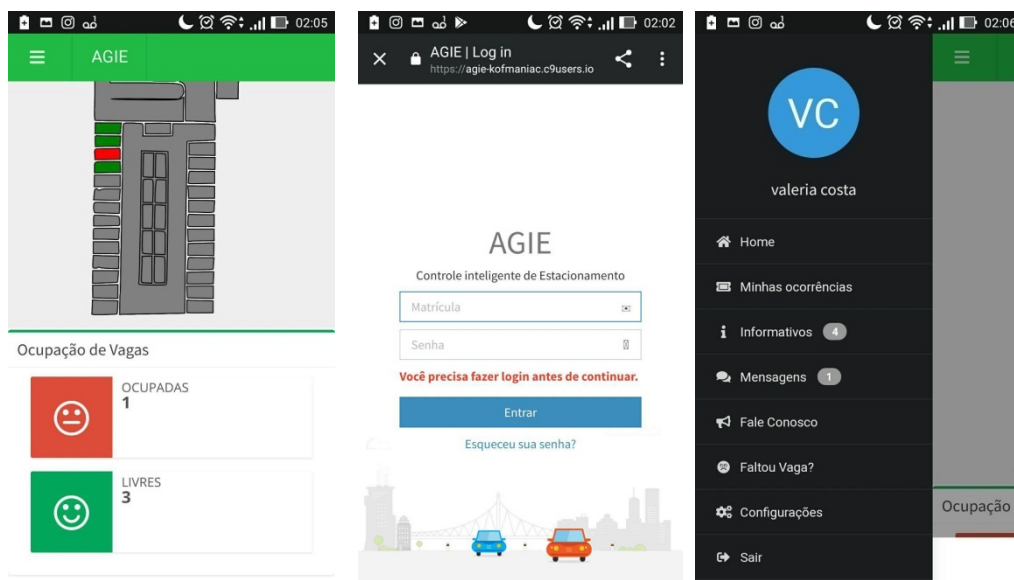
#### 4.2.2 Painel do Usuário

A seguir, são mostradas algumas capturas de telas feitas do painel do usuário. Durante a etapa de entrevistas foi identificado que a maioria dos usuários acessam sites via *smarthphone*, portanto foram usados conceitos como responsividade para criação desse módulo.

Na figura 20 é mostrada a funcionalidade principal, onde o usuário comum tem acesso ao mapa do estacionamento e ao painel de ocupação de vagas.

Podendo ver em tempo real o status das vagas e a localização de vagas livres ou ocupadas.

**Figura 20 - Captura de tela do painel do usuário – parte 1**



Fonte: Elaborado pelo Autor

Devido à maioria de funcionalidades identificadas terem sido em prol do administrador e estarem no painel administrativo, os usuários comuns possuem uma quantidade de funcionalidade reduzida. Porém foram desenvolvidas as de maior valor contatadas durante o processo de levantamento de requisitos.

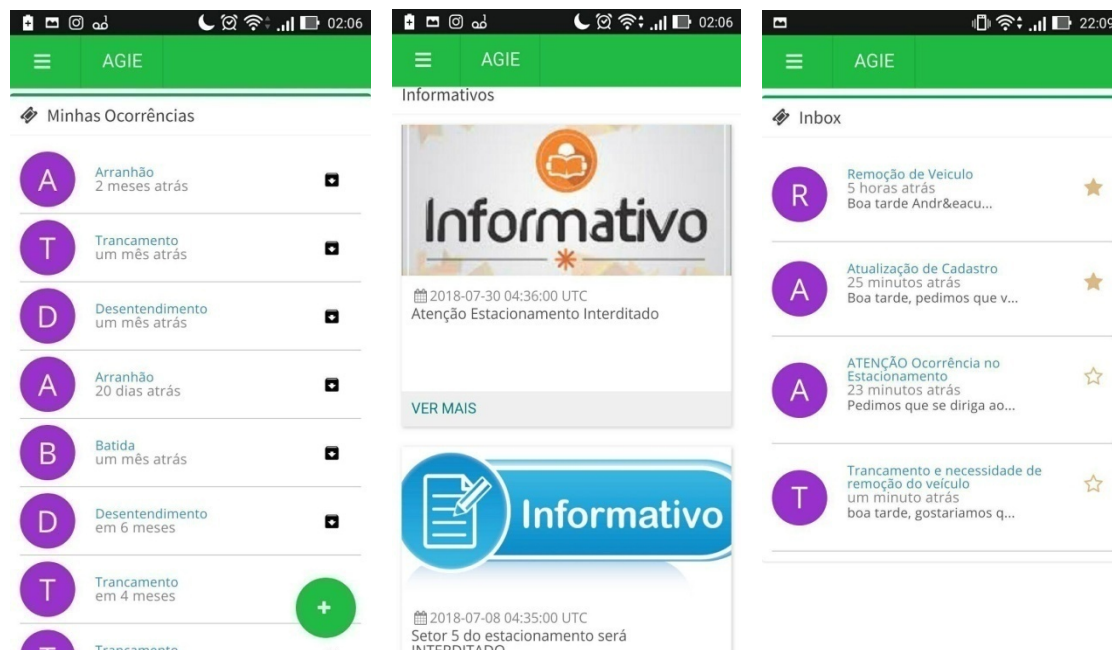
As funcionalidades mostradas na Figura 21, da esquerda para direita, a primeira tela representa a listagem de ocorrências, onde o usuário pode enviar uma ocorrência para o administrador. Nessa tela é usado um botão flutuante, um conceito bastante utilizados em *apps* de envio de mensagens como *Gmail* e *whatsApp*.

Na tela de informativos, são listados todos os informativos enviados pelo Administrador do sistema. Nessa tela o usuário tem a opção de clicar em “ver mais” onde será detalhado o informativo escolhido, mostrando informações como descrição, foto do evento caso tenha e data de inicio e termino do evento descrito.

Na terceira tela são exibidas as mensagens recebidas pelo usuário. O layout dessa tela, assim como o do painel administrativo, foi baseado em padrões de design de correio eletrônico, com intuito de facilitar a adaptação do usuário. Ao

clicar em uma mensagem este é levado à tela correspondente, onde haverá o detalhamento da mensagem assim como a opção de responder a mesma.

**Figura 21 - Captura de tela do painel do usuário – parte 2**



Fonte: Elaborado pelo Autor.

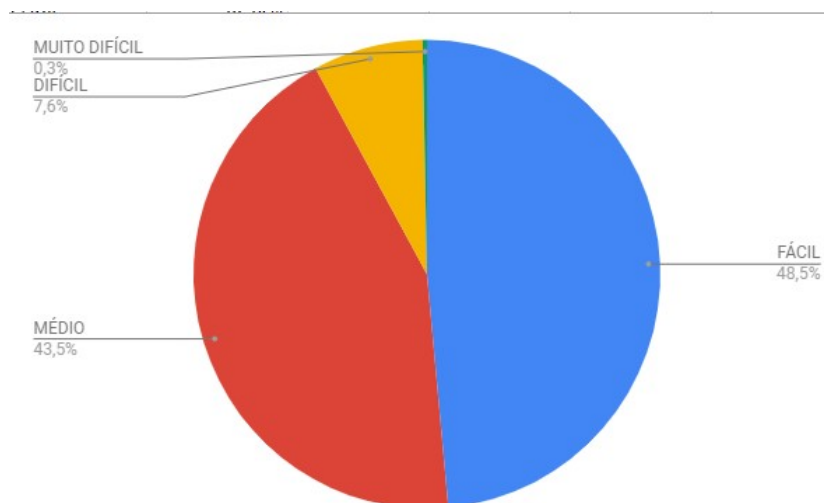
#### 4.3 TESTES COM USUÁRIOS

Com o objetivo de validar as funcionalidades desenvolvidas, identificar possíveis novas funcionalidades e as principais dificuldades encontradas pelos usuários na utilização do sistema, foram realizados testes com os usuários do estacionamento.

Ao final de cada tarefa dos testes controlados os usuários deveriam preencher uma lista de perguntas, mensurando as dificuldades encontradas e se as funcionalidades estavam atingindo o propósito definido. Os gráficos gerados a partir das entrevistas foram: média de dificuldade, facilidade na localização das vagas e diminuição do tempo de obtenção das informações de ocupação.

Os usuários deveriam informar qual o grau de dificuldade encontrada em cada atividade pedida, assim foi realizado o cálculo da dificuldade média na utilização do sistema aplicado para a formulação do gráfico mostrado na figura 22.

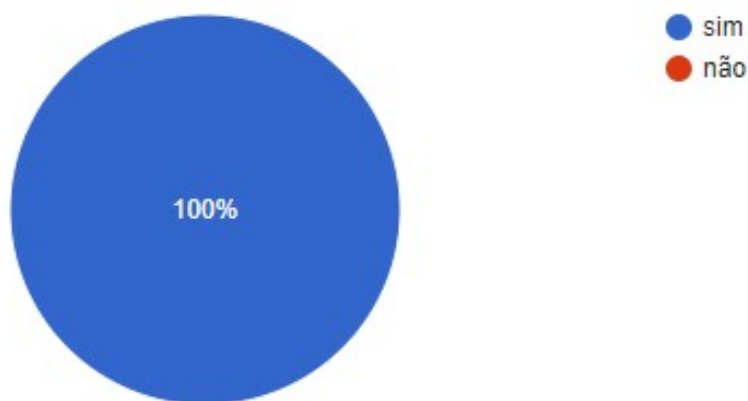
**Figura 22 – Média de dificuldade encontrada pelos usuários**



Fonte: Dados da pesquisa que se encontra no apêndice B

A figura 23 mostra o resultado da pergunta da qual os usuários deveriam informar ao término da pesquisa se com a utilização do sistema eles conseguiam de localizar com exatidão onde se encontravam vagas livres no estacionamento.

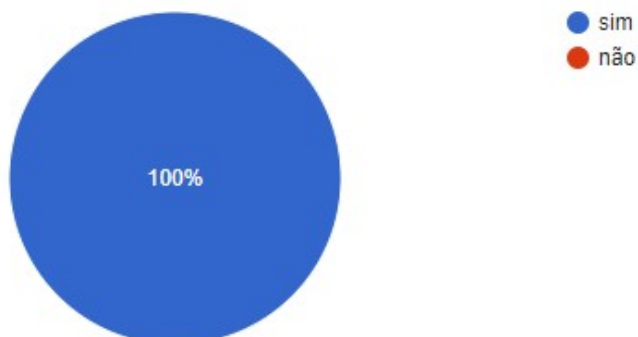
**Figura 23 – Facilidade na Localização de vagas livres**



Fonte: Dados da pesquisa que se encontra no apêndice B

Os usuários deveriam informar ao fim do questionário se o sistema estaria atingindo seu objetivo de diminuir o tempo para obtenção das informações relacionadas à ocupação das vagas do estacionamento, onde nota-se por meio da figura 24 que 100% dos usuários confirmaram haver essa diminuição de tempo.

**Figura 24 – Diminuição do tempo da obtenção de informações de ocupação.**



Fonte: Dados da pesquisa que se encontra no apêndice B

A partir dos testes de usabilidade, foi possível coletar sugestões para futuras alterações e novas funcionalidades, algumas das principais sugestões são apresentadas pela figura 25.

**Figura 25 – Sugestões de Funcionalidades**

Incluir legenda no mapa
Incluir numeração nas vagas
Área de perfil de usuário para verificação dos dados
Alteração do layout da tela de envio de mensagens para semelhante ao email
Aumentar tamanho do mapa do estacionamento
Mostrar os horários que o estacionamento se encontra mais ocupado

Fonte: Dados da pesquisa que se encontra no apêndice B

De acordo com os resultados obtidos, nota-se um resultado bastante positivo com relação aos objetivos propostos de facilidade de uso do sistema e diminuição no tempo obtenção das informações de ocupação.

No gráfico de dificuldade média apresentado na figura 22, observa-se que menos de 8% dos usuários que participaram dos testes encontraram dificuldades na utilização do sistema. Tendo um resultado bastante positivo onde 48,5% e 43,5% consideraram o sistema respectivamente de fácil utilização.

Do mesmo modo, é possível identificar nas figuras 23 e 24, que 100% dos usuários afirmaram que o sistema facilita na localização de vagas livres e no tempo de obtenção de informações de ocupação. Sendo este *feedback* bastante significativo pois valida a funcionalidade de maior valor identificada e atingindo assim o objetivo proposto.

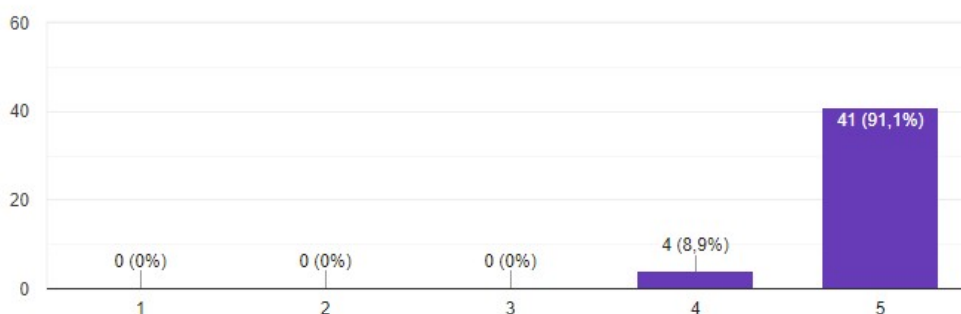
Também foram obtidas importantes sugestões de alterações e novas funcionalidades para o sistema oferecidas pelos usuários, podendo assim desenvolver versões futuras que se enquadre melhor nas necessidades dos usuários.

#### 4.4 AVALIAÇÕES DO SISTEMA

Foi realizada uma avaliação do sistema com intuito de mensurar a aceitação do AGIE pela comunidade. Nessa etapa 45 pessoas preencheram um formulário onde deveriam avaliar o sistema. Também foi solicitado que sugerissem novas funcionalidades ao sistema, de modo que atendesse à sua realidade. Seguindo os critérios anteriormente detalhados no capítulo de Metodologia foram obtidos os seguintes resultados:

Na figura 26 são mostrados os resultados da primeira pergunta do questionário onde os participantes deveriam avaliar o sistema com uma nota de 1 a 5 (Um a cinco), de acordo com a aceitação e importância que o sistema teria ao ser usado no seu dia a dia.

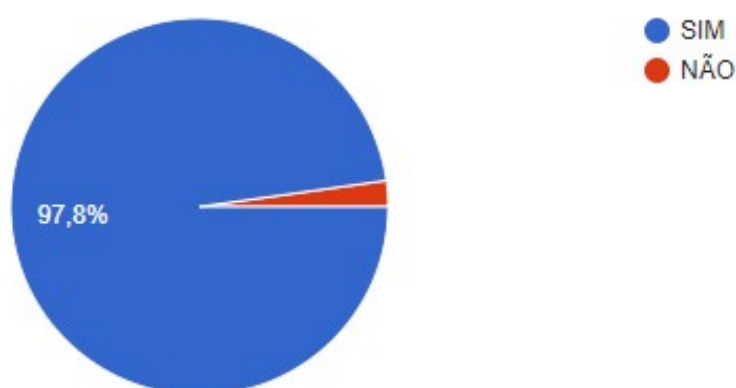
**Figura 26 – Resposta a pergunta: Qual nota você daria ao projeto?**



Fonte: Dados da pesquisa que se encontra no apêndice B

Os participantes da pesquisa deveriam responder a seguinte pergunta: “Você investiria nessa ideia?”. Assim pode-se mensurar o AGIE no âmbito empreendedor, obteve-se um retorno bastante positivo onde 97,8% dos entrevistados responderam que investiriam no sistema, como é mostrado na figura 27.

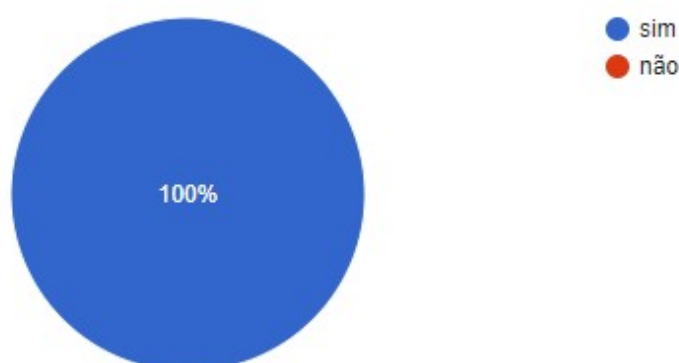
**Figura 27 - Resposta a pergunta: Você investiria nessa ideia?**



Fonte: Dados da pesquisa que se encontra no apêndice B

A figura 28 apresenta a resposta onde os participantes informavam se utilizariam o sistema caso este fosse implantado nos estacionamentos de grandes e pequenas cidades sendo disponibilizado a comunidade.

**Figura 28 - Resposta a pergunta: Você usaria o AGIE?**



Fonte: Dados da pesquisa que se encontra no apêndice B

Pôde-se observar a partir das respostas da primeira e quarta perguntas, apresentadas nas figuras 26 e 28, que o sistema foi aceito. Também foi possível

mensurar o impacto positivo e a importância da utilização do sistema pela comunidade, visto que 100% dos participantes da pesquisa informaram que utilizariam o sistema e 91,1% deu nota máxima ao mesmo.

Outro dado importante adquirido nessa etapa foi o apresentado pela figura 27, onde 97,8% dos participantes informaram que, caso fossem investidores, apoiariam o sistema. Assim a partir da avaliação realizada, foi possível coletar um *feedback* bastante positivo da comunidade, tanto na aceitação do sistema como na possibilidade de desenvolvê-lo como um sistema comercial.

Conjuntamente ao *feedback* adquirido, foram obtidas diversas sugestões de alterações para o projeto, entre elas as mais importantes foram: Criação de um aplicativo apenas com os mapas dos estacionamentos e posicionar identificadores de vagas reservadas a idosos e cadeirantes no mapa da aplicação.

## **RESUMO**

Nesse capítulo foram apresentados os principais resultados obtidos a partir das fases de levantamento de requisitos, Análise, Implementação, Testes e Avaliação da solução assim como arquitetura do AGIE, protocolo de confiabilidade de dados e apresentação da solução desenvolvida.



## 5 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Ao se analisar os objetivos propostos no início deste trabalho, seu desenvolvimento e os resultados obtidos ao término do mesmo, pode-se concluir que o AGIE atendeu as necessidades identificadas, atingindo a satisfação dos usuários. Além disso, o AGIE pode ser escalonado e melhorado tanto em trabalhos futuros sendo implantado na própria instituição como também ser implementado como um sistema comercial e utilizado fora do Campus.

*Feedbacks* importantes foram obtidos a partir da fase de teste onde 100% dos usuários informaram que a utilização do sistema diminuiu o tempo de procura por uma vaga livre. Também foi possível mensurar a aceitação do AGIE por meio da fase de avaliação, onde 91,1% dos avaliadores deram nota máxima ao sistema. Pôde-se concluir a partir dos dados apresentados que o sistema atingiu os objetivos propostos assim como teve aceitação bastante positiva.

Também foi possível, a partir das análises, identificar alterações solicitadas pelos usuários, tais como: Melhorar a identificação de vagas reservadas e incluir numeração nas vagas. Modificações que já foram desenvolvidas e poderão ser validadas em avaliações futuras.

Conforme citado no início desse trabalho, soluções para estacionamentos inteligentes já existem no mercado. Mas enquanto as principais soluções encontradas trazem certa praticidade aos usuários, elas também possuem limitações. Analisando a solução de Bandeira (2015), que utiliza luzes indicativas (verde para vagas livres; vermelha para ocupadas) , nota-se uma opção simples mas não prática, pois os usuários do estacionamento ainda necessitam se locomover para localizar as vagas desejadas.

Outra opção de aplicativo para verificação de status é o proposto por Cunha (2016), que só retorna a quantidade de vagas livres no estacionamento completo, o que não é muito prático se for utilizado em estacionamentos com uma capacidade grande como o de *shopping Center*.

O sistema desenvolvido nesse trabalho apresenta uma alternativa automatizada que mostra a quantidade de vagas e informa exatamente onde estas

se encontram por meio do mapa do estacionamento sem a necessidade de que o usuário tenha que locomover-se para identificar a localização de tais vagas.

O AGIE está em fase de validação, abrindo margens para uma sequência de evoluções que o mesmo pode sofrer caso venha a ser implementado comercialmente. Entrevistas continuarão sendo feitas com funcionários da instituição e Administradores responsáveis pelo estacionamento, visando sempre manter a satisfação dos funcionários.

Como trabalhos futuros, novas funcionalidades poderão ser desenvolvidas, a partir das necessidades dos usuários. Planeja-se implementar ferramentas para localização de veículos, onde o usuário poderá marcar onde o seu veículo está estacionado, facilitando assim encontrar o mesmo em estacionamentos muito grandes.

## REFERÊNCIA

ALHAK, A. a. **Estacionamento inteligente**, 2011. Disponível em < <https://bit.ly/2NBFwem>>, Acesso em 25 de agosto de 2017.

ASLESON, R., & SCHUTTA, N. T. **Foundations of ajax. Berkeley**, 2006. Disponível em < <https://bit.ly/2zY5MgZ>>, . Acesso em 18 de julho de 2017.

BANDEIRA, T. B. (s.d.). **Prototipo de estacionamento automatico utilizando modelo computacional matrial e microcontrolador arduino**, 2015. disponível em < <https://bit.ly/2NBDTNM>>, Acesso em 22 de junho de 2017.

BERNARDINO, Paulo Dinis Caseiro. **Sistema de Gestão de Estacionamentos**, 2016. Acesso em 24 de junho de 2017.

BAPTISTA, G., Endler, M., Rubinsztejn, H., & Sacramento, V. **Uma API Pub/Sub para Aplicações Móveis Sensíveis ao Contexto**, 2005. Rio de Janeiro, Brasil: Pontifícia Universidade Católica.

BAPTISTELLA, Antônio José. **Abordando a arquitetura MVC, e Design Patterns: Observer, Composite, Strategy**. Set. 2009. Acesso em: 15 agosto de 2018.

CIORTEA, Liviu et al. Cloud9: A software testing service. **ACM SIGOPS Operating Systems Review**, v. 43, n. 4, p. 5-10, 2010.

COSTA, D. A. **SGE–Sistema de Gerenciamento de Estacionamento**, 2010. disponível em <<https://bit.ly/2JEtPkB>>, Acesso em 02 de setembro de 2017.

DA CUNHA, Dênis Taironi Leorne; DE SOUSA BRITO, Pedro Henrique; COUTINHO, Emanuel Ferreira. **Desenvolvimento e Integração de uma Aplicação Móvel a um Sistema Distribuído: Estudo de Caso de um Sistema de Gerenciamento de Vagas**, 2016.

DA SILVA, Elaine Quintino; DE ABREU MOREIRA, Dilvan. **Um Framework de Componentes para o Desenvolvimento de Aplicações Web Robustas de Apoio à Educação**. 2004. p. 158-167.

DE ABREU CYBIS, Walter; BETIOL, Adriana Holtz; FAUST, Richard. **Ergonomia e Usabilidade 3ª edição: Conhecimentos, Métodos e Aplicações**. Novatec Editora, 2015.

DENATRAN. **Departamento Nacional de Trânsito**. disponível em Denatran: <<http://www.denatran.gov.br/>>, Acesso em 14 de Junho de 2017.

DETRAN. (s.d.). **Departamento de trânsito do Piauí**. disponível em Departamento de trânsito do Piauí: <<http://www.detran.pi.gov.br/>>, Acesso em: 20, Agost.2017.

DUARTE, A. R. (s.d.). **Metodologia Rails: análise da Arquitetura Model View Controller Aplicada**, disponível em <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/BUOS-94MMY9>>, Acesso em: 20 Jan 2018

FARINES, J.-M. **Sistemas de Tempo Real**, 2012. disponível em <<http://www.romulosilvadeoliveira.eng.br/livro-tr.pdf>>, Acesso em: 05 Abr 2018

FUENTES, Vinícius Baggio. **Ruby on Rails: Coloque sua aplicação web nos trilhos**. Editora Casa do Código, 2014.

FIGUEIREDO, E. **Entendendo o padrão MVC na prática**, 2015. Disponível em <<http://tableless.com.br/entendendo-o-padrao-mvc-na-pratica/2015>> Acesso em: 10 Mar 2018.

FERNANDES, Pedro Manuel da Conceição. **Desenvolvimento de uma Framework Real Time Web para HTML5**. 2016.

PEREIRA, Caio Ribeiro. **Aplicações web real-time com Node. js**. Editora Casa do Código, 2014

KUMAR, K. N. et al. **Implementing smart home using firebase**. **International Journal of Research in Engineering and Applied Sciences**, v. 6, n. 10, p. 193-198, 2016.

MILLER, G. NOVAK, M. **Extreme Programming: Guia prático**. Rio de Janeiro: Campus, 2002. Acesso em 16, junho de 2018.

NIELSEN, Jakob; LORANGER, Hoa. **Usabilidade na web**. Elsevier Brasil, 2007.

PÁDUA, W. **Engenharia de Software: fundamentos, métodos e padrões**, 2000. Editora LTC.

PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de Software: uma abordagem profissional**. 8. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 2016.

SILVA, LLB, Daniel Facciolo Pires, and Silvio Carvalho Neto. **"Desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis: tipos e exemplo de aplicação na plataforma IOS."** Franca/SP(2015).

SOMMERVILLE. **Engenharia de Software - 8º Edição**, Pearson Education, 2007.

SOMMERVILLE. **Engenharia de Software - 9º Edição**, Pearson Education, 2011.

THOMAS, D. **Agile web development with rails**, 2007. Acesso em 13 de agosto de 2016, disponível em <<https://bit.ly/1CR1w9A>> Acesso em: 25 fev.2018

VENTURA, P. **Especificações de requisitos não funcionais**, 2016. Acesso em 15 de julho de 2018, disponível em < <https://www.ateomomento.com.br/exemplos-requisitos-nao-funcionais/>>.

WAZLAWICK R. **Análise e projeto de sistemas orientado a objeto**, 2012. Elsevier Editora LTDA.

WAZLAWICK, R. **Engenharia de software para Sistema de informação: Conceitos e práticas que fazem sentido**, 2012. Elsevier Editora LTDA.

ZEMEL, Tércio. **Web Design Responsivo: páginas adaptáveis para todos os dispositivos**. Editora Casa do Código, 2015.

## **APÊNDICE A – Entrevistas**

### **A.1 Entrevistas – Vigilantes**

1. Qual o horário de maior movimentação?
2. Qual é a atitude quando o estacionamento lota?
3. A quem o estacionamento é reservado?
4. Como você tem o controle que o motorista é o funcionário?
5. É comum perguntas como “Tem vaga?” ou “Aonde tem?”?
6. Você costuma verificar se no estacionamento tem vaga?
7. Qual é o maior problema do estacionamento do IFPI?
8. Se estivesse um controle de estacionamento automatizado diminuiria esses problemas?

### **A.2 Entrevistas – Prefeito do Instituto**

1. Como é feito o cadastro de usuário no estacionamento?
2. Quais são os dados necessários para controlar o acesso ao estacionamento?
3. Quais os principais problemas encontrados neste gerenciamento?
4. Como é tratado o problema de pessoas que utilizam mais de um veículo?
5. Possui alguma penalidade para pessoas que utilizam carros não cadastrados?

### **A.3 Entrevistas – Servidores e Professores**

1. Você é:  
☐ Servidor(a)  
☐ Professor(a)
2. Você é usuário do estacionamento do Instituto Federal *Campus* Teresina Central?  
☐ SIM  
☐ NÃO
3. Se você respondeu NÃO à pergunta anterior, qual a razão?

- ☐ Poucas Vagas
  - ☐ Não tenho Automóvel
  - ☐ Uso estacionamento pago
  - ☐ Outros
4. Qual sua opinião sobre o funcionamento do estacionamento:
- ☐ Ótimo
  - ☐ Bom
  - ☐ Regular
  - ☐ Ruim
  - ☐ Péssimo
  - ☐ Outros
5. Você mudaria algo no estacionamento?
- ☐ Sim
  - ☐ Não
6. Se você respondeu SIM à pergunta anterior, o quê mudaria?
- ☐ Formato
  - ☐ Quantidade de Vagas
  - ☐ Lugares ou Formato das Vagas
  - ☐ Outro
7. Considere apenas o formato, qual sua opinião sobre o formato do estacionamento:
- ☐ Ótimo
  - ☐ Bom
  - ☐ Regular
  - ☐ Ruim
  - ☐ Péssimo
  - ☐ Outros
8. Qual o sistema operacional do seu celular?
- ☐ IOS
  - ☐ Android
  - ☐ WindowsPhone
  - ☐ Outro
9. Quantos Veículos você possui?

- ( ) Um veículo
- ( ) 2 à 3 veículos
- ( ) 4 ou mais veículos

10. Você tem alguma sugestão para melhorar o estacionamento?



## APÊNDICE B– Questionários

### B.1 Questionários – Testes Usuários

#### Teste de Usabilidade - Usuários

Esse teste objetiva a avaliação do sistema AGE- APLICAÇÃO PARA GERENCIAMENTO DE ESTACIONAMENTO, assim como as dificuldades encontradas pelos usuários para realizar as tarefas aqui listadas.

Instruções para o preenchimento:

- 1)Execute todas as tarefas listadas.
- 2)Avalie o grau de dificuldade encontrada em cada uma.
- 3)Dê uma sugestão para melhorar o sistema avaliado

1. Faça Login no sistema \*

- ☐Fácil
- ☐Normal
- ☐Difícil
- ☐Muito Difícil

2. Identifique Quantidade de vagas livres e ocupadas \*

- ☐Fácil
- ☐Normal
- ☐Difícil
- ☐Muito Difícil

3. Identifique as vagas no mapa do estacionamento \*

- ☐Fácil
- ☐Normal
- ☐Difícil
- ☐Muito Difícil

4. Envie uma ocorrência ao Admin \*

- ☐Fácil
- ☐Normal
- ☐Difícil
- ☐Muito Difícil

5. Veja sua lista de ocorrência \*

- ☐Fácil
- ☐Normal
- ☐Difícil
- ☐Muito Difícil

6. Apague uma ocorrência \*

- ☐Fácil
- ☐Normal
- ☐Difícil
- ☐Muito Difícil

7. veja sua

s notificações \*

- ☐Fácil
- ☐Normal
- ☐Difícil
- ☐Muito Difícil

8. Abra um informativo \*

- ☐Fácil
- ☐Normal
- ☐Difícil
- ☐Muito Difícil

9. Abra uma mensagem do Admin ou Vigilante \*

- ☐Fácil
- ☐Normal
- ☐Difícil
- ☐Muito Difícil

10. Mande uma reclamação ao Admin \*

- ☐Fácil
- ☐Normal
- ☐Difícil
- ☐Muito Difícil

11. Vote no questionário de usabilidade \*

- ☐Fácil
- ☐Normal
- ☐Difícil
- ☐Muito Difícil

12. Altere sua senha \*

- ☐Fácil
- ☐Normal
- ☐Difícil
- ☐Muito Difícil

13. Saia do app \*

- ☐Fácil
- ☐Normal
- ☐Difícil
- ☐Muito Difícil

14. Dê uma sugestão para melhorar o aplicativo

15. Você acha que o sistema facilita que o usuário LOCALIZE com maior rapidez e exatidão uma vaga livre? \*

- ☐sim
- ☐não

16. Você acha que o sistema diminui o tempo de acesso a informação de que existe uma vaga livre? \*

- ☐sim

☐ não

## **B.2 Questionários – Avaliação Reditec**

### **Avaliação do Estacionamento Inteligente - Reditec 2018**

1. Qual nota você daria ao projeto? \*

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

2. Você gostaria de ver algo a mais?(Dê uma sugestão)

3. Se você fosse um investidor, investiria nessa ideia? \*

☐ SIM

☐ NÃO

4. Você usaria esse sistema? \*

☐ SIM

☐ NÃO

## APÊNDICE C – Descrição de Casos de Uso

### Caso de uso Visualizar mapa de ocupação do estacionamento

<b>IDENTIFICADOR:</b> CDU001	
<b>NOME:</b> Visualizar mapa de ocupação do estacionamento	
<b>ATOES:</b> Administrador, Usuário	
<b>TIPO:</b> Primário	
<b>PRÉ- CONDIÇÃO:</b> O ator deve está cadastrado no sistema e acessá-lo via internet	
<b>PÓS – CONDIÇÃO:</b> Nenhuma	
<b>SEQUENCIA TÍPICA DE EVENTOS</b>	
ATOR	SISTEMA
1. O ator deve acessar o sistema conectado a internet	3. O sistema valida os dados recebidos.
2. O ator deve entrar com matrícula e senha	4. O sistema retorna a tela do mapa do estacionamento, mostrando vacância do mesmo.
<b>SEQUENCIA ALTERNATIVA</b>	
3a Login e dados inválidos	
Ator deve se dirigir ao setor responsável e atualizar os dados cadastrais.	
3a2 Retorna ao passo dois	

### Caso de uso Enviar Informativo

<b>IDENTIFICADOR:</b> CDU002	
<b>NOME:</b> Enviar informativo	
<b>ATORES:</b> Administrador	
<b>TIPO:</b> Primário	
<b>PRÉ- CONDIÇÃO:</b> O ator deve está logado como administrador	
<b>PÓS – CONDIÇÃO:</b> Nenhuma	
<b>SEQUENCIA TÍPICA DE EVENTOS</b>	
<b>ATOR</b>	<b>SISTEMA</b>
1. O ator deve preencher o cadastro de envio de informativo e apertar no botão enviar.	2. O sistema valida os dados preenchidos.
	3. O sistema envia o informativo a todos os usuários,
<b>SEQUENCIA ALTERNATIVA</b>	
2a Login e dados inválidos	
4a2 Retorna ao passo dois	
5a Dados preenchidos incorretamente	
O sistema informa quais campos devem ser alterados.	

### Caso de uso Visualizar gráficos de horário de pico

<b>IDENTIFICADOR:</b> CDU003	
<b>NOME:</b> Visualizar gráfico de horário de pico	
<b>ATORES:</b> Administrador, Usuário	
<b>TIPO:</b> Primário	
<b>PRÉ- CONDIÇÃO:</b> O ator deve está cadastrado no sistema e acessá-lo via internet	
<b>PÓS – CONDIÇÃO:</b> Nenhuma	
<b>SEQUENCIA TÍPICA DE EVENTOS</b>	
<b>ATOR</b>	<b>SISTEMA</b>
1. O ator deve entrar com matrícula e senha	2. O sistema valida os dados recebidos
3. O ator deve acessar a área correspondente a relatórios	4. O sistema retorna os gráficos de ocupação
<b>SEQUENCIA ALTERNATIVA</b>	
2a Login e dados inválidos	
Ator deve se dirigir ao setor responsável e atualizar os dados cadastrais.	
2a2 Retorna ao passo um	

### Caso de uso Enviar ocorrências

<b>IDENTIFICADOR:</b> CDU004	
<b>NOME:</b> Enviar ocorrências	
<b>ATORES:</b> Usuário	
<b>TIPO:</b> Primário	
<b>PRÉ- CONDIÇÃO:</b> O ator deve acessar o sistema via internet	
<b>PÓS – CONDIÇÃO:</b> Nenhuma	
<b>SEQUENCIA TÍPICA DE EVENTOS</b>	
<b>ATOR</b>	<b>SISTEMA</b>
1. O ator deve entrar com matrícula e senha	2. O sistema valida os dados recebidos.
3. O ator deve preencher o cadastro de envio de ocorrências e apertar no botão enviar.	4. O sistema valida os dados preenchidos.
	5. O sistema envia a ocorrência ao administrador.
<b>SEQUENCIA ALTERNATIVA</b>	
2a Login e dados inválidos	
Ator deve se dirigir ao setor responsável e atualizar os dados cadastrais.	
2a2 Retorna ao passo um	
5a Dados preenchidos incorretamente	
O sistema informa quais campos devem ser alterados.	
5a2 Retorna ao passo quatro	

### Caso de uso Enviar Mensagens

<b>IDENTIFICADOR:</b> CDU005	
<b>NOME:</b> Enviar mensagens	
<b>ATORES:</b> Administrador	
<b>TIPO:</b> Primário	
<b>PRÉ- CONDIÇÃO:</b> O ator deve está logado como administrador e o usuário destino deve está cadastrado no sistema.	
<b>PÓS – CONDIÇÃO:</b> Nenhuma	
<b>SEQUENCIA TÍPICA DE EVENTOS</b>	
<b>ATOR</b>	<b>SISTEMA</b>
1. O administrador deve preencher o cadastro de envio da mensagem e escolher o usuário destino e apertar no botão enviar.	2. O sistema valida os dados recebidos.
	3. O sistema envia a mensagem ao usuário escolhido
	.
<b>SEQUENCIA ALTERNATIVA</b>	
3a Dados preenchidos incorretamente	
O sistema informa quais campos devem ser alterados.	
3a2 Retorna ao passo um	



### Caso de uso Responder Mensagens

<b>IDENTIFICADOR:</b> CDU006	
<b>NOME:</b> Responder mensagens	
<b>ATORES:</b> Usuário	
<b>TIPO:</b> Primário	
<b>PRÉ- CONDIÇÃO:</b> O ator deve ter recebido uma mensagem do administrador	
<b>PÓS – CONDIÇÃO:</b> Nenhuma	
<b>SEQUENCIA TÍPICA DE EVENTOS</b>	
<b>ATOR</b>	<b>SISTEMA</b>
1. O ator deve acessar o sistema conectado a internet	3. O sistema valida os dados recebidos.
2. O ator deve entrar com matrícula e senha	5. O sistema retorna a lista de mensagens enviadas a esse usuário.
4. O ator deve ir a tela correspondente a listagem de mensagens .	7. O sistema envia a resposta da mensagem ao administrador.
6. O ator seleciona a mensagem desejada, insere os dados no campo correspondente.	
<b>SEQUENCIA ALTERNATIVA</b>	
3a Login e dados inválidos	
Ator deve se dirigir ao setor responsável e atualizar os dados cadastrais.	

3a2 Retorna ao passo dois

### Caso de uso Cadastrar Usuário

<b>IDENTIFICADOR:</b> CDU007	
<b>NOME:</b> Cadastrar usuário	
<b>ATORES:</b> Administrador	
<b>TIPO:</b> Primário	
<b>PRÉ- CONDIÇÃO:</b> O ator deve estar cadastrado como administrador.	
<b>PÓS – CONDIÇÃO:</b> Nenhuma	
<b>SEQUENCIA TÍPICA DE EVENTOS</b>	
<b>ATOR</b>	<b>SISTEMA</b>
1. O ator deve acessar o sistema conectado a internet	3. O sistema valida os dados recebidos
2. O ator deve entrar com matrícula e senha	5. O sistema retorna a ficha cadastral do usuário.
4. O ator deve acessar a tela de cadastro de usuários.	7. O sistema valida os dados recebidos.
6. O ator preenche os campos necessários para realizar o cadastro.	8. O sistema cadastra o usuário.
<b>SEQUENCIA ALTERNATIVA</b>	
3a Login e dados inválidos	
Ator deve se dirigir ao setor responsável e atualizar os dados cadastrais.	
3a2 Retorna ao passo dois	

7a Dados preenchidos incorretamente
O sistema informa quais campos devem ser alterados.
7a2 Retorna ao passo seis

### Caso de uso Buscar Veículo

<b>IDENTIFICADOR:</b> CDU008	
<b>NOME:</b> Buscar Veículo	
<b>ATORES:</b> Administrador	
<b>TIPO:</b> Primário	
<b>PRÉ- CONDIÇÃO:</b> O ator deve estar cadastrado como administrador.	
<b>PÓS – CONDIÇÃO:</b> Nenhuma	
<b>SEQUENCIA TÍPICA DE EVENTOS</b>	
<b>ATOR</b>	<b>SISTEMA</b>
1. O ator deve acessar o sistema conectado a internet	3. O sistema valida os dados recebidos
2. O ator deve entrar com matricula e senha	5. O sistema retorna a lista de usuários cadastrados.
4. O ator deve acessar a tela de listagem de usuários.	7. O sistema valida os dados recebidos.
6. O ator preenche o campo de busca com a placa do veículo que deseja localizar.	8. O sistema retorna a ficha cadastral do dono de veículo.
<b>SEQUENCIA ALTERNATIVA</b>	

3a Login e dados inválidos
Ator deve se dirigir ao setor responsável e atualizar os dados cadastrais.
3a2 Retorna ao passo dois
7a Dados preenchidos incorretamente
O sistema informa que não possui esse veículo cadastrado no sistema.
7a2 Retorna ao passo seis

### Caso de uso Buscar Ocorrência

<b>IDENTIFICADOR:</b> CDU009	
<b>NOME:</b> Buscar Ocorrências	
<b>ATORES:</b> Administrador	
<b>TIPO:</b> Primário	
<b>PRÉ- CONDIÇÃO:</b> O ator deve ser cadastrado como administrador.	
<b>PÓS – CONDIÇÃO:</b> Nenhuma	
<b>SEQUENCIA TÍPICA DE EVENTOS</b>	
<b>ATOR</b>	<b>SISTEMA</b>
1. O ator deve entrar com matricula e senha	2. O sistema valida os dados recebidos.
3. O ator deve acessar a tela de listagem de ocorrências.	4. O sistema retorna a lista de ocorrências recebidas.
5. O ator preenche o campo de busca com o tipo da ocorrência ou nome do	6. O sistema valida os dados recebidos.

usuário que deseja localizar.	
	7. O retorna a ocorrência localizada.
<b>SEQUENCIA ALTERNATIVA</b>	
2a Login e dados inválidos	
Ator deve se dirigir ao setor responsável e atualizar os dados cadastrais.	
2a2 Retorna ao passo dois	
6a Dados preenchidos incorretamente	
O sistema informa que não possui esse veículo cadastrado no sistema.	
7a2 Retorna ao passo seis	