

**DANILO BASTOS HERNANDES**  
**GUSTAVO SHUITI SAWADA THEODORO FERREIRA**  
**GIOVANNI ARAÚJO CAVALCANTE**

## **RASTREAMENTO DE PACOTES EM TEMPO REAL**

Especificação Preliminar do Projeto de Formatura

Grupo S03

Danilo Bastos Hernandez	8993177
-------------------------	---------

Gustavo S. S. T. Ferreira	8992537
---------------------------	---------

Giovanni Araújo Cavalcante	8992520
----------------------------	---------

São Paulo

2018

# Sumário

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>I</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS .....</b>	<b>II</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivos .....	1
1.2 Motivação.....	1
1.3 Justificativa .....	1
1.4 Organização do Trabalho .....	2
<b>2 ASPECTOS CONCEITUAIS.....</b>	<b>3</b>
<b>3 TECNOLOGIAS UTILIZADAS .....</b>	<b>5</b>
3.1 Arduino .....	5
3.2 RFID.....	5
3.3 Android .....	6
3.4 Cloud.....	6
<b>4 METODOLOGIA DO TRABALHO .....</b>	<b>7</b>
4.1 Descrição Arquitetural .....	7
4.2 Diagramas .....	9
<b>5 ESPECIFICAÇÕES DO SISTEMA.....</b>	<b>13</b>
<b>LISTA DE REFERÊNCIAS.....</b>	<b>15</b>

## Lista de Figuras

Figura 1 - Esboço da Arquitetura do Projeto .....	8
Figura 2 - Diagrama de Classes .....	9
Figura 3 - Diagrama Entidade-Relacionamento completo.....	10
Figura 4 - Tabelas relacionadas ao fluxo principal do sistema .....	10
Figura 5 - Tabelas relacionadas ao controle da carga do veículo .....	11
Figura 6 - Tabelas relacionadas ao controle de estoque de uma estação .....	11
Figura 7 - Tabelas relacionadas ao acesso do usuário das informações do pacote ....	12

## Lista de Abreviaturas

**RFID** *Radio Frequency Identification*

**IoT** Internet of Things (Internet das Coisas)

**SO** Sistema Operacional

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 *Objetivos*

O objetivo desta dissertação é projetar um sistema que acompanha o trânsito de pacotes e seus registros nas agências. Os dados salvos são utilizados para informar sua localização com mais precisão ao destinatário, assim como fornecer estatísticas do funcionamento da rede de entregas para a transportadora.

## 1.2 *Motivação*

Quando comparamos os sistemas atuais de rastreamento de carga, vemos que eles atualizam o estado da carga apenas quando ela chega em determinados pontos do trajeto a ser percorrido. Tal sistema é na realidade uma caixa preta entre qualquer um dos pontos tanto para os gerenciadores do sistema logístico quanto para os destinatários da carga, possibilitando que algum indivíduo extravie a carga entre dois pontos do trajeto sem que seja possível saber o instante em que isso ocorreu.

Levando em conta a proliferação de dispositivos *IoT* e a grande precisão e disponibilidade de serviços de Geo-localização, a utilização dessas tecnologias mais recentes no processo de transporte de carga pode levar à solução de problemas antigos nessa indústria - realizando o rastreamento em tempo real da carga, desde o momento em que é empacotada até quando for entregue ao destinatário. Desse modo, a prevenção e detecção de atrasos, extravios e fraudes torna-se mais fácil, dando maior segurança à transportadora e ao destinatário. Além disso, o oferecimento de informações mais detalhadas gera uma melhor experiência de uso do serviço para o destinatário.

## 1.3 *Justificativa*

A possibilidade de se acompanhar um pacote em tempo real permite com que as empresas de logística consigam detectar um extravio no momento em que ele ocorre, tornando a apuração do que ocorreu mais fácil, possivelmente reduzindo os

prejuízos decorrentes do desvio de carga. Além disso, com uma análise dos dados provenientes do rastreamento de todos os pacotes em transporte, a empresa poderia averiguar se alguma rota utilizada está gerando um número descomunal de perdas de pacotes.

Com uma coleta mais constante de dados dos pacotes, os destinatários poderão visualizar de forma mais clara aonde o pacote se encontra no trajeto, dando mais transparência ao processo de transporte do ponto de vista do cliente. Além disso, essa maior disponibilidade de dados sobre a movimentação do pacote pode ser utilizada em disputas jurídicas que envolvem o transporte de algum volume.

## ***1.4 Organização do Trabalho***

No decorrer desta monografia será discutida a implementação dada ao projeto até o momento. Serão abordados os conceitos e as ideias em volta do projeto, suas motivações, usos e possibilidades, será feita uma análise das tecnologias escolhidas e utilizadas na implementação do protótipo do projeto e suas justificativas. Serão especulados os requisitos do sistema, definindo-os realisticamente, e será explicada a implementação dada ao projeto e como ela modela o funcionamento esperado do sistema. Testes serão feitos para obter dados a respeito do funcionamento e capacidade do protótipo e de como eles se comparam com o desempenho esperado na realidade.

## 2 ASPECTOS CONCEITUAIS

O objetivo principal do projeto é criar um sistema que realiza o rastreamento dos pacotes em tempo real, coletando informações pertinentes sem a necessidade de interação do sistema com funcionários ou outras pessoas. Desse modo, destacam-se cinco aspectos importantes do projeto: localização em tempo real, autonomia, segurança e análise de dados.

A localização em tempo real é o foco principal do projeto, pois com a constante atualização do estado atual de um pacote na cadeia logística, as empresas responsáveis poderão tomar medidas embasadas nos dados gerados pelo rastreamento em tempo real; ela consiste, primariamente, na capacidade do sistema de gerar dados de localização para todo pacote em transporte na cadeia, tanto em pontos fixos, como galpões e agências, quanto nos veículos de transporte, durante a integridade do processo.

Outro aspecto fundamental do projeto é em relação à segurança e autonomia, pois um dos problemas recorrentes em processos logísticos é o extravio de cargas, tanto por pessoas externas ao processo como por funcionários envolvidos nele. Para evitar que isso ocorra, o projeto propõe diminuir a influência humana no sistema de rastreamento de pacotes, já que essas interações geram brechas de segurança. Além disso, o sistema deverá ser capaz de assegurar que as informações de rastreamento serão devidamente protegidas de atacantes e garantir que mesmo em caso de interferência externa o sistema irá enviar um alerta aos responsáveis pela logística.

Por fim, o aspecto da análise de dados também se mostra importante, considerando que uma das funcionalidades do sistema é trazer informações mais detalhadas de cada pacote registrado, assim como um panorama da rede de transportes em geral. Para isso, coletando-se os dados apropriados, o sistema traz informações que auxiliam nas tomadas de decisão por parte da transportadora, seja para responder a um alarme de uma ocorrência, ou para planejar as rotas de transporte e a movimentação

de cargas; para o destinatário, as informações geradas tornam o acompanhamento do pacote mais esclarecedor e o transporte em si mais previsível.



## 3 TECNOLOGIAS UTILIZADAS

### 3.1 *Arduino*

Arduino é uma plataforma *open-source* que oferece placas de sistemas embarcados programáveis que podem ser conectados a diversos *shields* oferecidos pela empresa que podem conter sensores e controladores diversos. A Arduino também oferece um IDE para que possa ser desenvolvido o software que deve rodar no microcontrolador embutido em suas placas.

A Arduino possui uma comunidade de desenvolvedores ao redor do mundo que criam conteúdo e desenvolvem projetos utilizando os recursos disponibilizados pela plataforma.

### 3.2 *RFID*

RFID é um método de identificação automática de dispositivos chamados de *Tags* RFID através de sinais de rádio. A *tag* pode estar em um objeto pequeno que possa ser colocado em qualquer objeto ou até pessoas ou animais. Ela é composta de microchips de silício e um sistema de antena que permite que ela responda a sinais de rádio enviados por uma base transmissora (o leitor RFID).

O sistema de *tags* e leitores RFID são comparáveis com os sistemas de códigos de barras (mais comuns atualmente), pois possuem funções semelhantes: a de tornar mais eficientes para produtores e fornecedores a identificação e rastreamento de itens de lotes. A versatilidade e durabilidade da tecnologia RFID, entretanto, são seus principais diferenciais. As *tags* podem ser inseridas em materiais bem mais duráveis que os códigos de barras e podem ser lidos independente do ângulo em que a *tag* se encontra e até mesmo de alguns obstáculos no caminho.

### 3.3 *Android*

*Android* é o sistema operacional mais comum para dispositivos móveis atualmente, disponibilizado e produzido pelo Google; o SO é baseado em um *kernel* do *Linux* e é *open-source*. Além do SO o Google disponibiliza uma plataforma para o desenvolvimento de aplicativos suportados pelos aparelhos que rodam *Android* - o *Android Studio*, que disponibiliza recursos e bibliotecas para o desenvolvimento dos aplicativos compatíveis, desde seu core até sua interface.

### 3.4 *Cloud*

O armazenamento em nuvem é uma forma de armazenar dados em servidores remotos, ao invés de localmente. Embora ainda não tenha sido escolhida qual tecnologia será utilizada para esse armazenamento, ela será necessária para manter os dados consistentes entre as diversas interfaces da aplicação - sejam os dispositivos embarcados coletando e enviando dados para esses bancos remotos, seja para os aplicativos que acessarão essa informação e a disponibilizarão de forma *user-friendly* a um usuário final.

## 4 METODOLIGIA DO TRABALHO

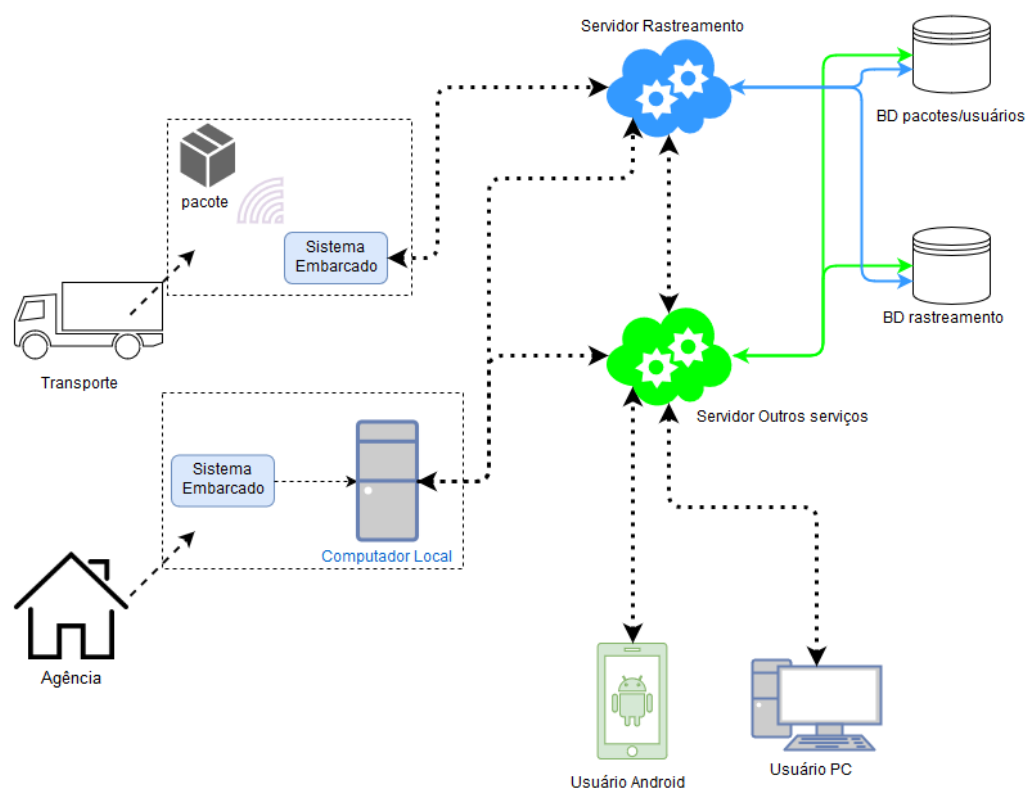
### 4.1 *Descrição Arquitetural*

O projeto foi originado a partir da observação das interfaces que agências de transporte oferecem ao destinatário para obter informações a respeito do pacote ou carga em questão; foi notado também que há um baixo nível de automação em serviços de transporte em geral no Brasil, o que se mostra um sério problema, considerando o tamanho e a importância desse setor. A partir desse panorama, decidiu-se fazer um projeto que busca corrigir os problemas encontrados, tanto para o destinatário e remetente, que desejam obter mais informações acerca da carga em trânsito, quanto para as transportadoras, que poderão realizar o serviço de forma mais eficiente e com acesso à mais dados do funcionamento do sistema de transportes em funcionamento.

Para realizar esse projeto, foram levantadas as seguintes necessidades:

- Um modo de identificar unicamente cada pacote registrado no sistema;
- Um modo de detectar *em tempo real* tais pacotes dentro de um contêiner/veículo e agências;
- Um modo de receber, armazenar e acessar as informações coletadas;

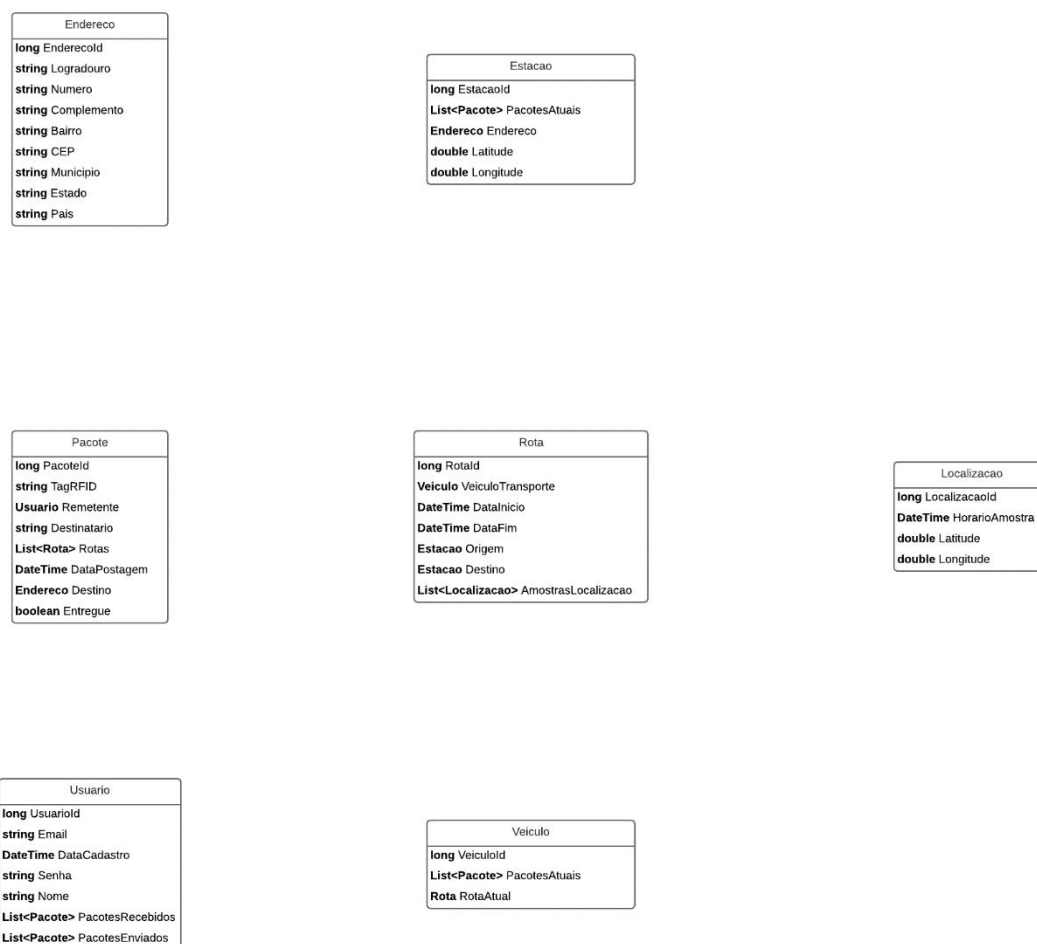
A solução atual elaborada consiste em utilizar a tecnologia de leitores e *tags RFID* como uma maneira de identificar e detectar pacotes; o sistema embarcado do veículo de transporte, equipado com o leitor RFID, um GPS e conexão à internet (via 3G/4G), realiza a leitura dos pacotes presentes e envia os dados coletados ao servidor do sistema. O sistema embarcado presente na agência realiza a leitura das *tags* dos pacotes que chegam e saem. Servidores e bancos de dados que recebem e armazenam as informações coletadas são hospedados em serviços de *Cloud*. Por fim, usuários do sistema podem acessar tais informações através do *website* ou do aplicativo desenvolvido para *Android*.



**Figura 1 - Esboço da Arquitetura do Projeto**

## 4.2 Diagramas

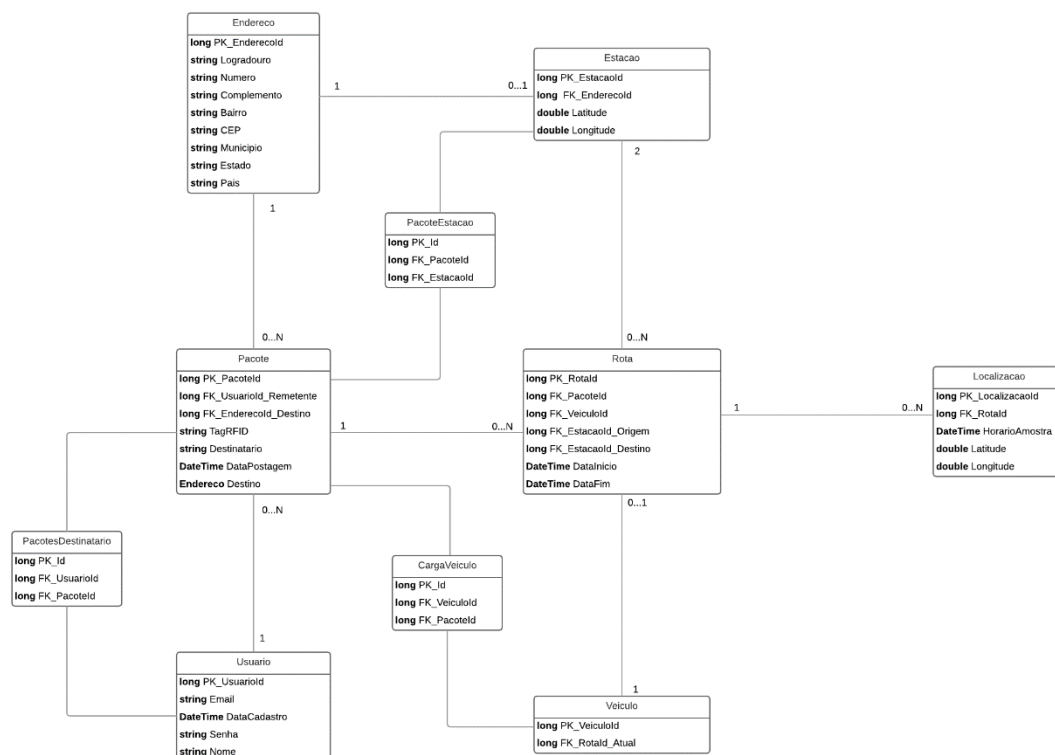
Nesse tópico serão exibidos e explicitados os diagramas de Classe (lógica dos servidores) e Entidade-Relacionamento (armazenamento no BD) do sistema.



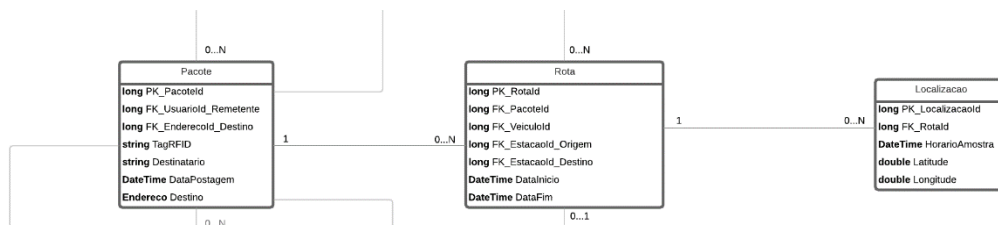
**Figura 2 - Diagrama de Classes**

O diagrama de classes acima apresenta os objetos necessários para realizar o rastreamento em tempo real do pacote, enquanto o relaciona a um usuário remetente. Usuários destinatários também tem acesso às informações do pacote.

Cada pacote terá uma lista de rotas realizadas, sendo que cada rota contém uma lista de amostras de localização, assim formando um mapa de todo o percurso do pacote, desde seu despacho inicial até o momento da entrega. Cada rota também contém uma referência ao veículo de transporte utilizado, que por sua vez tem uma lista de pacotes sendo transportados no momento. Por fim, uma rota contém uma estação de origem e uma de destino, e cada estação tem um endereço relacionado, assim como os pacotes armazenados no momento (estoque).

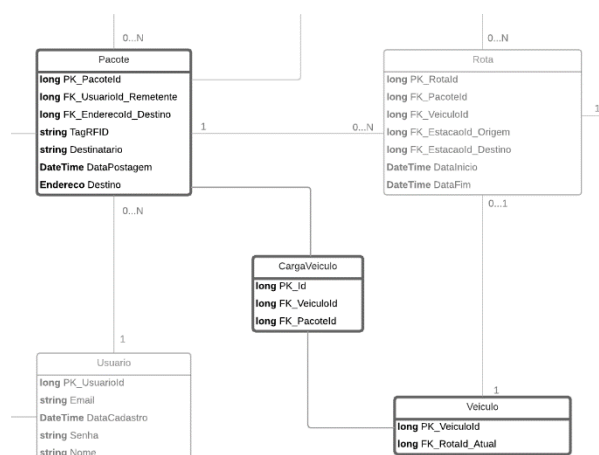


**Figura 3 - Diagrama Entidade-Relacionamento completo**



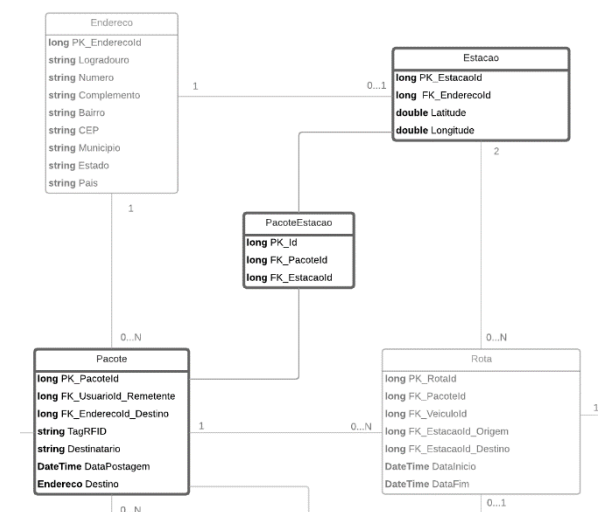
**Figura 4 - Tabelas relacionadas ao fluxo principal do sistema**

A figura 4 indica a relação das tabelas utilizadas para armazenar os dados do rastreamento de pacotes em tempo real; cada instância de uma localização referencia uma rota, enquanto que cada instância de uma rota referencia um pacote. Desse modo, é possível construir a lista de rotas em um pacote, e uma lista de localizações em uma rota. As relações *Pacote-Rota* e *Rota-Localização* configuram relacionamentos *one-to-many*.



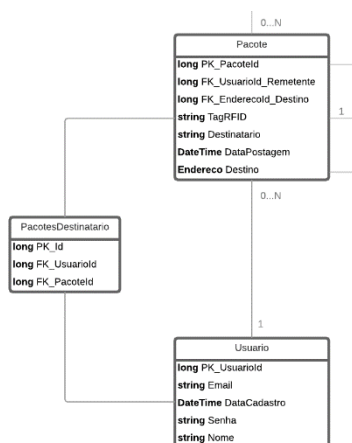
**Figura 5 - Tabelas relacionadas ao controle da carga do veículo**

A figura 5 mostra a maneira em que os pacotes em transporte em um veículo são identificados; uma tabela intermediária *CargaVeiculo* (que carrega uma relação *many-to-many* com as tabelas *Pacote* e *Veiculo*) registra em cada entrada um pacote e seu veículo relacionado.



**Figura 6 - Tabelas relacionadas ao controle de estoque de uma estação**

Na figura 6 é destacada a construção dos relacionamentos entre *Pacote* e *Estacao* para realizar um controle de estoque; a tabela intermediária *PacoteEstacao* armazena em cada entrada um pacote e a estação relacionada, numa relação *many-to-many*.



**Figura 7 - Tabelas relacionadas ao acesso do usuário das informações do pacote**

A figura 7 indica a maneira como é feita o relacionamento entre usuários e pacotes; no caso, pode-se dividir em dois relacionamentos: (Remetente) *Usuario-Pacote* e (Destinatário) *Usuario-Pacote*. Isso se deve ao fato de que o remetente da carga necessariamente é um usuário do sistema, mas o destinatário não necessariamente precisa ter um cadastro, de modo que um remetente consiga utilizar o sistema sem forçar que todos seus destinatários também tenham que realizar cadastros.

O usuário relacionado ao remetente é referenciado na tabela de pacotes através de uma chave estrangeira, enquanto que usuários destinatários são referenciados por uma tabela intermediária *PacotesDestinatario*. No primeiro caso, há uma relação *one-to-many* (um usuário pode ser remetente de vários pacotes), enquanto que a tabela intermediária segue o padrão *many-to-many*. Note que essa segunda relação implica que vários usuários podem ser destinatários de um mesmo pacote; isso não é um problema, pois tal tabela é utilizada apenas para fins de rastreamento, como por exemplo um usuário salvar uma lista de pacotes que deseja saber sobre. Os dados efetivamente utilizados para alcançar o “verdadeiro” destinatário são armazenados na tabela *Pacote* e não referenciam qualquer entrada na tabela *Usuario*.



## 5 ESPECIFICAÇÕES DO SISTEMA

Para conseguirmos implementar um sistema capaz de providenciar a todos os usuários um serviço de qualidade, elencamos os requisitos funcionais e não-funcionais que representam os aspectos centrais do projeto. Isso permitiu escolhermos as tecnologias e a arquitetura do sistema de forma a atender os requisitos levantados.

Funcionalmente nosso sistema deve satisfazer dois tipos de usuários, os destinatários dos pacotes e os funcionários da empresa de logística, portanto deveremos providenciar interfaces e funcionalidades para atender esses dois públicos. Para os destinatários teremos que permitir a visualização do estado atual do pacote que ele irá receber, incluindo a posição atual e o histórico. Já para os funcionários é importante que seja possível visualizar todos os pacotes em transporte e se necessário visualizar informações mais detalhadas sobre cada um. Tal interface irá exibir uma grande quantidade de informação e deverá exibi-las de forma clara, portanto um cuidado especial deve ser tomado ao elaborarmos ela.

Caso alguma anomalia seja detectada pelo sistema durante o transporte, como a falta de um pacote no compartimento de carga, o sistema deverá sinalizar isso para os responsáveis na empresa e ao destinatário do pacote. Apesar desses avisos serem gerados pelo mesmo evento, a importância desse aviso para a empresa é maior, já que quanto mais rápido a empresa reagir a esse evento menor será o prejuízo. Já para o destinatário, tal aviso provavelmente o levará a entrar em contato com a empresa responsável pelo transporte. Levando isso em consideração, quando a detecção de anomalias ocorrer, a notificação deverá chegar com rapidez e de forma clara à empresa, enquanto que o aviso para o usuário não necessita de tanta agilidade.

Levando em consideração que por boa parte do trajeto do pacote ele estará dentro de um veículo, devemos considerar as limitações energéticas e de conexão com a rede. Portanto para realizarmos o rastreamento devemos ter um baixo consumo energético e de envio de sinais, mas por outro lado o serviço de GPS utilizado não precisa ter uma precisão muito elevada. Também devemos considerar que a tecnologia

de identificação dos pacotes dentro do compartimento também deverá possuir um baixo consumo energético e de banda, além de ter um alcance compatível com as dimensões do compartimento e conseguir identificar de forma paralela todos os pacotes presentes.

Considerando tanto a quantidade quanto a importância dos dados gerados pelo sistema, devemos implementar mecanismos de segurança tanto no transporte quanto no armazenamento dos dados de localização dos pacotes. Além disso, o sistema deve saber lidar com ataques físicos, como *jammers* de sinal ou a destruição de módulos, e virtuais, como roubo de dados em transporte e ataques ao banco de dados.

## Lista de Referências

ANDROID. *Android Developers*. Disponível em: <<https://developer.android.com/>>. Acesso em: 21 mai. 2018.

ARDUINO. Home. Disponível em: <<https://www.arduino.cc>>. Acesso em 21 mai. 2018.

BENTON, Dale. *ParcelLive: IoT and real-time parcel tracking technology*. **Supply Chain Digital**, Jan. 17, 2017. Disponível em: <<https://www.supplychaindigital.com/logistics/parcelive-iot-and-real-time-parcel-tracking-technology>>. Acesso em: 14 mai. 2018.

PACKAGE MAPPING. *Package Tracking Services*. Disponível em: <<https://commercial.packagemapping.com>>. Acesso em 14 mai. 2018.

PARCEL MONITOR. *Track all your parcels. Simple and easy!* Disponível em: <<https://www.parcelmonitor.com/>>. Acesso em: 14 mai. 2018.

TAGGEN. O que é *RFID*. Disponível em: <<https://taggen.com.br/o-que-e-rfid/>>. Acesso em 21 mai. 2018.