

**FUNDAÇÃO DE ENSINO "EURÍPIDES SOARES DA ROCHA"
CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA - UNIVEM
CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

MICHAEL CRISTIANO SERRANO

**GERENCIAMENTO DE ESTOQUE COM RFID E REALIDADE
AUMENTADA**

**MARÍLIA
2013**

**FUNDAÇÃO DE ENSINO "EURÍPIDES SOARES DA ROCHA"
CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA - UNIVEM
CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

MICHAEL CRISTIANO SERRANO

Monografia apresentado ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Fundação de Ensino "Eurípedes Soares da Rocha", mantenedora do Centro Universitário Eurípedes de Marília - UNIVEM, para obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Prof.º Ms. Leonardo Castro Botega.

**MARÍLIA
2013**



CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – AVALIAÇÃO FINAL

Michael Cristiano Serrano

Gerenciamento de Estoque com RFID e Realidade Aumentada.

Banca examinadora da monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação do UNIVEM/F.E.E.S.R., para obtenção do Título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Nota: 10.0 (DEZ)

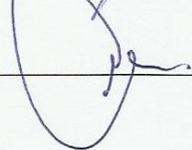
Orientador: Leonardo Castro Botega

1º. Examinador: Rodolfo Barros Chiaramonte

2º. Examinador: Elton Aquinori Yokomizo







Marília, 02 de dezembro de 2013.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha mãe, pois tudo que sou hoje devo a ela. Mãe, obrigado por todos os momentos dedicados a mim, pelas palavras, pelos conselhos, pelo amor, pela honestidade, pelo afeto, pela amizade e todo carinho.

A minha irmã, sempre guerreira, que a todo o momento esteve ao meu lado, sendo assim uma segunda mãe pra mim e que tenho muito a agradecer.

A minha esposa que sempre me apoiou e não mediu esforços para me ajudar, sempre paciente e me motivando a todo o momento a sempre correr atrás de nossos sonhos.

Ao meu orientador Leonardo que soube ser paciente e me incentivou constantemente até o ultimo segundo para realização deste trabalho, onde sem este incentivo não teria conseguido concluí-lo, Botega, obrigado por sempre acreditar em meu potencial.

Ao professor Geraldo Pereira, com quem tive um imenso prazer de conviver tanto no meio acadêmico quanto no profissional, onde pude constatar a excelente pessoa e profissional que é, sempre soube me dar sábios conselhos que foram e serão decisivos para minha formação acadêmica e profissional.

A professora Giuliana, onde além de uma grande professora é uma grande amiga de todos os seus alunos, que faz com que tenha uma enorme admiração por ela, também tendo uma imensa gratidão por ela ter aberto as portas para que conhecesse melhor a nossa área, sendo decisiva em minha escolha de mudança de profissão.

Ao professor Ricardo Sabatine pela sua humildade e dedicação na hora de transmitir seu conhecimento e principalmente por sempre prestar ajuda a qualquer momento, sendo paciente mesmo custando o intervalo de uma aula a outra.

A todos os professores que tive ao longo do curso e que contribuíram diretamente com a minha formação acadêmica, profissional e pessoal.

A toda minha família e amigos que diretamente participaram de minha vida contribuindo para ser a pessoa que sou hoje.

CRISTIANO SERRANO, Michael. Gerenciamento de Estoque com RFID e Realidade Aumentada. 2013. 47 f. Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino Eurípides Soares da Rocha de Marília, 2013.

RESUMO

Os avanços tecnológicos proporcionam constantemente novos recursos às organizações, deste modo permitem a execução dos processos de forma eficiente e eficaz, assim contribuem para o contínuo crescimento competitivo entre elas. Com isso, o surgimento de novas tecnologias se torna imprescindível para auxiliá-las a se manterem no mercado. Desta maneira este projeto propõe a criação de um aplicativo de gerenciamento de estoque utilizando-se dos recursos de *radio frequency identification* (RFID) e Realidade Aumentada (RA) a fim de melhorar a produtividade e a acurácia do estoque.

Palavras chaves – rfid; realidade aumentada; gerenciamento de estoque.

CRISTIANO SERRANO, Michael. Gerenciamento de Estoque com RFID e Realidade Aumentada. 2013. 47 f. Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino Eurípides Soares da Rocha de Marília, 2013.

ABSTRACT

Technological advances constantly provide new resources to organizations, thereby allowing for the implementation of efficient and effective processes, thereby contributing to the continued competitive growth between them. Thus, the emergence of new technologies is essential to assist them to remain in the market. Thus this project proposes the creation of an stock management application using the resources of radio frequency identification (RFID) and Augmented Reality (AR) to improve productivity and stock accuracy.

Keywords — rfid; augmented reality; inventory management.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Fluxo genérico do material em um depósito	14
Figura 2. Indicação dos quatro principais componentes de uma etiqueta	16
Figura 3. Componentes físicos de um leitor	17
Figura 4. Componentes básicos RFID	18
Figura 5. Middleware RFID	19
Figura 6. Visualizador baseado em monitor	20
Figura 7. Capacete com visão ótica direta	21
Figura 8. Capacete com visão de câmera de vídeo	21
Figura 9. Exemplo de navegação	23
Figura 10. Exemplo de navegação	24
Figura 11. Exemplo de Sobreposição de informações geoposicionais	24
Figura 12. Exemplo de jogos em RA	25
Figura 13. Componentes básicos RFID	26
Figura 14. Diagrama de caso e uso	28
Figura 15. Banco de dados	29
Figura 16. Arquitetura MVC do sistema	30
Figura 17. Leitor rfid usb 125khz	32
Figura 18. Etiquetas RFID 125 khz passivas tipo chaveiro e tipo cartão	32
Figura 19. Utilização do leitor RFID	33
Figura 20. Carregando Api do Google Maps v3	34
Figura 21. Visualização do mapa	34
Figura 22. Utilização do sistema pelo desktop	36
Figura 23. Utilização do sistema pela aplicação no Android	36
Figura 24. Seleção de material pelo RFID	37
Figura 25. Seleção de material por navegação em “Listar Itens Produto”	37
Figura 26. Opções de movimentações	38
Figura 27. Acesso a tela para realização de recebimento	38
Figura 28. Tela de listagem de notas	39
Figura 29. Tela de seleção de itens	39
Figura 30. Tela de recebimento do item	40
Figura 31. Tela de seleção de itens após recebimento	40
Figura 32. Visualização do item pelo mapa com rota	41
Figura 33. Posicionamento atual do usuário	42
Figura 34. Localização do item pela sobreposição da planta do estoque	42
Figura 35. Informando quantidade de saída	43
Figura 36. Visualizando item para ajuste	43
Figura 37. Informando quantidade de ajuste	44
Figura 38. Opção de busca de item de saída pelo NRA Mixare	45
Figura 39. Busca de item de saída pelo NRA Mixare	45
Figura 40. Opção de busca de item de ajuste pelo Mixare	46
Figura 41. Busca do item de ajuste pelo NRA Mixare	46
Figura 42. Processo de entrada sem aplicação	47
Figura 43. Processo de entrada com aplicação	48
Figura 44. Tabela de resultados do processo de entrada	48
Figura 45. Processo de ajuste sem aplicação	49
Figura 46. Processo de ajuste com aplicação	49
Figura 47. Tabela de resultados do processo de ajuste	50

Figura 48. Processo de saída sem aplicação	50
Figura 49. Processo de saída com aplicação	51
Figura 50. Tabela de resultados do processo de saída	51
Figura 51. Tabela de resultados dos processos de movimentações	52
Figura 52. Gráfico de desempenho	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RA	Realidade Aumentada
NRA	Navegador de Realidade Aumentada
RFID	Radio Frequency Identification
JSON	Javascript Object Notation
GPS	Global Positioning System
TI	Tecnologia da Informação
LF	Low Frequency
HF	High Frequency
UHF	Ultra High Frequency
URL	Uniform Resource Locator
WWW	World Wide Web
USB	Universal Serial Bus

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
CAPÍTULO 1 – TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E O PROCESSO DE ESTOQUE	14
1.1 RFID	14
1.1.1 Etiquetas.....	15
1.1.2 Leitor	17
1.1.3 Antenas.....	17
1.2 Realidade Aumentada	19
CAPÍTULO 2 - NAVEGADOR DE REALIDADE AUMENTADA	23
2.1 Aplicações para navegadores de realidade aumentada	23
2.1.1 Aplicação de navegação	23
2.1.2 Aplicação de sobreposição de localização	24
2.1.3 Aplicação com serviços de informação	24
2.1.4 Aplicação com jogo	25
2.2 Arquitetura dos navegadores de realidade aumentada	25
2.2.1 Arquitetura <i>Gateway</i>	25
2.2.2 Arquitetura <i>Standalone</i>	25
2.2.3 Arquitetura Web	25
CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA	26
3.1 Desenvolvimento do sistema	27
3.1.1 Banco de dados	28
3.1.2 Arquitetura do sistema	30
3.1.3 Api javascript do google masps v3	31
3.2 Integração RFID	31
3.2.1 Leitor RFID	31
3.2.2 Etiquetas RFID	32
3.2.3 Integração com o sistema	33
3.3 Integração com a API Javascript do Google Maps v3.....	33
3.4 Integração NRA.....	34
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS	36
4.1 Utilização via desktop.....	38
4.1.1 Realizar entrada de materiais	38
4.1.2 Saída	40

4.1.3	Ajuste.....	43
4.2	Utilização via Android.....	44
4.2.1	Saída	44
4.2.2	Ajuste.....	46
4.3	Teste de desempenho	47
4.3.1	Entrada de Materiais	47
4.3.2	Ajuste de Estoque.....	48
4.3.3	Saída de Materiais.....	50
CONCLUSÕES.....		53
REFERÊNCIAS.....		54

INTRODUÇÃO

Um dos fatores que tem um grande impacto nos resultados de uma organização é a ruptura no processo produtivo, quando ocorrido tem reflexos em toda a organização. O estoque é uma das áreas que tem grande influência nessas ocorrências, uma vez que a sua acurácia é de suma importância para que os materiais necessários estejam disponíveis quando solicitados. Segundo Gasnier (2002) “Manter corretas as informações sobre saldos em estoque é um dos grandes desafios para os gestores de materiais, mais ainda quando buscamos trabalhar com níveis enxutos e com elevadas frequência de acessos”.

O estoque tem efeito impactante no sucesso de uma organização, tornando-se um fator estratégico na competitividade e obtenção de lucros, interferindo diretamente no valor final do produto. Além disso, a realização do gerenciamento de estoque não é tarefa fácil, ainda mais considerando o tamanho e diversidade de itens que posam atingir, desta maneira, se não controlada adequadamente contribuirá negativamente com o surgimento de divergências nas informações, gerando transtornos e prejuízos desnecessários, podendo ser ainda maiores se considerado que as organizações têm um alto valor em dinheiro empregado nos estoques, sendo assim, elas têm prejuízos quando não se tem giro no estoque, fazendo com que os materiais permaneçam por muito tempo parados até serem requisitados, este fato ocorre devido as constantes diferenças nos saldos, acarretando em reposições acima do necessário, impossibilitando que se trabalhe com margens de segurança adequadas a real necessidade, por este motivo, atualmente saber trabalhar com estoque reduzido é de suma importância. Outro fator que contribui com as divergências das informações no estoque é a busca de materiais solicitados, podendo acarretar em erros equivocados uma vez que um material existente poderá ser considerado insuficiente por não ser encontrado.

O *Radio Frequency Identification* (RFID) é utilizado para a identificação automática de objetos por meio de ondas eletromagnéticas. Utilizando-se três componentes básicos, etiqueta, leitor e antena, o RFID permite o armazenamento de dados em uma etiqueta, desta forma, por meio de uma antena o leitor envia sinais de radiofrequência, quando a etiqueta é atingida pelo sinal com frequência suficiente é realizado o acoplamento com o leitor permitindo o acesso aos dados armazenados na etiqueta (Hessel et all, 2011).

Por possuir uma grande capacidade de identificação e localização, o RFID possibilita a criação de diversas aplicações, inclusive em armazéns, para controle e armazenamento de mercadorias (Prata, 2008). O mesmo autor relata que “No sector relacionado com produção e logística saber onde se encontra um determinado item de armazém é essencial, pois permite poupar imenso tempo e recursos”. Deste modo, a utilização do RFID tem grande potencial para contribuir na solução de problemas decorrentes aos processos ligados ao estoque ao controlar as movimentações nele realizadas.

A utilização de realidade aumentada (RA) tem crescido consideravelmente nos últimos anos, permitindo um grande poder de interação com o usuário. Segundo Kirner e Tori (2006) “A realidade aumentada usa técnicas computacionais que geram, posicionam e mostram objetos virtuais integrados ao cenário real”. Sua utilização visa criar um ambiente real mesclado com elementos virtuais, proporcionando assim uma melhor percepção do ambiente (Meiguins *et all*, 2006). A RA pode ser obtida utilizando-se câmeras que capturam imagens reais onde, em tempo real são inseridos elementos virtuais, assim objetos virtuais são introduzidos no mundo real (Kirner e Tori, 2006). Com o crescente uso e evolução dos dispositivos móveis, possuindo uma vasta gama recursos, permitiu-se a utilização de um novo aplicativo de RA, o navegador de realidade aumentada (NRA) (Sambinelli, 2011).

O NRA tem como objeto proporcionar a criação de aplicações de RA permitindo que elas sejam acessadas pelos dispositivos móveis. Neste contexto a utilização NRA contribuirá no gerenciamento de estoque ao ser criado uma solução que permita o direcionamento e busca de materiais em um cenário real.

Desta maneira, devido à necessidade de se deter mais controle nos estoques, evitando ao máximo as divergências nas informações, que podem levar a ruptura do processo produtivo e ao aumento de custos, o presente projeto tem como objetivo realizar o desenvolvimento de um sistema voltado estoque, utilizando-se RFID e RA, visando auxiliar no gerenciamento de estoque, controlando as movimentações por ele realizadas, fornecendo as informações de identificação ao sistema, que ao identificar o material fornecerá as informações de localização necessárias para direcionar sua busca por meio do NRA, assim eliminando erros referentes à sua localização, possibilitando melhorias da dinâmica na busca dos materiais a fim de reduzir o tempo de procura e as divergências nas informações que possam ocorrer neste processo, permitindo também que as operações sejam realizadas em tempo real pelo dispositivo móvel, provendo maior mobilidade e agilidade nas operações, otimizando os processos básicos de movimentações do estoque e fornecendo um maior poder de competitividade para a empresa.

CAPÍTULO 1 – TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E O PROCESSO DE ESTOQUE

Segundo Gasnier (2002) “Nas ultimas décadas, o sucesso de muitas empresas e carreiras decorreu de motivos diretamente relacionados à gestão de estoques”.

Basicamente o estoque é composto por movimentações de entradas, saídas e saldo, deste modo os processos destas movimentações devem ser acompanhados de perto e melhorados continuamente (Figura 1).

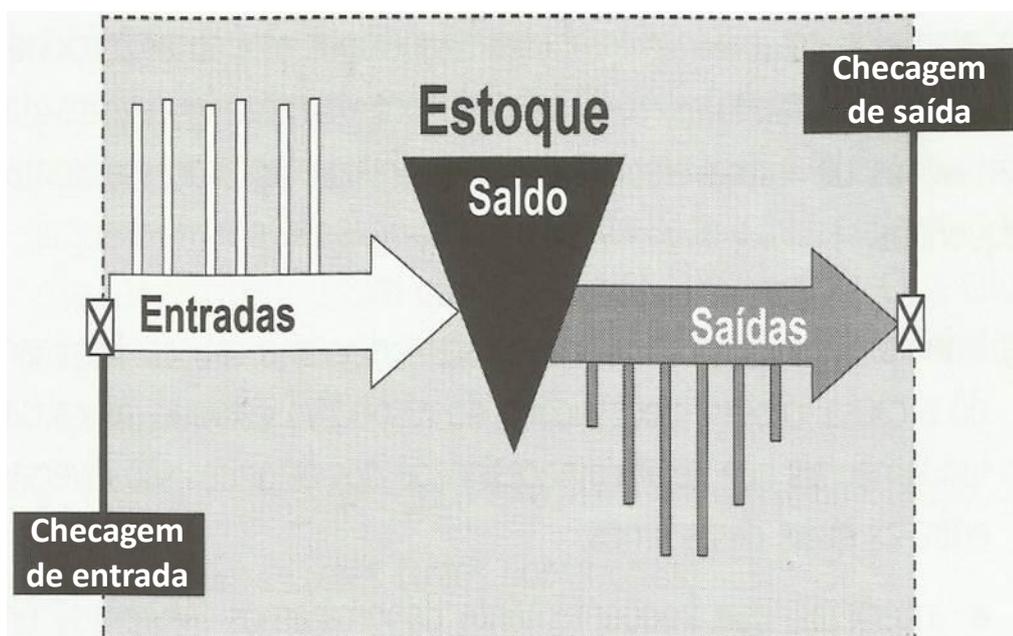


Figura 1. Fluxo genérico do material em um depósito (Gasnier, 2002)

A área de Tecnologia da Informação (TI) tem um papel fundamental na melhoria contínua dos processos do estoque, contribuindo com a criação de novas soluções que auxiliam nas tarefas diárias do gerenciamento dos estoques.

1.1 RFID

O *Radio Frequency Identification* (RFID) é uma tecnologia que consiste na utilização de emissão de ondas eletromagnéticas que permitem o acesso a informações que estão armazenadas em uma determinada etiqueta de mesma tecnologia, permitindo assim a realização de identificações automáticas de qualquer material que contenha nele fixado uma etiqueta RFID.

A frequência determina a faixa de conexão em que o RFID irá operar. Hessel e Azambuja (2011) relatam que “Em geral, a frequência define a taxa de transferência dos dados (velocidade) entre a etiqueta e o leitor”. Estão disponíveis vários tipos de frequência para a utilização do RFID, sendo elas a partir de 100KHz até 6GHz (Figueroa, 2011). As frequências mais utilizadas são as *low frequency* (LF), *high frequency* (HF) e *ultra high frequency* (UHF), atualmente a utilização da frequência UHF se torna uma opção interessante pelo fato de operar em uma frequência relativamente alta e por nos últimos anos ocorrerem quedas de custo das etiquetas e leitores UHF. Segundo Hessel e Azambuja (2011) “Frequências mais altas normalmente significam antenas menores e etiquetas com tamanhos reduzidos, aliados a um bom alcance de leitura, o que explica a grande expansão do uso de etiquetas UHF...”.

O RFID tem grande capacidade para identificar, ler e gravar dados pertinentes aos materiais em estoque, assim como prover maior controle nas movimentações nele realizadas, segundo Hessel et al (2011) “uma grande revolução na gestão da cadeia de suprimentos será proporcionada através da larga adoção de RFID, fornecendo informações em tempo real para o seu gerenciamento”.

Para o funcionamento básico do RFID são necessários a utilização de três componentes:

- Etiquetas;
- Leitor;
- Antenas.

1.1.1 Etiquetas

Também conhecidas como *transponder* (*transmitter + responder*) ou tags, são responsáveis pelo armazenamento dos dados, assim que solicitadas, ou interrogadas, as etiquetas responderão ao sinal transmitindo as informações salvas em sua memória.

Pode-se observar na Figura 2 que as etiquetas são basicamente compostas por:

- **circuito integrado:** responsável pela comunicação com o leitor, ele recebe energia das ondas de radio, possuem um microprocessador.
- **Antena:** responsável por receber e transmitir ondas de radiofrequência e energizar a etiqueta.
- **Substrato:** responsável em energizar e fixar o circuito integrado e a etiqueta.
- **Conector:** responsável pela conexão entre o circuito integrado e a antena.

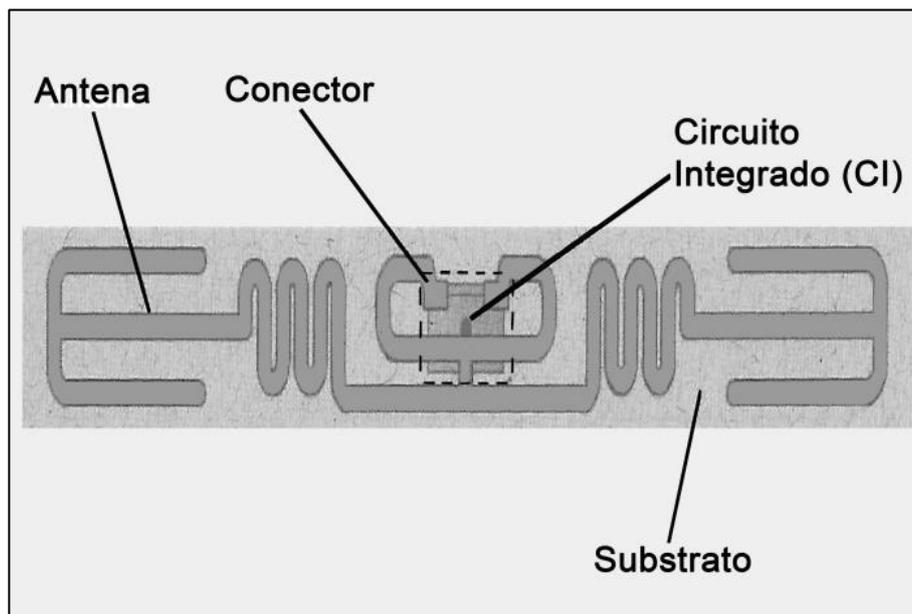


Figura 2. Indicação dos quatro principais componentes de uma etiqueta (Hessel e Azambuja, 2011)

As etiquetas podem ser classificadas como (i) passivas, (ii) semipassivas e (iii) ativas (Hessel e Azambuja, 2011).

- Etiquetas passivas:** Não possuem baterias internas, mas necessitam de sinal para se energizar e enviarem os dados contidos em sua memória, este tipo de etiqueta possui alcance reduzido, sendo necessária maior potência do leitor.
- Etiquetas semipassivas:** Utilizam bateria interna, mas não tem a capacidade

de iniciarem uma transmissão por não possuírem um transmissor, permitem maior armazenamento e sinal do que as passivas.

- iii. **Etiquetas ativas:** Também utilizam bateria interna como as semipassivas, além disso, possuem um transmissor que permitem iniciarem a comunicação com um leitor, apresentam maior capacidade de armazenamento e sinal do que as citadas anteriormente.

1.1.2 Leitor

Também conhecido como interrogador, tem a função de transmitir sinais de onda de rádio para estabelecer a comunicação com as etiquetas, desta forma ele receberá sinais de resposta das etiquetas, decodificando-os em informações relevantes e enviando-as para o middleware. Na Figura 3 é possível observar os passos realizados pelo leitor (Hessel e Azambuja, 2011).

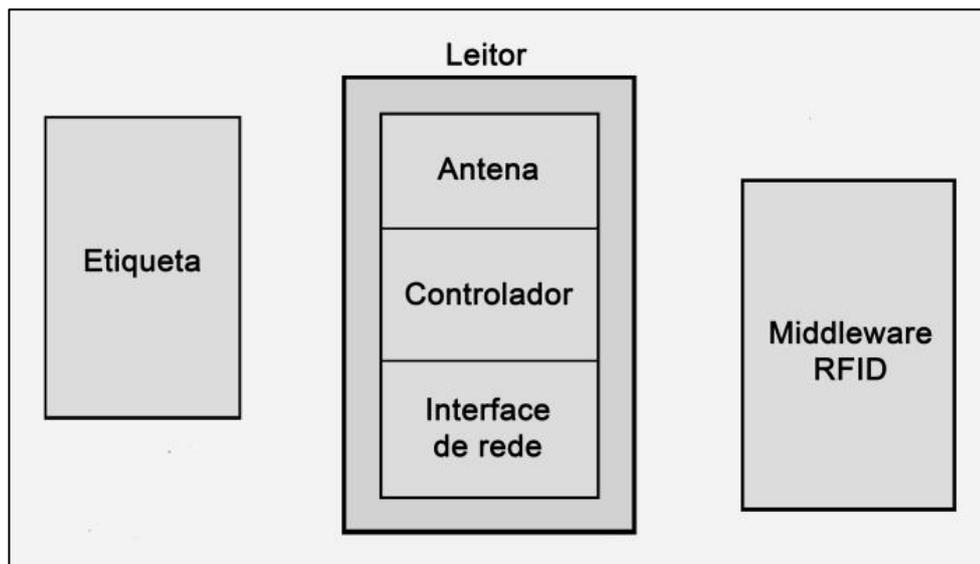


Figura 3. Componentes físicos de um leitor (Hessel e Azambuja, 2011)

1.1.3 Antenas

Tem a função de propagar o sinal das ondas eletromagnéticas, fazendo com que o sinal chegue a maiores distâncias aumentando a capacidade de comunicação entre o leitor e a etiqueta (Barbin, 2011). Hessel e Azambuja (2011) mencionam que “O estilo da antena e o posicionamento representam um fator significativo na determinação da área de cobertura,

alcance e desempenho na comunicação”.

Com a utilização destes três componentes já se pode começar a explorar toda a capacidade proporcionada por esta tecnologia. Esta estrutura básica já é capaz de permitir a realização da identificação automática, onde o leitor, geralmente conectado a um computador que processa os dados recebidos, realiza o envio de sinais de radiofrequência pelo ambiente, utilizando-se de uma antena, a fim de localizar as etiquetas que estejam dentro do raio da frequência emitida, quando a etiqueta for atingida é realizado o acoplamento entre ela e a antena, onde a etiqueta utiliza-se da frequência emitida retornando a informações contidas nela, deste modo a antena capta estas informações e retorna ao leitor (Figura 4).

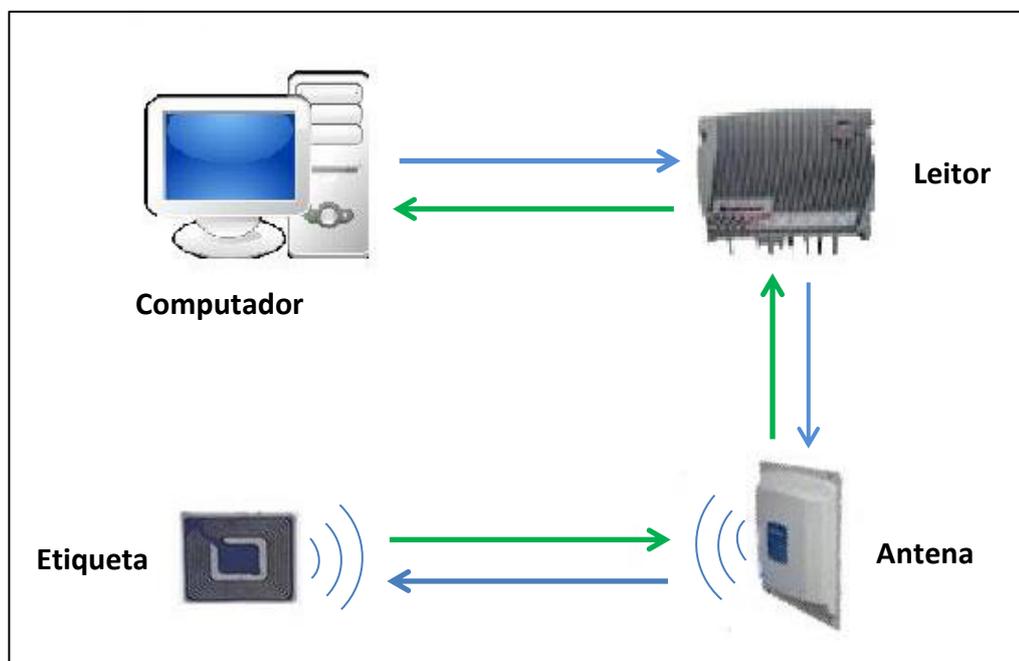


Figura 4. Componentes básicos RFID (Fonte Própria)

O middleware RFID é uma camada de software intermediária que tem como objetivo desacoplar toda a complexidade de interação do RFID, filtrando todos os dados que são lidos, assim somente os dados pertinentes serão repassados à aplicação (Figura 5).

É recomendável a utilização do Middleware RFID em cenários que possuam grande fluxo de informações, gerando um elevado volume de solicitações de dados contidos nas etiquetas, intermediando a comunicação entre o RFID e o sistema.

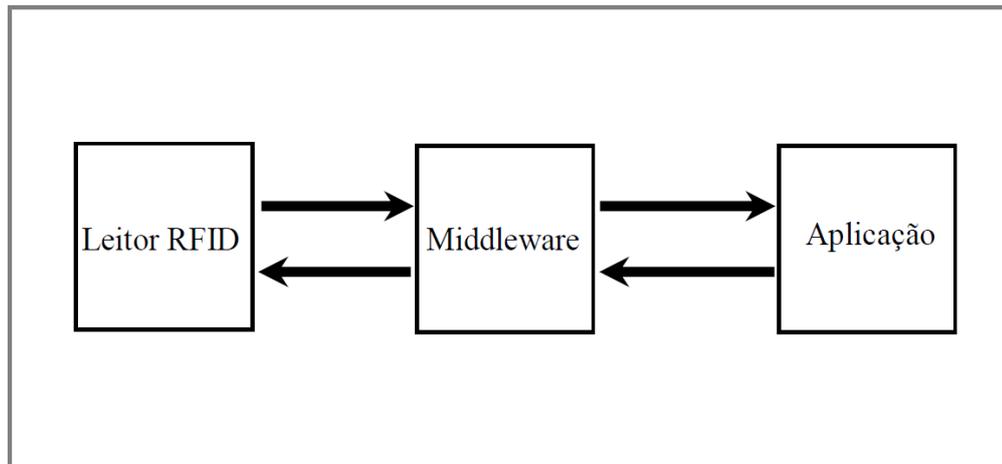


Figura 5. Middleware RFID (Fonte Própria)

A utilização do RFID tem como finalidade contribuir para solucionar problemas decorrentes aos processos ligados ao estoque, controlando as movimentações nele realizadas. Roberti (2012) destaca que o RFID contribui para competir de forma mais eficaz podendo oferecer um produto com menor preço reduzindo custos e desperdícios, ajudando a diminuir o estoque de segurança, eliminando atrasos de produção e evitando erros, também afirma que quem compreender rapidamente seus benefícios poderá competir de forma agressiva nos próximos anos.

1.2 Realidade Aumentada

A Realidade Aumentada consiste em mesclar objetos virtuais gerados por computador no cenário real, segundo Kirner e Tori (2006) “A realidade aumentada está inserida num contexto mais amplo, denominado realidade misturada”, deste modo muitas vezes ela é difundida no lugar da realidade misturada, sendo assim, a realidade aumentada é uma modalidade da realidade misturada e que ocorre quando se obtém a inserção de objetos virtuais no mundo real tendo o ambiente real o principal ou predominante cenário, mantendo o usuário sempre com o senso de presença neste cenário (Kirner e Tori, 2006).

Os sistemas de Realidade Misturada podem ser classificados pelas suas formas de visualizações, entre elas, podemos classificar a realidade aumentada em três tipos (Milgram *et al*), sendo elas:

- Realidade aumentada com monitor (não imersiva) sobrepondo objetos virtuais no mundo real;
- Realidade aumentada baseada em capacete (HMD) incorporando visão ótica direta (*see-thought*);
- Realidade Aumentada baseada em capacete (HMD), incorporando visão ótica de camera de vídeo acoplada ao capacete.

Para a inserção de objetos virtuais no mundo real são utilizados os visualizadores de realidade aumentada, que permitem mesclar estes objetos com o cenário real, sendo classificados em quatro tipos (Azuma, 2001):

- a) **Visualizadores baseados em monitores:** são visualizadores que se utilizam de monitores para mostrar as imagens capturadas do cenário real mescladas aos objetos virtuais (Figura 6).

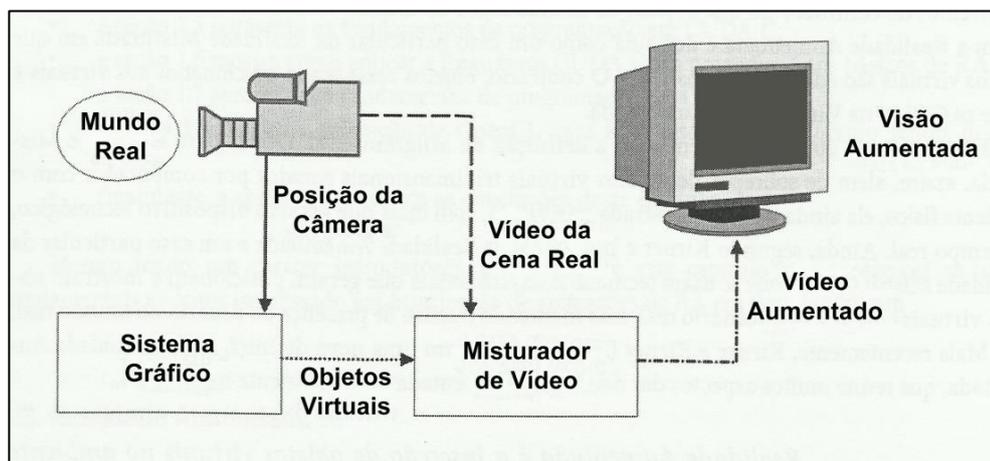


Figura 6. Visualizador baseado em monitor (Stringhini e Silva, 2012)

- b) **Capacete com visão ótica direta:** consiste na utilização de um capacete que possui um visor semitransparente permitindo a visualização direta do cenário real com objetos virtuais projetados por miniprojetores (Figura 7).

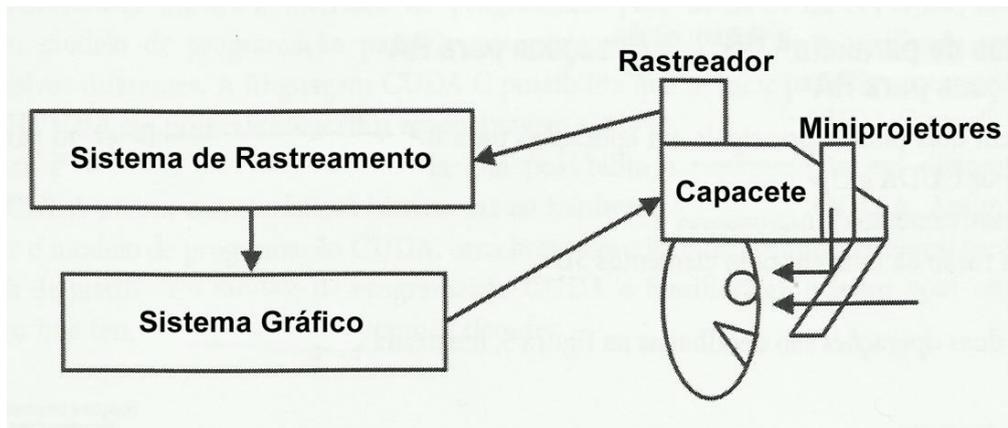


Figura 7. Capacete com visão ótica direta (Kirner e Tori, 2006).

- c) **Capacete com visão de câmera de vídeo:** Consiste na utilização de um capacete que possui uma câmera para capturar a imagem do cenário real, onde são mescladas com os objetos virtuais, sendo visualizadas pelo usuário por um pequeno monitor fixado no próprio capacete (Figura 8).

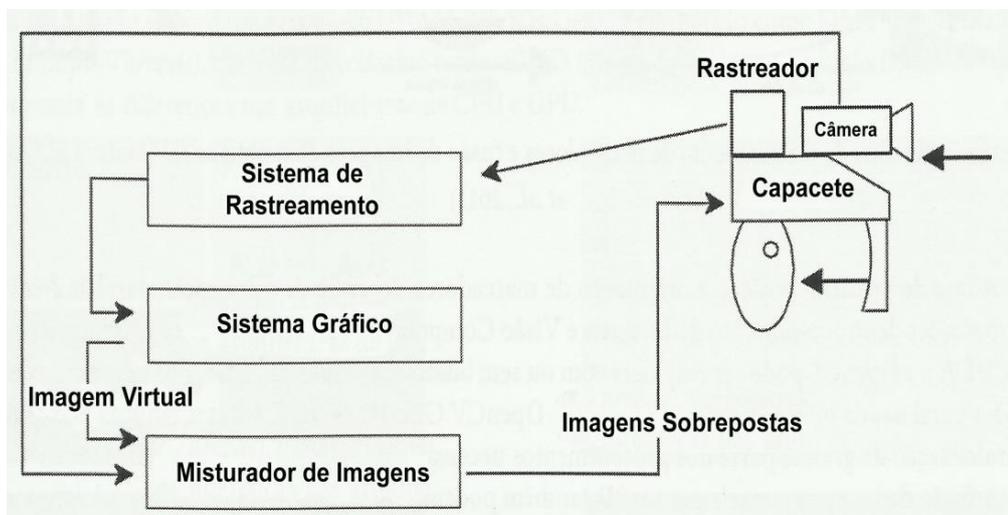


Figura 8. Capacete com visão de câmera de vídeo (Kirner e Tori, 2006)

- d) **Visualizadores de projeção:** consiste na projeção dos objetos virtuais diretamente no cenário real, permitindo que os objetos virtuais sejam visualizados no cenário real sem a utilização de nenhum tipo de equipamento especial.

No presente trabalho serão abordados a melhoria dos processos realizados nas movimentações de entradas, saídas e saldo do estoque, por serem processos básicos comuns a todos os estoques, visando permitir a sua aplicabilidade em qualquer que seja seu tipo. Para a realização das melhorias destes processos, serão utilizadas as tecnologias de RFID e RA.

CAPÍTULO 2 - NAVEGADOR DE REALIDADE AUMENTADA

O navegador de realidade aumentada (NRA) é uma ferramenta de navegação de conteúdo que se utiliza da RA com a finalidade de disponibilizar ao usuário informações relevantes que serão visualizadas mescladas com o cenário real, por meio da captura de câmeras dos dispositivos móveis. Segundo Sambinelli e Peixoto (2012) o NRA “... permitem a exploração de informações georeferenciadas, complementando o ambiente real dos usuários com diversos tipos de conteúdos...”.

2.1 Aplicações para navegadores de realidade aumentada

Atualmente as aplicações de NRA podem ser classificadas em quatro tipos, sendo elas: navegação, sobreposição de localização, serviços de informação e jogos (Sambinelli e Peixoto, 2012).

2.1.1 Aplicação de navegação

Neste tipo de aplicação, apresentada na figura 9, são exibidas informações básicas de navegação na tela do usuário, direcionando-o até o seu destino desejado, utilizando-se de marcadores ou setas, exibindo informações relevantes sobre a localidade onde o usuário deseja chegar de forma mais amigável (Sambinelli e Peixoto, 2012).

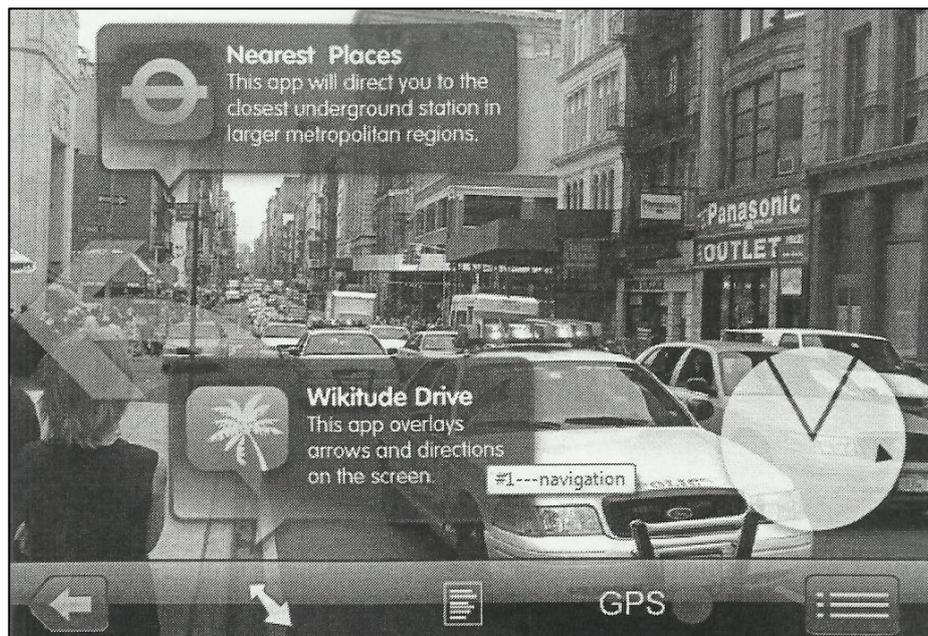


Figura 9. Exemplo de navegação (Wikitude)

2.1.2 Aplicação de sobreposição de localização

Segundo Sambinelli e Peixoto (2012) “O objetivo das aplicações de sobreposição de localização é completar o local apontado pelo usuário, que pode ser um horizonte, prédio, montanha, etc., com imagens ou informações” (Figura 10).



Figura 10. Exemplo de navegação (Mixare)

2.1.3 Aplicação com serviços de informação

Neste tipo de aplicação o objetivo é exibir várias informações ao usuário, como pode ser observado na figura 11.



Figura 11. Exemplo de Sobreposição de informações geoposicionais (Wikitude)

2.1.4 Aplicação com jogo

Aplicação que utiliza a captura de imagens do cenário real projetando o participante no centro da ação (Figura 12).

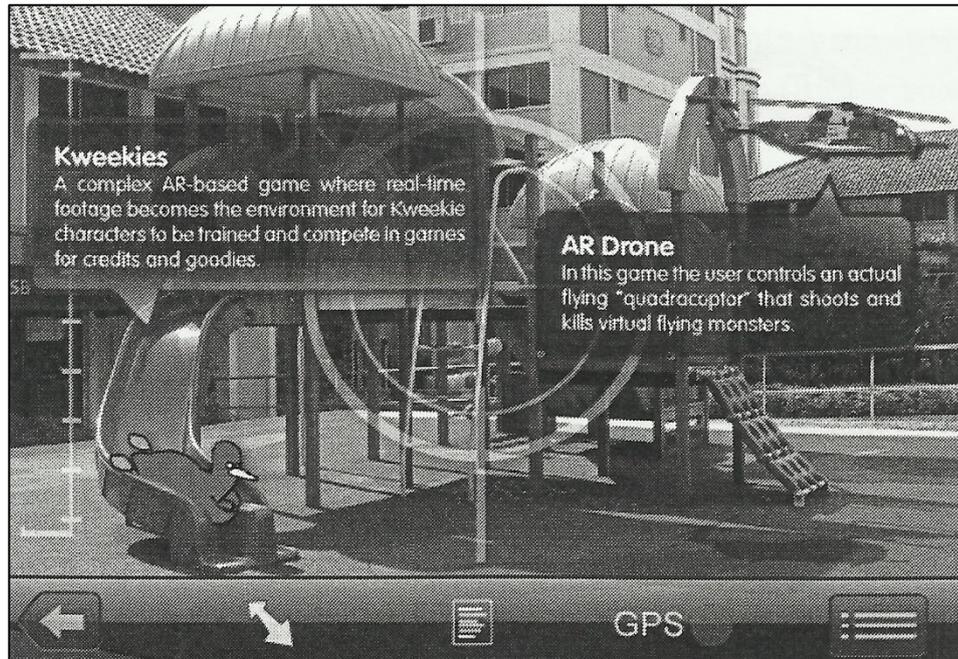


Figura 12. Exemplo de jogos em RA (Wikitude)

2.2 Arquitetura dos navegadores de realidade aumentada

De acordo com Butchart (2011) existem três tipos de padrões entre os principais navegadores de realidade aumentada: o padrão *gateway*, *standalone* e *web*.

2.2.1 Arquitetura Gateway

Padrão que age como porta para os modelos publicados na *World Wide Web*, como pontos georeferenciados, formatos de conteúdo 2D ou 3D, som, imagens, etc. (Sambinelli e Peixoto, 2012).

2.2.2 Arquitetura Standalone

Padrão que incorpora todos os subsistemas do NRA, fazendo com que ele não dependa de conexão com a rede, possuindo também a vantagem de não possuir restrições de plataformas de desenvolvimento (Sambinelli e Peixoto, 2012).

2.2.3 Arquitetura Web

Segundo Sambinelli e Peixoto (2012) Neste padrão “... o navegador de RA torna-se um genuíno navegador Web com acesso ilimitado ao *World Wide Web*”.

CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA

O presente trabalho tem como objetivo realizar o desenvolvimento de um sistema de gerenciamento de estoque e a integração das tecnologias de RFID e RA, realizando a melhoria nos processos de movimentações básicas do estoque com o propósito de fornecer um gerenciamento mais eficiente e proporcionar maior dinamismo quando efetuado por meio de dispositivos móveis, a fim de reduzir as divergências e custo nos estoques e aumentar o poder de competitividade da empresa.

Desta maneira, os processos do estoque serão realizados com maior agilidade reduzindo o tempo empregado para a realização de cada um deles, onde as movimentações do estoque passarão a serem realizadas por meio do RFID, identificando e trazendo as informações do material com maior agilidade, e as localizações dos materiais passarão a serem realizadas por meio de geolocalização pela api do google maps v3 ou pelo navegador de RA *Mixare*, sendo este estando apenas disponíveis nos dispositivos móveis.

O presente projeto foi dividido em quatro principais etapas, conforme a figura13: Desenvolvimento do Sistema, Integração RFID, Integração com a API Javascript do Google Maps v3 e Integração NRA.

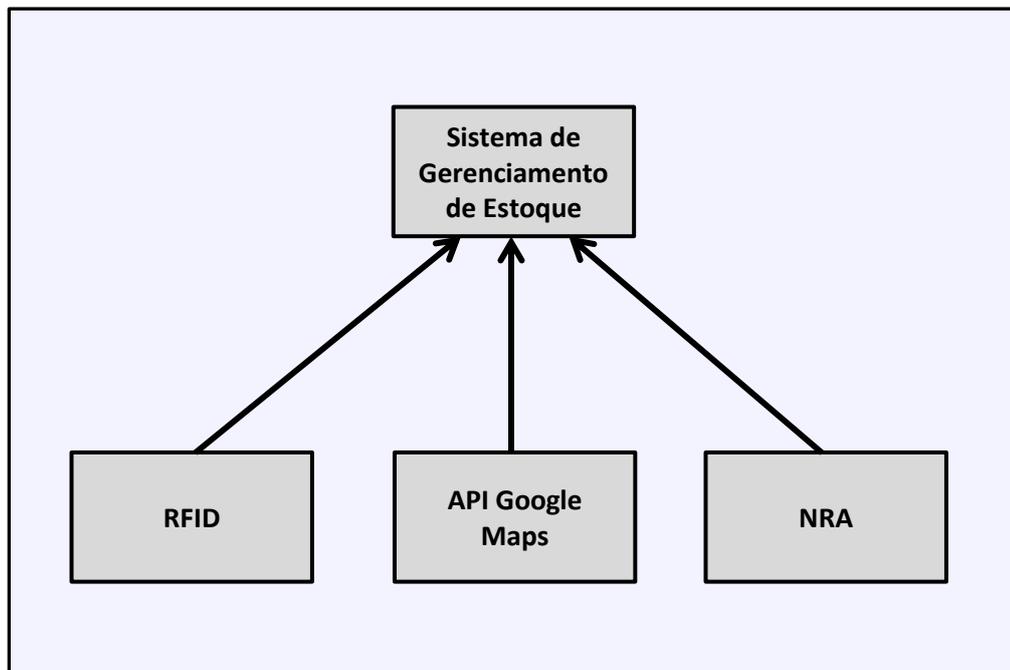


Figura 13. Componentes básicos RFID (Fonte Própria)

3.1 Desenvolvimento do sistema

Para o desenvolvimento do sistema foram adotados o modelo cliente-servidor como forma de garantir que o sistema seja multi-plataforma, o PHP como linguagem de programação, o MySQL como baco de dados e NetBeans como plataforma de desenvolvimento.

O modelo cliente-servidor consiste na interação entre dois ou mais computadores, onde um deles oferece os serviços aos demais, permitindo que informações sejam acessadas de qualquer lugar por meio de requisições. A escolha deste modelo se deu pela necessidade de se criar uma estrutura capaz de fornecer serviços a diversas plataformas e permitir que as informações sejam acessadas de qualquer lugar.

A escolha do PHP como linguagem de programação se deu pela necessidade de se desenvolver um sistema capaz de rodar em multi-plataformas utilizando o modelo cliente-servidor, para tal, foi escolhido realizar o desenvolvimento de um sistema Web utilizando o PHP por ser uma linguagem de desenvolvimento *open source*, amplamente utilizada e com boa documentação.

O MySQL é um dos banco de dados mais utilizados no mundo, armazenando e organizando as informações de forma estruturada, sua escolha se deu principalmente pelo fato dele ser *open source*, além de ser um dos principais bancos de dados da atualidade, sendo flexível, com bom desempenho e fornecer suporte a diversas linguagem de programação.

Para a elaboração da estruturação do sistema, serão seguidos os casos de uso apresentados no diagrama da figura 14, apresentando os requisitos necessários para o desenvolvimento do sistema.

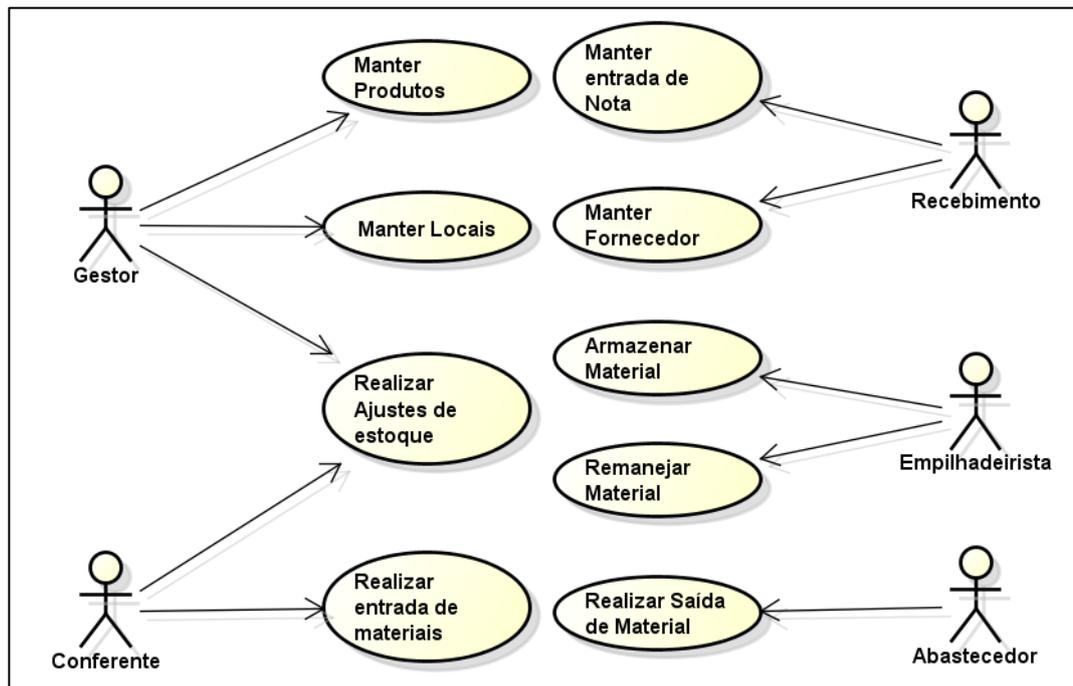


Figura 14. Diagrama de caso e uso (Fonte Própria)

3.1.1 Banco de dados

Na figura 15 pode ser observada a modelagem do banco de dados do sistema que é composto por oito tabelas, sendo elas:

- i. produto;
- ii. categoria;
- iii. unidade_medida;
- iv. item_produto;
- v. local;
- vi. nota;
- vii. fornecedor;
- viii. item_nota.

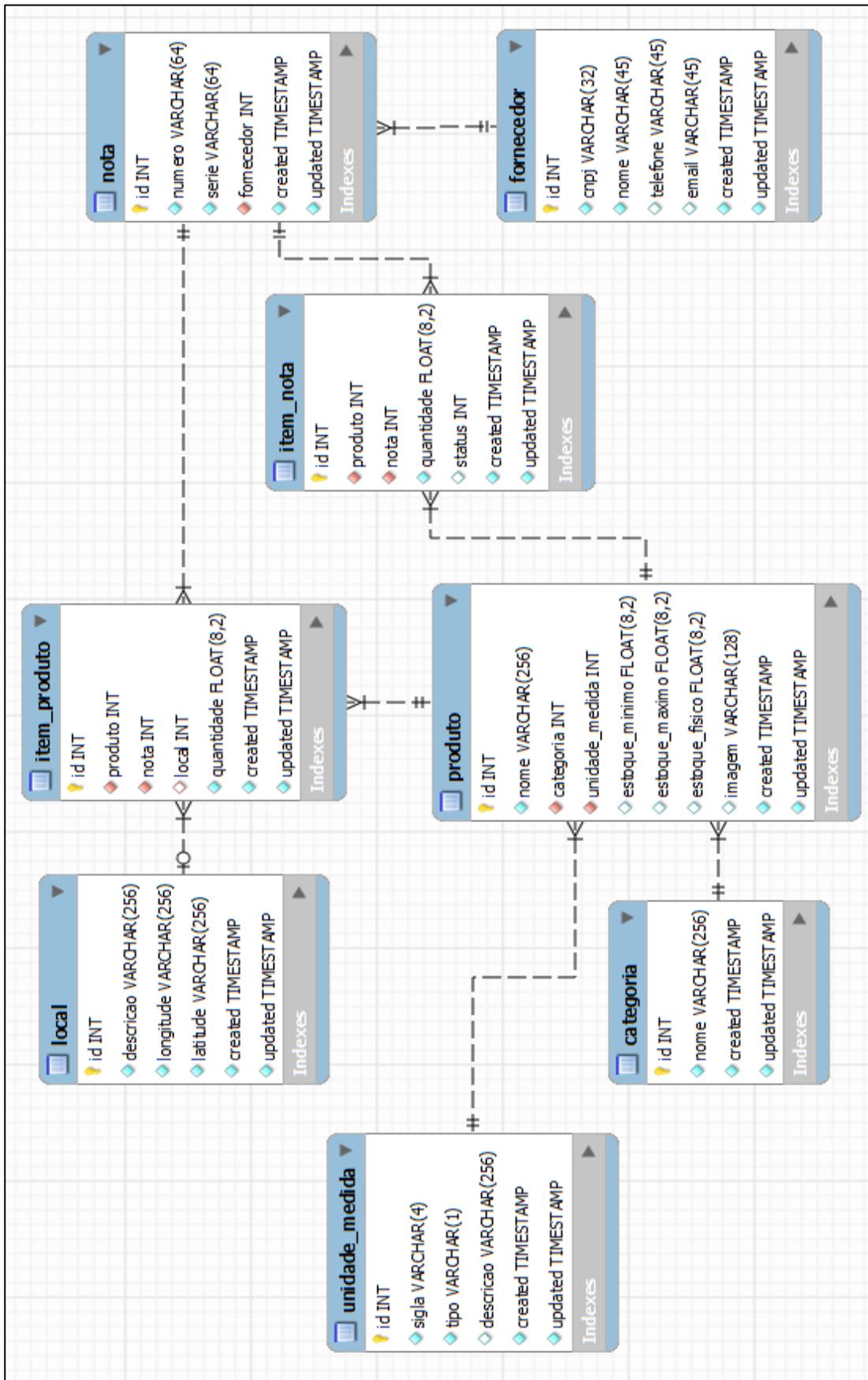


Figura 15. Banco de dados (Fonte Própria)

3.1.2 Arquitetura do sistema

Será utilizado o padrão MVC como arquitetura do sistema, o MVC é um padrão de arquitetura de software que consiste em separar a aplicação em três camadas:

- Model (Modelo);
- View (Visão);
- Controller (Cotrole).

Seu objetivo é estruturar o sistema de forma organizada, facilitando o desenvolvimento, manutenção e reaproveitamento do código. Este tipo de arquitetura tem como principal vantagem o desacoplamento da interface com a aplicação, permitindo maior flexibilidade na troca de interface e mudanças na estrutura interna dos dados. Na figura 16 é possível observar a arquitetura MVC do sistema.

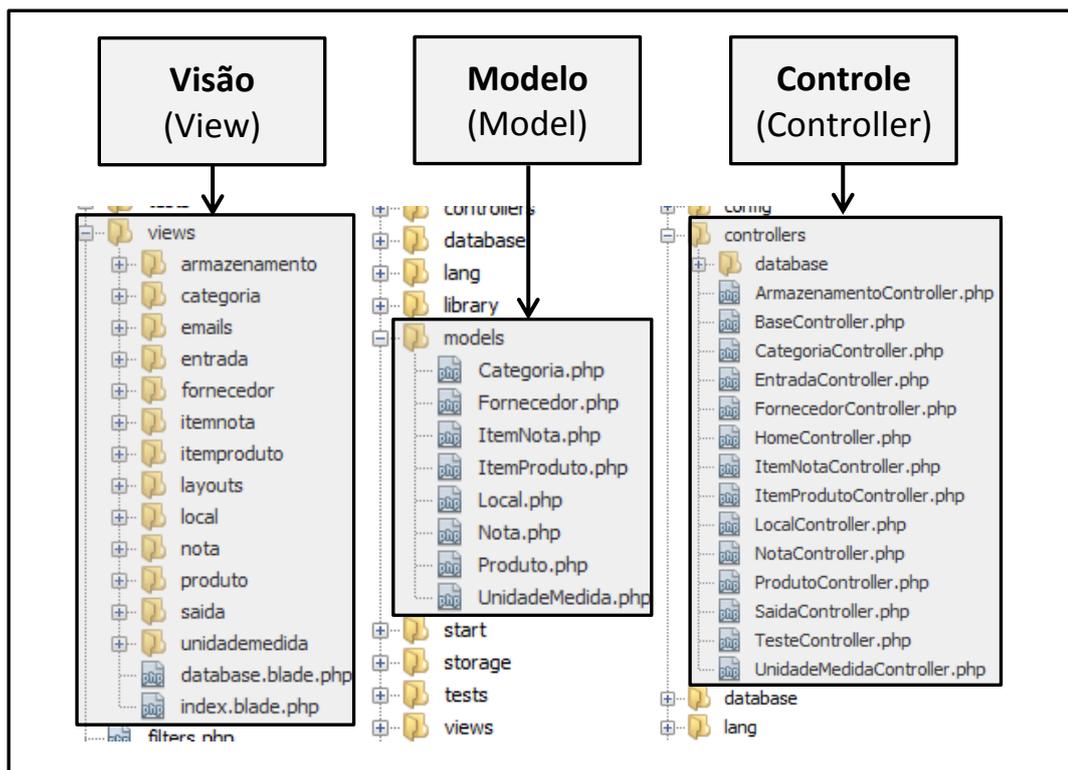


Figura 16. Arquitetura MVC do sistema (Fonte Própria)

3.1.3 Api javascript do google masps v3

A API Javascript do Google Maps permite a sua incorporação na aplicação, oferecendo diversos recursos para a manipulação de mapas, sendo um serviço gratuito, permitindo a criação de diversos tipos de serviços com a utilização de mapas.

3.2 Integração RFID

Para a realização da integração serão utilizados um leitor RFID usb 125khz e dez etiquetas 125khz, sendo cinco do tipo cartão e cinco do tipo chaveiro.

3.2.1 Leitor RFID

O leitor terá a função de identificar o material ao ser solicitado no sistema, onde, na hora do recebimento, para realizar a entrada do material, será obrigatória a associação dele a uma etiqueta de RFID, assim cada material terá um identificador único e suas informações serão facilmente encontradas após a leitura da etiqueta associado a ele.

Para este projeto será utilizado um leitor com capacidade de frequência de 125 khz (Figura 17), possuindo as seguintes especificações:

- Interface: USB;
- Velocidade: 106 Kbit/s;
- Frequência: 125 khz;
- Alimentação: DC 5V ($\pm 5\%$);
- Distancia de leitura: 5 – 8 cm;
- Tamanho: 10,4 x 6,8 1,0 cm;
- Leitura: 10 primeiros dígitos.



Figura 17. Leitor rfid usb 125khz (Fonte Própria)

3.2.2 Etiquetas RFID

Serão utilizadas dez etiquetas RFID com frequência de 125khz, sendo elas cinco do tipo chaveiro e cinco do tipo cartão (Figura 18), todas passivas dependentes da frequência do leitor para serem energizadas e enviar sua informação, as etiquetas utilizadas já veem com o conteúdo gravado, não permitindo gravação.



Figura 18. Etiquetas RFID 125 khz passivas tipo chaveiro e tipo cartão (Fonte Própria)

3.2.3 Integração com o sistema

A utilização do leitor com o sistema será realizada por meio de conexão usb, como demonstra a figura 19. Quando a etiqueta atinge a frequência emitida pelo leitor, é realizada a leitura e a informação contida na etiqueta é inserida automaticamente no campo que estiver selecionado e posteriormente realizado a ação de clique no botão para submeter o formulário.



Figura 19. Utilização do leitor RFID (Fonte Própria)

3.3 Integração com a API Javascript do Google Maps v3

O sistema utilizará de recursos de geolocalização para realização de localização dos materiais em estoque, para isto, será necessários realizar o armazenamento de um local fixo contendo informações de latitude e longitude.

Para facilitar a obtenção destas informações, será utilizada a api javascript do google maps v3, permitindo que a localização desejada seja automaticamente inserida nos campos do formulário. Para carregar a api é necessário chamar a url “http://maps.googleapis.com/maps/api/js?v=3.12&key=sua_chave&sensor=true ou false” que contém o javascript para a utilização do Google Maps dentro do head como pode-se observar na figura 20.

Na url que carrega a api utilizada neste projeto foram declarados três parâmetros:

- **v=3.12:** parâmetro que solicita a versão desejada;
- **key=sua_chave:** parâmetro que informa a sua chave de utilização da api do Google;
- **sensor=true:** parâmetro que informa a utilização de sensores para realização de localização.

```

<head>

<meta name="viewport" content="initial-scale=1.0, user-scalable=no" />
<title>Estoque</title>
<?php echo Asset::styles(); ?>

<script type="text/javascript"
  src="http://maps.googleapis.com/maps/api/js?v=3.12&key=sua_chave&sensor=true">
</script>

</head>

```

Figura 20. Carregando Api do Google Maps v3 (Fonte Própria)

Para visualizar o mapa é necessário informar no html a div onde ele será carregado “<div id="map_canvas"></div>”, a figura 21 pode-se observar o carregamento do mapa no local informado no html.

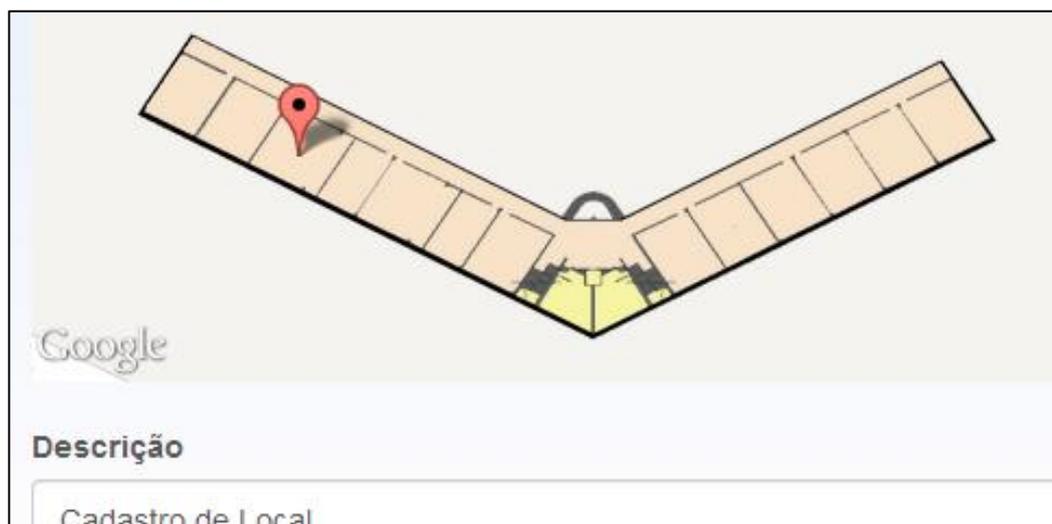


Figura 21. Visualização do mapa (Fonte Própria)

3.4 Integração NRA

O projeto irá utilizar NRA para realização de localização de materiais, esta opção estará disponível quando utilizados dispositivos móveis com Android, pelo fato de ser utilizado o NRA Mixare desta versão. O Mixare terá a função de projetar os materiais no cenário real, utilizando o conceito de RA usando a câmera do dispositivo móvel para esta finalidade.

Por meio dos dispositivos móveis, será possível a realização da busca de materiais sendo direcionados pelos objetos virtuais, estes estando sobrepostos na tela, interagindo em tempo real com as imagens capturadas pela câmera.

Ao solicitar a busca do material, serão requisitadas informações de sua localização, estas serão repassadas ao NRA, por meio de javascript object notation (JSON), formato suportado pelo NRA Mixare, que utilizando-se do global positioning system (GPS), presentes nos dispositivos móveis, irão sobrepor com imagens virtuais a localização do material.

A integração com o NRA Mixare será realizada por meio de solicitações realizadas pela URL “/itemproduto/mixare”, ao ser solicitada, o sistema irá retornar os itens no formato JSON contendo os parâmetros necessários para que o Mixare realize a sobreposição dos materiais. Na geração do JSON de retorno é necessário respeitar os padrões contendo os parâmetros necessários para que o Mixare possa funcionar corretamente conforme descrito abaixo:

- **status:** informando OK;
- **num_results:** quantidade de resultados a serem mostrados
- **results:** array contendo as informações dos itens a serem mostrados, devendo conter a seguintes informações:
 - **id:** sendo um identificador único dos marcadores, evitando erros na geração das sobreposições;
 - **lat:** devendo informar a latitude do material;
 - **lng:** devendo informar a longitude do material;
 - **elevation:** devendo ser passado o valor 0 caso não se tenha a informação de elevação;
 - **title:** título a ser exibido;
 - **distance:** opcional, caso tenha a informação e opte informar a distância;
 - **has_detail_page:** informar 0 para desabilitar o link ao título ou 1 para ativar o link;
 - **webpage:** link a ser utilizado.

CAPÍTULO 4 - RESULTADOS

Considerando a utilização do RFID e Realidade Aumentada no gerenciamento de estoques para melhoria dos processos nas movimentações de entradas, saídas e saldo do estoque, foi possível atingir resultados significativos quanto ao uso do sistema proposto.

A utilização do sistema poderá ser realizada pelo desktop por meio de um browser acessando a *Uniform Resource Locator* (url) do sistema, demonstrada na figura 22, ou pelo dispositivo móvel por meio de uma da aplicação do sistema, demonstrada na figura 23.

Produto	Mínimo	Estoque
Video Game	5.00	5.00
Televisão	50.00	6.00
Home Theater	15.00	8.00
Impressora	25.00	18.00

Produto	Máximo	Estoque
Não há produtos com estoque máximo		

Figura 22. Utilização do sistema pelo desktop (Fonte Própria)

Produto	Mínimo	Estoque
Televisão	50.00	1.00

Produto	Máximo	Estoque
Não há produtos com estoque máximo		

Figura 23. Utilização do sistema pela aplicação no Android (Fonte Própria)

As opções de movimentações poderão ser visualizadas por meio do RFID (Figura 24), ou pela navegação na opção “Listar Itens Produtos” até chegar ao material desejado e assim acessando suas opções de movimentações (Figura 25).

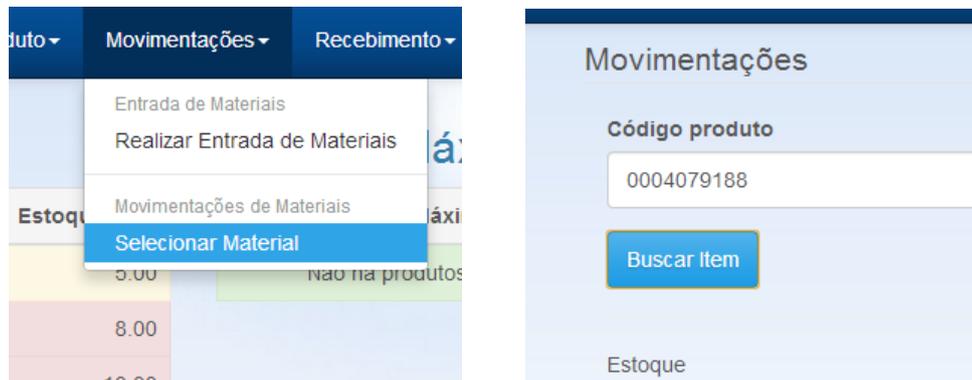


Figura 24. Seleção de material pelo RFID (Fonte Própria)

Home Theater	Eletrônico	8.00	Visualizar Itens
Impressora	Informática	18.00	Visualizar Itens
Notebook	Informática	55.00	Visualizar Itens

Produto: Impressora			
Total em Estoque: 18.00			
Código	Recebimento	Quantidade	Ações
4078693	20/11/2013	18.00	Opções

Figura 25. Seleção de material por navegação em “Listar Itens Produto” (Fonte Própria)

Em qualquer das duas opções levarão a tela de ações do item de produto, esta tela fornecerá informações sobre o item selecionado e fornecerá quatro opções de movimentações (Figura 26):

- Ajustar;
- Armazenar;
- Remanejar;
- Saída.

The screenshot shows a web interface titled "Ações Item Produto". It contains three input fields: "Produto: Impressora", "Local: Ciem - 06", and "Quantidade: 18.00". Below these fields are four blue buttons: "Ajustar", "Armazenar", "Remanejar", and "Saída".

Figura 26. Opções de movimentações (Fonte Própria)

4.1 Utilização via desktop

Com base nos três processos básicos de movimentações de estoque, sendo eles entradas, saídas e saldo, foi possível atingir os objetivos proporcionando a melhoria destes processos ao utilizar o sistema proposto neste trabalho via desktop, estas melhorias encontram-se disponíveis no sistema ao acessar:

- Realizar entrada de materiais;
- Ajustar;
- Saída.

4.1.1 Realizar entrada de materiais

Esta operação permitiu a melhoria do processo das movimentações de entradas no estoque utilizando-se do RFID.



Figura 27. Acesso a tela para realização de recebimento (Fonte Própria)

Após acessar o menu “Movimentações” e selecionar “Realizar Entrada de Materiais”, é listada as notas para serem selecionadas para a realização do recebimento (Figura 28).

Número Nota	Série Nota	Ação
1234	1	Receber Itens
4321	2	Receber Itens
9876	1	Receber Itens

Figura 28. Tela de listagem de notas (Fonte Própria)

Ao selecionar a nota é listado os itens pertencentes a ela para a realização do recebimento (Figura 29).

Itens da Nota		
Nota: 9876 - 1		
Fornecedor: Teste		
Produto	Quantidade	Ações
Televisão	4.00	Receber
Impressora	6.00	Receber
Gps	10.00	Receber
Dvd Player Automotivo	5.00	Receber

Figura 29. Tela de seleção de itens (Fonte Própria)

Assim que o item for selecionado uma etiqueta de RFID deverá ser associada a ele, ao passar a etiqueta pelo leitor, o sistema realizará o recebimento do item fazendo com que a etiqueta seja um identificador único a ele (Figura 30), deste modo, o controle dos produtos será realizado por meio do RFID, proporcionando maior velocidade na identificação dos itens.

Figura 30. Tela de recebimento do item (Fonte Própria)

A figura 31 demonstra o comportamento do sistema após a realização do recebimento de um item com sucesso, informando o recebimento do item mudando a cor do botão para verde e o desabilitando.

Produto	Quantidade	Ações
Televisão	4.00	Recebido
Impressora	6.00	Receber
Gps	10.00	Receber
Dvd Player Automotivo	5.00	Receber
Notebook	3.00	Receber

Figura 31. Tela de seleção de itens após recebimento (Fonte Própria)

4.1.2 Saída

Esta operação permitiu a melhoria do processo das movimentações de saídas no estoque utilizando-se da api do Google Maps v3 a fim de direcionar a busca do material pelo mapa.

Ao selecionar esta opção, é realizada a localização da posição atual do usuário, e assim é possível medir a distância entre ele e o produto, caso a distância seja maior que oitocentos metros, a rota entre o usuário e o produto é automaticamente traçada, pois se entende que neste caso o item a ser buscado encontra-se fora dos limites em que o usuário se encontra no momento, como por exemplo, o armazenamento de materiais em estoques distribuídos (Figura 32).

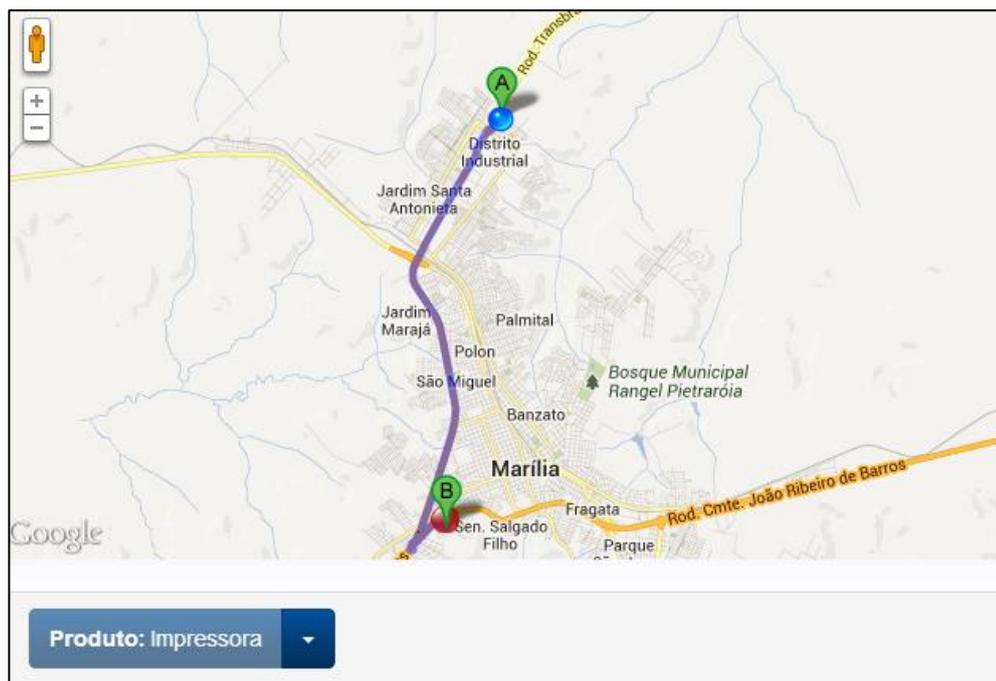


Figura 32. Visualização do item pelo mapa com rota (Fonte Própria)

Quando utilizado por dispositivos móveis que não possuam o sistema operacional Android, o sistema fornece por meio do Google Maps v3 a localização atual do usuário oferecendo a opção de direcionamento da busca do item utilizando o gps do aparelho, onde sua localização será constantemente atualizada assim que suas coordenadas forem alteradas (Figura 33).

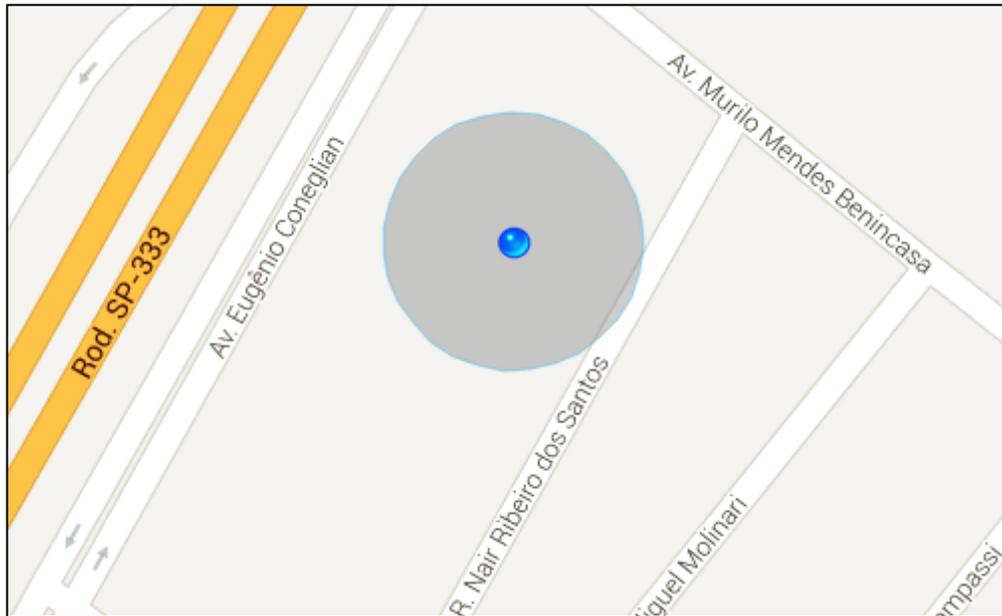


Figura 33. Posicionamento atual do usuário (Fonte Própria)

Foi realizada a sobreposição de imagens simulando a planta de um estoque, a planta possui o mapa do estoque que permite mostrar ao usuário onde o item estará localizado dentro do estoque, ao clicar no marcador do item, serão mostradas as informações de saldos atuais (Figura 34).

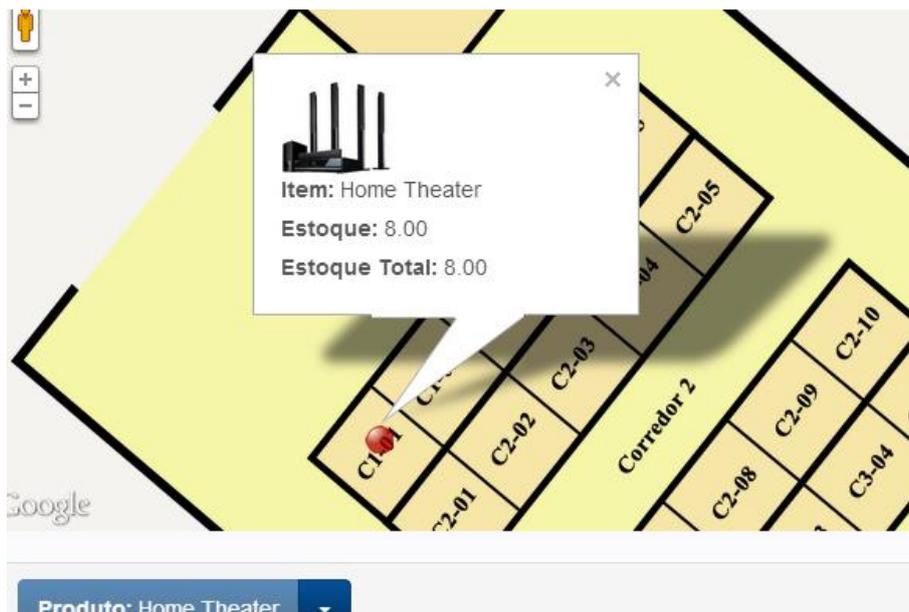


Figura 34. Localização do item pela sobreposição da planta do estoque (Fonte Própria)

Após localizar o item, o usuário poderá realizar a saída do material informando a quantidade de itens requisitados (35), caso esteja de posse de um dispositivo móvel, assim que realizar a separação do material, poderá realizar a baixa do estoque do sistema em tempo real.

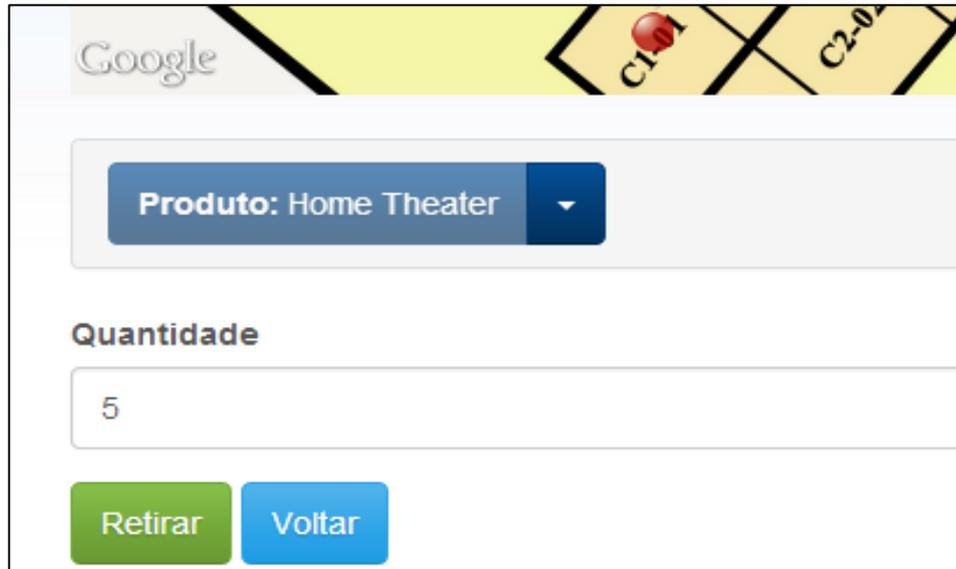
A screenshot of a mobile application interface. At the top, there is a Google logo and a yellow banner with a red pin icon and labels 'C1-01' and 'C2-01'. Below this is a dropdown menu labeled 'Produto: Home Theater'. Underneath is a text input field labeled 'Quantidade' containing the number '5'. At the bottom, there are two buttons: a green one labeled 'Retirar' and a blue one labeled 'Voltar'.

Figura 35. Informando quantidade de saída (Fonte Própria)

4.1.3 Ajuste

Esta operação permitiu a melhoria do processo das movimentações de ajuste no estoque utilizando-se da api do Google Maps v3.

A localização do item é mostrada pelo mapa facilitando sua busca, pode-se observar a imagem sobreposta simulando a planta do estoque (36).

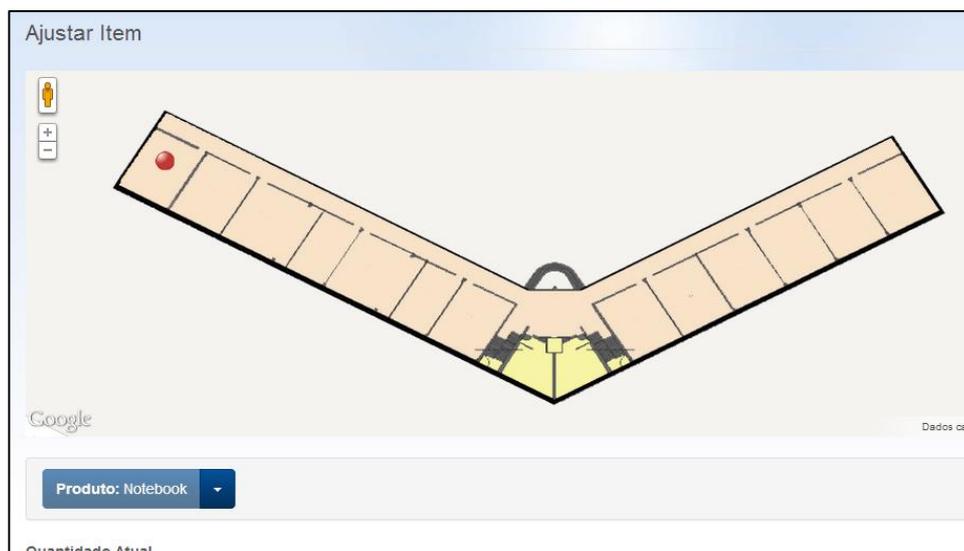


Figura 36. Visualizando item para ajuste (Fonte Própria)

Ao localizar o item a ser ajustado, o usuário poderá realizar a conferência de saldo e se detectado a diferença entre o saldo do sistema e o físico, o ajuste será realizado ao informar o saldo correto (Figura 37), caso esteja de posse de um dispositivo móvel, assim que constatada a diferença de saldo, o usuário poderá realizar o lançamento no sistema no momento da conferência, fazendo com que as informações corretas sejam atualizadas com maior velocidade.

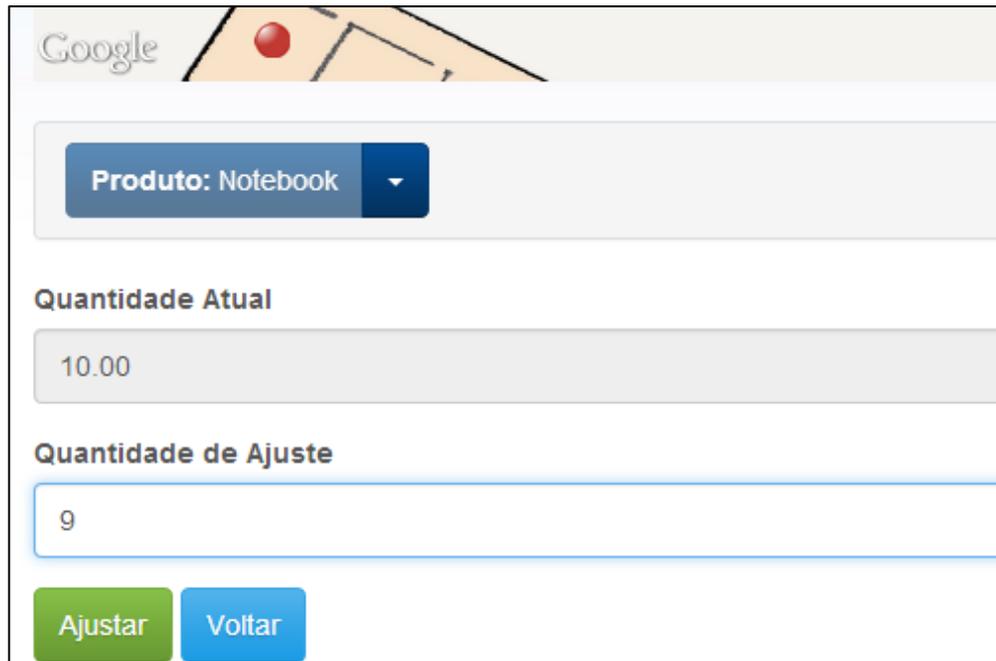
A imagem mostra uma interface de usuário de um aplicativo. No topo, há o logotipo "Google" e uma parte de um mapa com um marcador vermelho. Abaixo disso, há um campo de seleção rotulado "Produto: Notebook" com uma seta para baixo. Segue-se o campo "Quantidade Atual" com o valor "10.00". Abaixo disso, há o campo "Quantidade de Ajuste" com o valor "9". No rodapé, há dois botões: "Ajustar" em verde e "Voltar" em azul.

Figura 37. Informando quantidade de ajuste (Fonte Própria)

4.2 Utilização via Android

Na utilização de dispositivos móveis com Adroid, o NRA Mixare permitiu a melhoria dos processos de movimentações de saídas e saldos, a utilização de dispositivos permite que os processos sejam executados com maior velocidade, fazendo com que as informações sejam atualizadas em tempo de execução nestes processos.

4.2.1 Saída

Quando acessada a opção “Saída” por dispositivos móveis com Adroid, previamente instalados com o NRA Mixare e a aplicação do sistema, o usuário será questionado em optar pela busca do item pelo NRA Mixare (Figura 38).

Ao ser questionado, assim que optar por realizar a busca pelo NRA, o usuário será imediatamente direcionado ao Mixare para realização da busca do item, caso contrario ele seguira na aplicação do sistema podendo realizar a busca pela api do Google Maps.



Figura 38. Opção de busca de item de saída pelo NRA Mixare (Fonte Própria)

Ao ser direcionado para o NRA Mixare, são exibidas ao usuário, imagens capturadas pela câmera do dispositivo móvel sobrepondo o nome do item, a distância em que se encontra dele e um marcador que o direcionará até a localização do item (Figura 39).



Figura 39. Busca de item de saída pelo NRA Mixare (Fonte Própria)

4.2.2 Ajuste

Da mesma forma que ocorre com as movimentações de saídas, quando acessada a opção “Ajuste” pelo dispositivo móvel com Adroid, o usuário também será questionado em optar pela busca do item pelo NRA Mixare (Figura 40) e também será direcionado até sua localização por informações visualizadas por meio do Mixare (Figura 41)



Figura 40. Opção de busca de item de ajuste pelo Mixare (Fonte Própria)



Figura 41. Busca do item de ajuste pelo NRA Mixare (Fonte Própria)

4.3 Teste de desempenho

Foram reunidas cinco pessoas com conhecimento básico em informática, formando assim um grupo para realização de testes do desempenho tendo por base três processos para avaliação dos resultados, de modo que se possa concluir se os objetivos propostos foram atingidos. Os processos avaliados serão: entrada de materiais, ajuste de estoque e saída de materiais, sendo que cada uma das cinco pessoas do grupo realizará simulações destes processos, onde em cada processo serão comparados o tempo gasto em minutos na execução em dois cenários: sem a utilização da aplicação proposta e com a utilização da aplicação.

4.3.1 Entrada de Materiais

Para a realização de entrada de materiais em estoque foram simulados o recebimento de cinco itens, sendo abordados a (i) entrada de materiais sem o uso da aplicação proposta e a (ii) entrada de materiais com a utilização da aplicação proposta.

i. Entrada de Materiais sem o uso da aplicação proposta

A figura 42 demonstra o processo adotado para a simulação sem a utilização da aplicação.

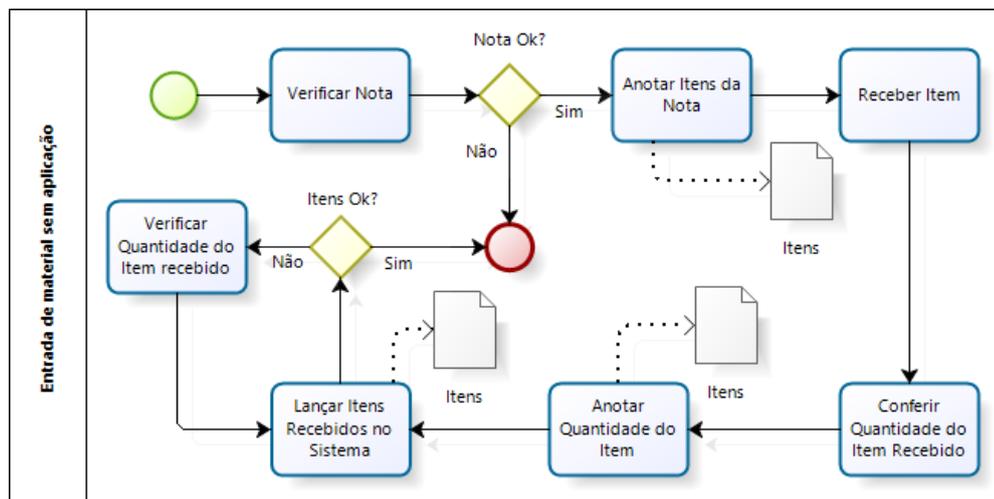


Figura 42. Processo de entrada sem aplicação (Fonte Própria)

Neste cenário cada uma das cinco pessoas realizou a entrada de cinco itens no estoque, realizando todas as etapas determinadas no processo (Figura 42) sem a utilização da aplicação.

ii. Entrada de Materiais sem o uso da aplicação proposta

Na figura 43 observa-se o processo adotado para a simulação com a utilização da aplicação. Neste cenário foi adotada a realização da entrada de cinco itens no estoque realizando a utilização da aplicação proposta.

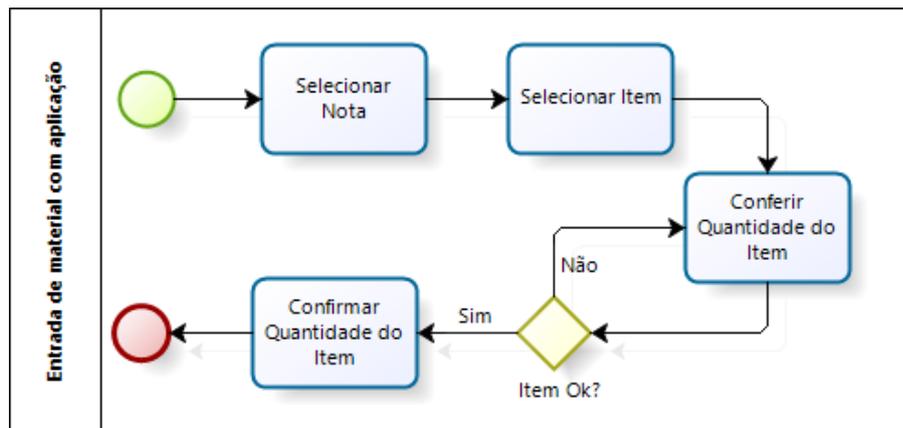


Figura 43. Processo de entrada com aplicação (Fonte Própria)

A realização dos testes do processo de entrada de cinco materiais realizados nos cenários sem a utilização da aplicação e com a utilização da aplicação obteve os seguintes resultados em minutos (Figura 44).

	Tempo Médio	Desvio Padrão
Sem aplicação	04m13s	00m15s
Com aplicação	01m21s	00m09s

Figura 44. Tabela de resultados do processo de entrada (Fonte Própria)

4.3.2 Ajuste de Estoque

Para a realização do processo de ajuste foram simulados o ajuste de um item no estoque, sendo abordados o (i) ajuste de materiais sem o uso da aplicação proposta e o (ii) ajuste de materiais com a utilização da aplicação proposta.

i. Ajuste de Materiais sem o uso da aplicação proposta

A figura 45 ilustra o processo adotado para a simulação sem a utilização da aplicação. Neste cenário foi adotada a realização do ajuste de um item no estoque sem a utilização da aplicação proposta.

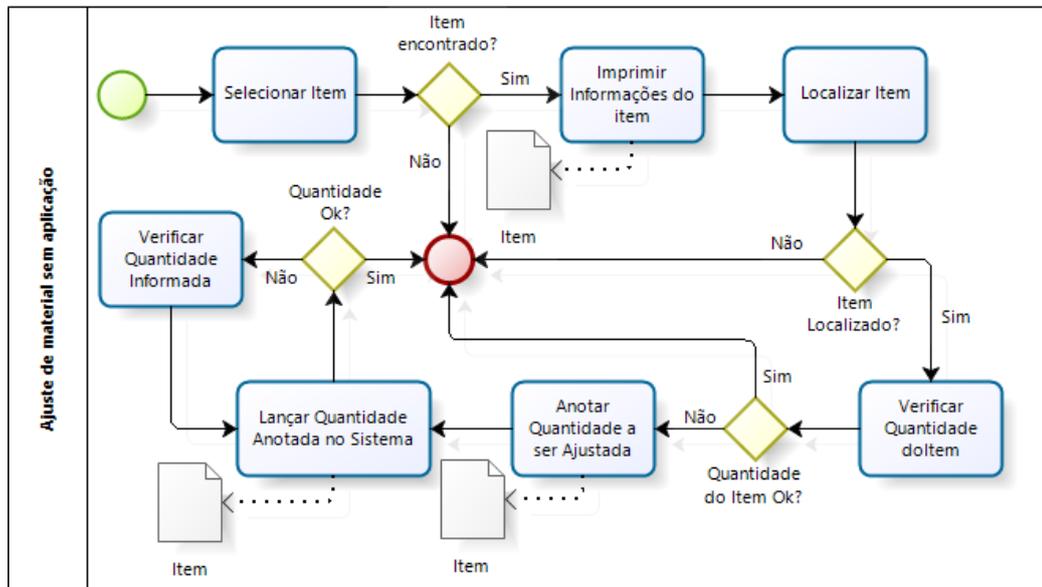


Figura 45. Processo de ajuste sem aplicação (Fonte Própria)

ii. Ajuste de Materiais com uso da aplicação proposta

A figura 46 ilustra o processo adotado para a simulação com a utilização da aplicação. Neste cenário foi adotada a realização do ajuste de um item no estoque com a utilização da aplicação proposta.

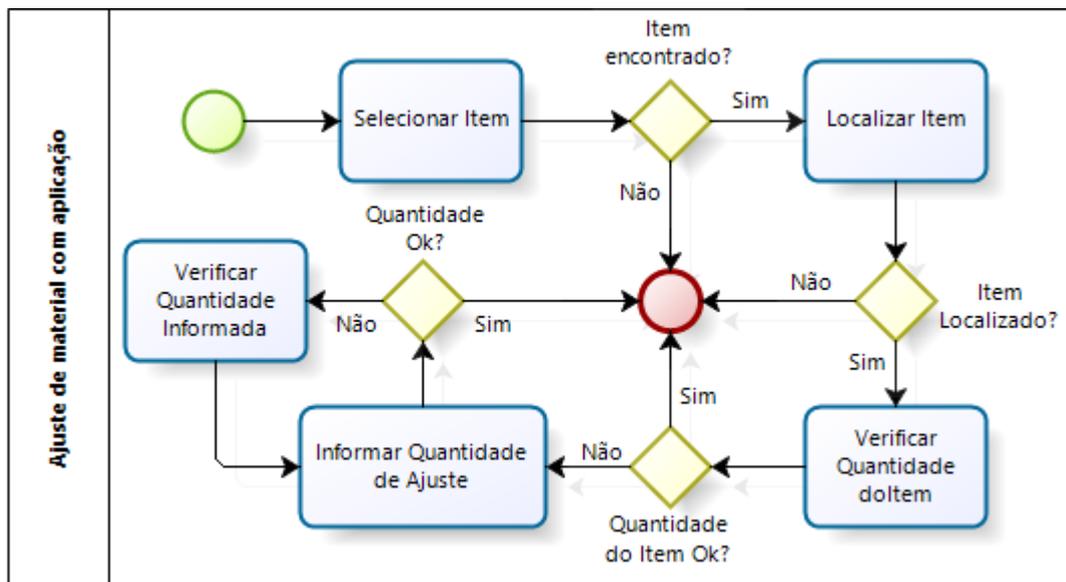


Figura 46. Processo de ajuste com aplicação (Fonte Própria)

A realização dos testes do processo de ajuste de um material realizados nos cenários sem a utilização da aplicação e com a utilização da aplicação obteve os seguintes resultados em minutos (Figura 47).

	Tempo Médio	Desvio Padrão
Sem aplicação	02m42s	00m06s
Com aplicação	01m47s	00m11s

Figura 47. Tabela de resultados do processo de ajuste (Fonte Própria)

4.3.3 Saída de Materiais

Para a realização da saída de materiais foram utilizados dois cenários, um sem a utilização da aplicação e outro com a utilização da aplicação, em ambos, foram simulados a saída de um item no estoque.

i. Saída de materiais sem a utilização da aplicação proposta

A figura 48 ilustra o processo adotado para a simulação sem a utilização da aplicação. Neste cenário a foi realizado a saída de um item no estoque passando por todas as etapas determinadas no processo sem a utilização da aplicação.

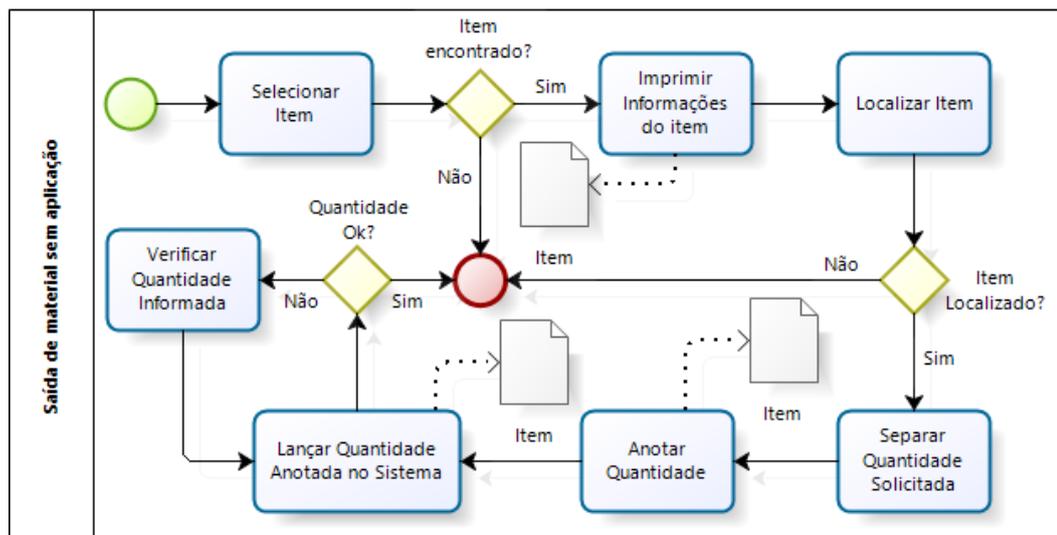


Figura 48. Processo de saída sem aplicação (Fonte Própria)

ii. **Saída de materiais com a utilização da aplicação proposta**

A figura 49 ilustra o processo adotado para a simulação com a utilização da aplicação. Neste cenário foi realizada a saída de um item no estoque realizando todas as etapas determinadas no processo com a utilização da aplicação.

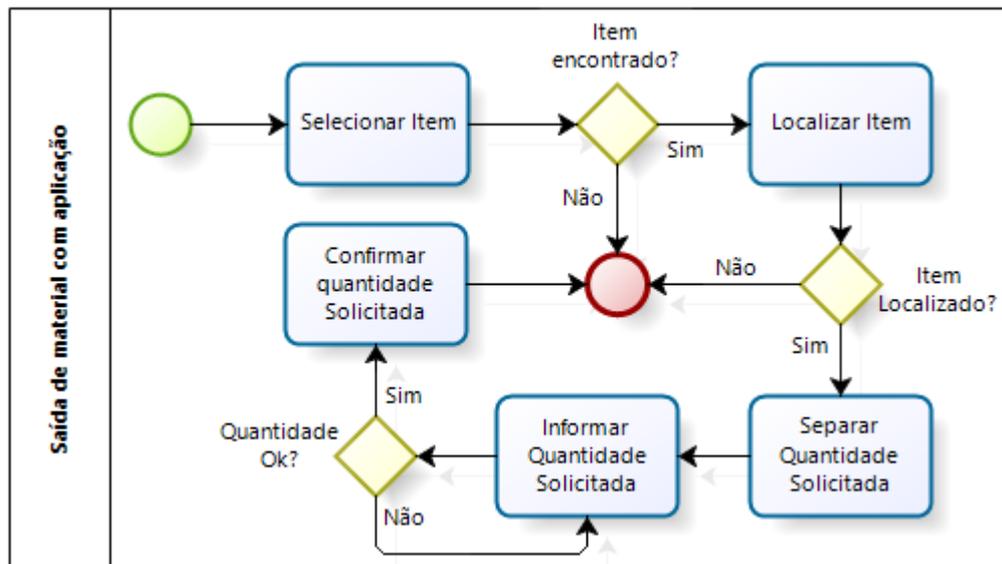


Figura 49. Processo de saída com aplicação (Fonte Própria)

A realização dos testes do processo de saída de um material realizados nos cenários sem a utilização da aplicação e com a utilização da aplicação obteve os seguintes resultados em minutos (Figura 50).

	Tempo Médio	Desvio Padrão
Sem aplicação	02m43s	00m11s
Com aplicação	01m44s	00m13s

Figura 50. Tabela de resultados do processo de saída (Fonte Própria)

Na realização das simulações, onde cada pessoa do grupo realizaram testes sem a utilização da aplicação e com a utilização da aplicação, a execução dos processos foram cronômetros obtendo-se o tempo em minutos na realização de cada um deles, para comparações dos resultados serão considerados o tempo médio obtido listado na tabela da figura 51.

	Sem Aplicação (Tempo Médio)	Com Aplicação (Tempo Médio)
Entrada	04m13s	01m21s
Saída	02m43s	01m44s
Ajuste	02m42s	01m47s

Figura 51. Tabela de resultados dos processos de movimentações (Fonte Própria)

Com estes resultados foi composto gráfico de desempenho (Figura 52), onde é possível notar que a utilização do presente trabalho atingiu seus objetivos ao realizar a melhoria nos processos de movimentações de entradas, saídas e saldos do estoque, tendo um expressivo ganho no tempo, em minutos, na realização das atividades quando se comparado aos processos estabelecidos no cenário sem a utilização do trabalho proposto.

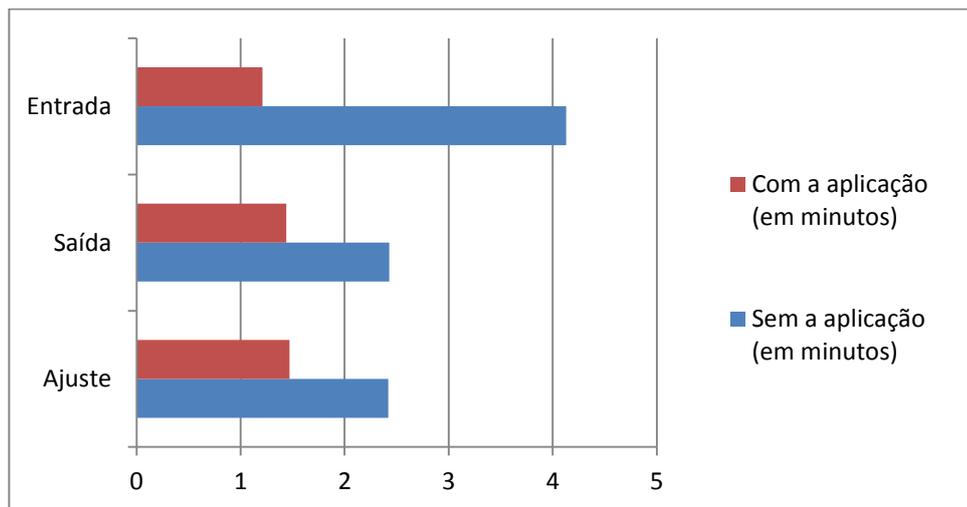


Figura 52. Gráfico de desempenho (Fonte Própria)

Na elaboração do cenário proposto foi detectada a necessidade da utilização de métodos mais precisos para a realização da localização dos materiais. Devido ao fato da utilização de geolocalização, utilizando-se do GPS para mostrar o material no dispositivo móvel, permitir que ocorram imprecisões de alguns metros da real localização.

Para a realização da leitura das etiquetas foi observado que a distância necessária entre elas e o leitor, seriam grandes o suficiente para impedir que o leitor fosse capaz de lê-las, a utilização de uma antena que fosse capaz de ler etiquetas a distâncias superiores a um metro se tornou inviável pelo seu alto custo, a solução proposta foi a utilização de um leitor de baixo custo, realizando a leitura das etiquetas em distâncias curtas.

CONCLUSÕES

O presente trabalho visou a melhoria dos processos de movimentações de entradas, saídas e saldos do estoque.

Tal objetivo foi atingido com a utilização do RFID e RA, tendo grande potencial para auxiliar no gerenciamento dos estoques, tornando-se possível a elaboração do aplicativo, sendo ele capaz proporcionar maior velocidade e precisão nas informações, podendo contribuir com o ganho de produtividade, poder de competitividade e redução de custos.

Conclui-se que apesar de alguns componentes RFID ainda apresentarem custo elevado, fato que acaba inviabilizando a realização de projetos relacionados a ele, sua utilização pode trazer ganhos que justifiquem o investimento. Pode-se notar que ele reduziu consideravelmente a realização do processo de entrada de materiais, também agilizando na obtenção das informações dos itens.

Conclui-se também que a utilização de RA tem grande capacidade de aumentar a percepção do usuário no ambiente do estoque, facilitando a realização de tarefas que exijam a localização de objetos, no trabalho proposto pode-se observar que a RA utilizadas com dispositivos móveis aumentam a produtividade das movimentações de saída e saldos dos estoques, pois reduzem o tempo de busca dos materiais e permitem o lançamento das informações em tempo de execução dos processos, além de trazerem informação independente do local que esteja no estoque, facilitando a realização dos ajustes de saldos dos itens.

Pelo alto custo dos equipamentos, a utilização das tecnologias de RFID e RA para auxiliarem no gerenciamento dos estoques sejam mais indicadas em empresas de médio a grande porte por terem um grande fluxo de movimentações e um maior volume de materiais de alto valor, onde divergências nas informações terão um grande impacto, deste modo o retorno proporcionado justificará todo o seu investimento.

Com a capacidade de redução de tempo e a melhoria realizada na execução dos processos básicos dos estoques, a aplicação do projeto proposto provê maior mobilidade e agilidade, contribuindo com o ganho de produtividade, desgastes dos colaboradores, evitando retrabalho e transtornos ao deixar os processos mais dinâmicos.

Para trabalhos futuros, é sugerido a realização melhorias na precisão da localização dos materiais, que utilizam-se da geolocalização, são necessários buscar técnicas para obtenção da posição do material no menor raio possível.

REFERÊNCIAS

- GASNIER, D. G. A dinâmica dos estoques, 2012. p. 103.
- PRATA, P. I. Sistemas de localização para ambientes interiores baseados em RFID. Disponível em: <<http://ria.ua.pt/bitstream/10773/1906/1/2008001651.pdf>>. Acesso em: 06 mar. 2013.
- KIRNER, C., TORI, R. Fundamentos de realidade aumentada. In: FUNDAMENTOS E TECNOLOGIA DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA, 2006. p. 20-34.
- MEIGUINS, B.S., GONÇALVES, A. S., GARCIA, M. B., GODINHO, P. I. A., JÚNIOR, R. D. S. Realidade virtual e aumentada em visualização de informação. FUNDAMENTOS E TECNOLOGIA DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA, Cap. 21, p. 319-326. Disponível em: <http://www.ckirner.com/download/capitulos/Fundamentos_e_Tecnologia_de_Realidade_Virtual_e_Aumentada-v22-11-06.pdf> Acesso em: 05 mar. 2013.
- HESSEL, F., et all. Introdução a sistemas rfid. In: _____ IMPLEMENTANDO RFID NA CADEIA DE NEGÓCIOS. Cap. 1, p. 11-19.
- HESSEL, F., AZAMBUJA, M. Etiquetas e leitores rfid In: HESSEL, F., VILLAR, R.S.G., DIAS, R.R.F., BALADEI, S.D.P. IMPLEMENTANDO RFID NA CADEIA DE NEGÓCIOS. Cap. 5, p. 109-147.
- BARBIN, M. V. Antenas In: HESSEL, F., VILLAR, R.S.G., DIAS, R.R.F., BALADEI, S.D.P. IMPLEMENTANDO RFID NA CADEIA DE NEGÓCIOS. Cap. 4, p. 77-108.
- MACHADO, B., VAZ, T., SACRAMENTO, V. Middleware rfid: conceitos e padrões In: HESSEL, F., VILLAR, R.S.G., DIAS, R.R.F., BALADEI, S.D.P. IMPLEMENTANDO RFID NA CADEIA DE NEGÓCIOS. Cap. 6, p. 149-185.
- FIGUEROA, H. E. H., et all. Conceitos de radiofrequência para rfid In: HESSEL, F., VILLAR, R.S.G., DIAS, R.R.F., BALADEI, S.D.P. IMPLEMENTANDO RFID NA CADEIA DE NEGÓCIOS. Cap. 6, p. 21-46.
- SAMBINELLI, F., framework arquitetural para navegadores de realidade aumentada. Disponível em: <<http://www.unimep.br/phpg/mostracademica/anais/9mostra/5/275.pdf>> Acesso em: 11 mai. 2013.

MILGRAM, P. et all. Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum. In: TELEMANIPULATOR AND TELEPRESENCE TECHNOLOGIES. V. 2351, p. 282-292.

AZUMA, R. et all. "Recent Advances in Augmented Reality". In: IEEE COMPUTER GRAPHICS AND APPLICATIONS. V.21, p. 34-47.

STRINGHINI, D., SILVA, L. Paralelização de Aplicações para Realidade Aumentada em CUDA e OpenCL. In: TENDENCIAS E TÉCNICAS EM REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA. V.2, p. 9-36.

SAMBINELLI, F., PEIXOTO, C. S. A. Arquiteturas de Navegadores de Realidade Aumentada Móvel. In: TENDENCIAS E TÉCNICAS EM REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA. V.2, p. 177-189.

BUTCHART, B. Architectural Styles for Augmented Reality in Smartphones. In: 4th International AR Standards Meeting, Switzerland.

MIXARE. Site oficial do Mixare. Disponível < <http://www.mixare.org> > Acesso em: 21 nov. 2013.

WIKITUDE. Site oficial Wikitude AR. Disponível em: <<http://www.wikitude.com>> Acesso em: 21 nov. 2013.