

## Sistema de posicionamento local IndoorAtlas aplicado no Instituto Federal Farroupilha Campus São Borja

Natan G. Mendes<sup>1</sup>, Fernando L. Oliveira<sup>1</sup>, Odair J. Menuzzi<sup>1</sup>, Cesar A. Deus<sup>1</sup>,  
Eliana Walker<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal Farroupilha (IFFar)  
Caixa Postal 97.670 – 000 – São Borja – RS – Brazil

natangann@gmail.com,  
{fernando.oliveira, odair.menuzzi, cesar.deus}@iffarroupilha.edu.br,  
eliana-walker@hotmail.com

**Abstract.** *Orientation has always been a guide of human, either to locate or obtain services that are near your location . GPS systems (Global Positioning System) are an important tool to assist in the location, however, indoors this technology may not work properly, in this sense arise technologies to meet this limitation, being known as LPS (Location Positioning System). This paper presents the technology, some positioning techniques, and partial results of the application using an application (IndoorAtlas) for mapping indoors applied Instituto Federal Farroupilha Campus São Borja*

**Resumo.** *Orientar-se sempre foi um dos anseios do Homem, seja para se localizar ou para obter serviços que estejam próximos a sua localização. Os sistemas de GPS (Sistema de Posicionamento Global) são uma importante ferramenta para auxiliar na localização, no entanto, em ambientes fechados (indoor) essa tecnologia pode não funcionar adequadamente, neste sentido surgem tecnologias para suprir essa limitação, sendo conhecidas como LPS (Sistemas de posicionamento local). Este artigo apresenta a tecnologia, algumas técnicas de posicionamento, e resultados parciais da utilização de aplicativo um aplicativo (IndoorAtlas) para o mapeamento de ambientes fechados, aplicado Instituto Federal Farroupilha Campus São Borja.*

### 1. Introdução

Uma das grandes virtudes do homem é a sua capacidade de se orientar e se localizar nos ambientes, através de meios temporais e espaciais. Desde a antiguidade a humanidade utiliza técnicas de localização, tais técnicas baseavam-se em mecanismos naturais como estrelas, sol, formações rochosas entre outras. Porém, com avanço das tecnologias e o advento de equipamentos como GPS (Sistema de Posicionamento Global) os tradicionais meios de localização e orientação geográfica foram substituídos.

O GPS pode ser utilizado em qualquer situação ou profissão onde o posicionamento dos indivíduos envolvidos seja necessário, e sendo essencial para algumas praticas como: a orientação durante voos ou navegação de navios. Segundo Decicino (2009) essa tecnologia possui inúmeras aplicações, mas se popularizou em automóveis. O uso do GPS como navegador para veículos associados a um mapa possibilita a criação de rotas de forma fácil e ágil. Os mapas utilizados na navegação são desenvolvidos e utilizados apenas para ajudar o usuário a identificar sua posição em um contexto geográfico. Esses mapas são apenas recursos visuais, e não tem uma relação direta com o sistema de GPS.

Apesar da alta precisão dos sistemas de GPS, segundo Lima (2001) esses sistemas deixam milhões de metros quadrados sem cobertura, pois, o sinal dos satélites que são a base para o funcionamento deste sistema, não consegue penetrar na maioria

dos materiais das construções, ou sofrem interferência de outros meios, impossibilitando assim seu uso. Diante dessa deficiência surgem alternativas que visam suprir a demanda de localização para ambientes fechados, essas tecnologias são conhecidas como LPS (*Local Positioning System*).

Este artigo visa apresentar uma breve conceituação sobre as principais técnicas de localização interna, e a apresentação do aplicativo IndoorAtlas. O objetivo é identificar qual a melhor estratégia para aplicar na construção de um algoritmo de localização que, aliado a dispositivos móveis, será a base para construção de um protótipo de navegação para o ambiente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, Campus São Borja.

## 2. Sistemas de posicionamento local

Os sistemas de localização em ambientes fechados (*indoor*), utilizam diferentes técnicas para identificar a posição do indivíduo como: triangulação, latência, angulação, análise de cenas, proximidade entre outras. Cada técnica de localização possui suas particularidades e características, vantagens e desvantagens, mas todas se baseiam em um mesmo princípio: a geolocalização através de redes wifi. Essa abordagem dispensa aparelhos/hardware específicos como, por exemplo, um receptor GPS.

Segundo Simões (2014) a massificação do uso de dispositivos móveis, potencializa o desenvolvimento de novas aplicações e formas de negócio baseada em mobilidade, em especial, que estes dispositivos já possuem a infraestrutura necessária para construção de um sistema de posicionamento interno, ou seja, a grande maioria dos aparelhos possui acesso a redes *wireless*, o que é base para construção dos sistemas LPS.



Figura 1. Ondas de rádio wireless

A figura 1 apresenta uma visão sintetizada de como os sistemas LPS funcionam, basicamente eles se apoiam nas ondas de rádio emitidas pelos dispositivos *wireless*, e partir desta, definem a localização do indivíduo. O que diferencia uma técnica da outra é a forma com que essas ondas são analisadas.

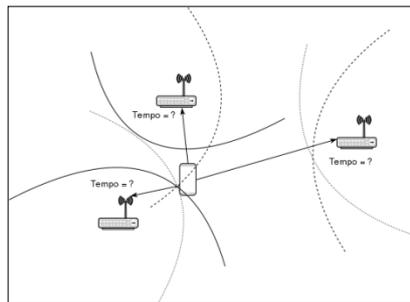
## 3. Técnicas de localização

Dentre as várias técnicas existentes para determinar a posição de indivíduos em ambientes fechados destacam-se: triangulação, proximidade e análise de cena. Segundo Hightower (2001) essas três segmentações são as mais utilizadas e estudadas, em função que são simples de serem compreendidas e com taxas de precisão relativamente altas, neste sentido optou-se por explorar essas técnicas neste artigo.

### 3.1 Triangulação

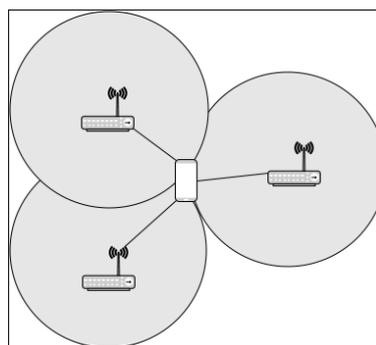
Segundo Lima (2001), a triangulação consiste em utilizar as propriedades geométricas dos triângulos para determinar a localização de um objeto, divide-se em duas categorias: lateração, cujas técnicas se utilizam da distância entre o dispositivo a ser encontrado e o rádio transmissor; e angulação, que possibilita determinar a posição do dispositivo através da análise dos ângulos entre o dispositivo e os transmissores de rádio.

A lateração utiliza a informação da distância entre o dispositivo móvel e os transmissores para calcular a localização aproximada. Existem diferentes abordagens para essa técnica, mas em síntese, analisa-se a distância entre dois dispositivos e calcula-se o tempo de propagação do sinal entre eles, de acordo com o tempo de deslocamento é possível estimar a distância, e então, efetuar a triangulação do dispositivo usando a abordagem por Tempo de Chegada ou *Time of Arrival* (TOA), o qual é ilustrado na figura 2.



**Figura 2. Análise por alteração**

A lateração possui outra abordagem, baseada na diferença entre os tempos de chegada dos sinais, que são propagados entre o transmissor e receptor, ou seja, o cálculo da localização é dado em relação aos pontos de intersecção das ondas de rádio, essas ligações são denominadas como hiperbólicas e são formadas pela propagação do sinal entre os dispositivos, esta técnica é conhecida como multilateração ou *Time Difference of Arrival* (TDOA) sendo representada na figura 3.

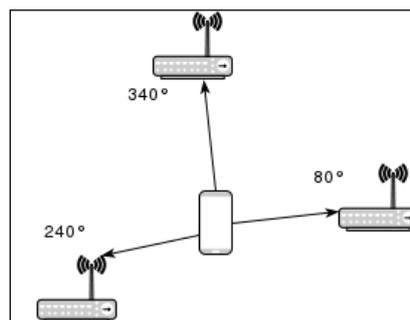


**Figura 3. Análise por multilateração**

### 3.2 Angulação

Diferentemente da técnica de triangulação por lateração, a qual utiliza a distância entre os dispositivos e tempo de propagação do sinal para determinar a sua localização, a angulação baseia-se no ângulo entre os dispositivos em relação a um norte magnético, ou o direcionamento do dispositivo a ser localizado – Hightower (2001). Esta técnica se revela bastante eficiente, no entanto, necessita de equipamentos especiais que sejam capazes de calcular os ângulos de propagação. Essa necessidade especial encarece o

sistema e por este motivo é utilizada em casos específicos, a figura 4 demonstra um modelo de localização através de angulação.



**Figura 4. Localização por angulação**

### 3.3 Análise de cena

Os métodos baseados em análise de cena utilizam informações coletadas previamente sobre o ambiente, essas informações são a base para descobrir o posicionamento do dispositivo. Lima (2001) afirma que, sistemas que utilizam análise de cena podem se basear em várias informações, como por exemplo: disposição dos elementos no ambiente, informações geomagnéticas, fotos, e os mais variados dados que possam ser utilizados para a estimativa da localização.

## 4. Estudo de caso

Com objetivo de testar um aplicativo para localização em ambientes fechados, foi instalado e configurado o sistema IndoorAtlas. Os resultados obtidos através deste software serão utilizadas em análises comparativas com o algoritmo de posicionamento local que será desenvolvido. Para realização dos testes foi eleito um espaço dentro do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha (IFFar), Campus São Borja para aplicação dos testes, a figura 5 demonstra o ambiente analisado.

A figura 5 apresenta o andar térreo do prédio de ensino, este espaço foi escolhido devido à ampla área e oferta de sinais de rádio.

O sistema IndoorAtlas consiste em um serviço em nuvem (internet) e um aplicativo para dispositivos móveis para o mapeamento de ambientes, optou-se por essa ferramenta pela sua facilidade e simplicidade, além de que, utiliza uma técnica de posicionamento baseada em geomagnetismo. A grande maioria dos dispositivos móveis possui um sensor chamado magnetômetro, através deste é possível analisar o campo magnético da Terra. O campo magnético terrestre é utilizado normalmente para se obter um sensor de direção (norte - sul, leste - oeste), no entanto, o IndoorAtlas monitora as variações magnéticas introduzidas por paredes de concreto e outros obstáculos construídos pelo homem. Essa técnica aliada a análise das ondas de rádio (wifi) permite determinar a posição dos dispositivos dentro de ambientes fechados.

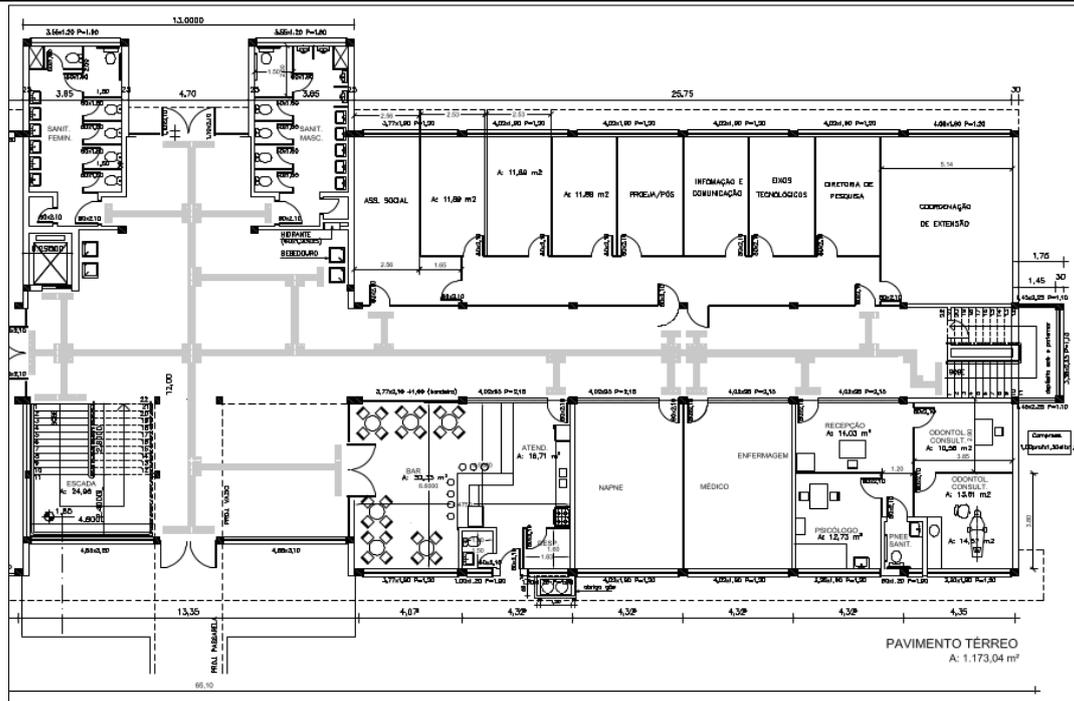


Figura 5. Planta baixa do andar térreo – prédio de ensino

Para os teste foi colocado na plataforma do IndoorAtlas a planta baixa do prédio de ensino, e na sequencia fora mapeado pontos de localização. Esse processo consistia em andar pelo prédio e marcar com um ponto o local exato onde se encontrava o dispositivo móvel no momento da marcação, a figura 06 demonstra este cenário.

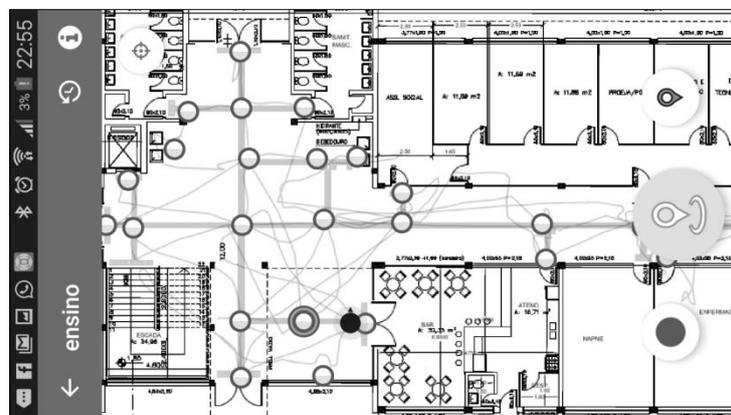


Figura 6. Resultado do mapeamento

A figura 6 demonstra o aplicativo de mapeamento, observa-se que vários pontos (bolinhas) foram acrescentados ao mapa. Cada ponto representa um local de referência para a localização, além disso, se observa traços ligando os pontos, essas linhas representam a trajetória feita durante o mapeamento. Com termino do mapeamento foi possível solicitar a localização do dispositivo, e estimar uma taxa de precisão, a qual girou em torno de 9 (nove) metros conforme exposto na tabela 1. Para as análise utilizou-se dois dispositivos: um *smartphone* Samsung Galaxy S5 com Android 5.0 (Lollipop) e um *tablet* Positivo YPY com Android 4.2 (Jelly beans).

**Tabela 01. Precisão de posicionamento**

Ponto	Variação por dispositivo	
	Galaxy S5	Tablet YPY
Ponto 1	8,22	9,55
Ponto 2	7,89	8,96
Ponto 3	9,85	10,36
Ponto 4	8,31	9,00

A tabela 01 apresenta os valores de distância entre o ponto original e o ponto coletado, essa referência de posicionamento é dada pelo aplicativo do IndoorAtlas. Os pontos utilizados para as métricas são pontos mapeados pelo dispositivo móvel, e foram escolhidos aleatoriamente. Percebe-se que existe uma precisão maior para o dispositivo Galaxy S5 quando comparado ao tablete YPY, no entanto, ambos apresentam variações significativas para a posição real.

## 5. Conclusão

Orientar-se sempre foi um dos anseios do Homem, seja para se localizar ou para obter serviços que estejam próximos a sua localização. Os sistemas de GPS funcionam relativamente bem em ambientes abertos, no entanto, em ambientes fechados podem não funcionar adequadamente. Os sistemas de posicionamento local são uma alternativa a essa limitação, apresentando inúmeras técnicas para determinar o posicionamento de indivíduos em um determinado ambiente. Este artigo apresentou a tecnologia e uma breve abordagem dos principais métodos de posicionamento baseado em ondas de rádio wifi e um aplicativo de posicionamento para ambientes fechados.

A pesquisa ainda está em andamento, mas já apresenta alguns resultados. A utilização de um algoritmo baseado na técnica de geomagnetismo revelou-se imprecisa, com taxas de variação de até nove metros de distância entre o ponto real e o ponto obtido, embora seja pequena essa variação é muito significativa em ambientes fechados, devido às curtas dimensões dos cômodos e corredores.

Levando em consideração os resultados obtidos, pode-se concluir que, determinar a posição de um elemento em um ambiente fechado envolve vários aspectos, sendo de difícil alcance, no entanto, a construção de um mecanismo de tal porte abre um leque muito grande de possibilidades, fornecendo o subsídio para criação de diversas aplicações, como por exemplo: guias virtuais para turistas em museus, localização de lojas dentro de um *shopping center*, localização de um estande em um centro de convenções, e mais especificamente para este projeto: localização de um setor de atendimento em um prédio ou ainda um sistema de guia para pessoas portadores de deficiência visual.

Por fim, conclui-se que, os benefícios alcançados através da implementação de um sistema LPS, contribuem de forma significativa para o senso de posicionamento das pessoas e ainda, possibilita a descoberta dos indivíduos em determinadas áreas, desta forma pode-se inclusive, projetar serviços que atendam a públicos específicos ou ainda personalizar o atendimento as pessoas.

## Referências

Decicino, Ronaldo. (2016) "GPS: Sistema de Posicionamento Global tem diferentes utilidades", <http://educacao.uol.com.br/disciplinas/geografia/gps-sistema-de-posicionamento-global-tem-diferentes-utilidades.htm>, july

- Hightower, J. and G. Borriello, (2001) "Location sensing techniques," in: UW CSE Technical Report
- Lima E, A. (2001) "Sistemas para Localização de Pessoas e Objetos em ambientes indoor", in: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC-RJ.
- Rancisco, Wagner de Cerqueira. (2015) "GPS - Sistema de Posicionamento Global", <http://www.brasilecola.com/geografia/gpsistema-posicionamento-global.htm>, December
- Simões d. (2014) "Navegação indoor baseada na rede WiFi como suporte a serviços baseados na localização: estudo de caso no Campus da UL", in: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.