



**Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo**



PCS 3558/PCS 3858

Laboratório de Sistemas Embarcados

Localização em Ambientes Internos com Beacons

Carlos Eduardo Cugnasca

Professor Associado 3

2021

Tópicos

- Computação Ubiqua
 - Conceitos
- Localização Precisa
 - Requisitos
 - Ambientes Externos
 - Ambientes Internos
 - Beacons
 - Exemplos



**Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo**



Computação Ubiqua

Motivação e Histórico

Computação Ubíqua:

- Vem evoluindo a partir dos *chips* que ficam menores a cada dia, e vem sendo **incorporados em diversos objetos e ambientes**, realizando funções como apagar luzes e fechar o portão da garagem por comando de voz (**sistemas embarcados**).
- Conceito no qual se insere a **Internet das Coisas (IoT)**.

Motivação e Histórico

O termo Computação Ubíqua foi primeiramente utilizado por **Mark Weiser** em seu artigo

“The Computer for the Twenty-First Century,” *Scientific American*, pp. 94-10, September 1991.

<https://www.ics.uci.edu/~corps/phaseii/Weiser-Computer21stCentury-SciAm.pdf>

Outros termos relacionados:

Ubicomp

Computação Pervasiva

Ambientes Inteligentes

Everyware

Invisible Computing

Calm Technology

Internet of Things



Mark Weiser (1952-1999)
Xerox Palo Alto Research
Center

Conceitos de Computação Ubíqua

ubíquo *adj (lat ubiquu)*

1 Que está ou pode estar em toda parte ao mesmo tempo; **onipresente**.

2 *Filos* Que realmente está presente em todos os lugares ao mesmo tempo; onipresente.

Michaelis - Moderno Dicionário da Língua Portuguesa

Conceitos de Computação Ubíqua

Principais Conceitos (1)

“The most profound technologies are those that disappear. They weave themselves into the fabric of everyday life until they are indistinguishable from it.”

Mark Weiser

Conceitos de Computação Ubíqua

Principais Conceitos (1)

“The most profound technologies are those that disappear. They weave themselves into the fabric of everyday life until they are indistinguishable from it.”

Mark Weiser

Exemplos de tecnologia que “desaparecem”:

- Infraestrutura para a vida moderna:
 - água encanada, luz elétrica, transporte, rádio, TV, canetas, jornais, livros, caneta, lápis, literatura, ...

Conceitos de Computação Ubíqua

Principais Conceitos (1)

“The most profound technologies are those that disappear. They weave themselves into the fabric of everyday life until they are indistinguishable from it.” *Mark Weiser*

Exemplos de tecnologia que “desaparecem”:

- Infraestrutura para a vida moderna:
 - água encanada, luz elétrica, transporte, rádio, TV, canetas, jornais, livros, caneta, lápis, literatura, ...

Computador:

- não dá para deixar de notar que se está usando um.

Computação Ubíqua:

- **computador** quase **invisível**, embarcado nos ambientes.

Conceitos de Computação Ubíqua

Principais Conceitos (2)

O que faz um tecnologia desaparecer (sair do foco) ou se tornar invisível ao usuário?

Conceitos de Computação Ubíqua

Principais Conceitos (2)

O que faz um tecnologia desaparecer (sair do foco) ou se tornar invisível ao usuário?

- *interface **simples**, intuitiva, sem desgaste do usuário*
interfaces naturais – fala, gestos, presença, movimento de olhos, ...
Exemplo: Apple – Macintosh, iPhone, iPad.
- *aplicabilidade em **diferentes contextos**:*
 - *p.ex., similar à interface de programas feitos para Windows, smartphones, ...*
- ***presença no cotidiano** de todos :*
 - *fica em segundo plano*

Conceitos de Computação Ubíqua

Principais Conceitos (3)

- O **computador** está embarcado (embutido) em algum ambiente (estático ou móvel) de forma **invisível** (**transparente**) para o usuário (sai do seu foco, quase que imperceptível).
- A interação pessoa-máquina é “**invisível**”:
 - integração da **tecnologia da informação** com as ações e comportamentos naturais das pessoas.

Conceitos de Computação Ubíqua

Principais Conceitos (3)

- O **computador** está embarcado (embutido) em algum ambiente (estático ou móvel) de forma **invisível** (**transparente**) para o usuário (sai do seu foco, quase que imperceptível).
- A interação pessoa-máquina é “**invisível**”:
 - integração da **tecnologia da informação** com as ações e comportamentos naturais das pessoas.

Exemplos:

- Busca automática de conexão para comunicação.
- Telefonia da empresa que acompanha o usuário.
- Carro que se adapta a cada usuário.
- *Rooming* automático.

Conceitos de Computação Ubíqua

Principais Conceitos (4)

- Computadores embarcados no ambiente agem de “modo inteligente” (computação sensível a contexto):
 - capacidade de obter automaticamente informações dos ambientes (**contexto**) e utilizá-las para construir dinamicamente **modelos computacionais**, visando **controlar**, **configurar** e **ajustar** a aplicação para melhor atender as necessidades do usuário/sistema.
 - **computadores embarcados**:
 - pequenos dispositivos de **baixo custo**, dotados de sensores com capacidade de processamento e comunicação.
 - serão cada vez mais comuns.

Tecnologias Básicas

Computação Ubíqua:

- requer que as pessoas, seres vivos, objetos sejam localizados.

Tecnologias Básicas

Computação Ubíqua:

- requer que as pessoas, seres vivos, objetos sejam **localizados**.
- diversas tecnologias para a **Localização Precisa**:
 - Ambientes **Externos**:
 - GNSS (popularmente conhecido como **GPS**)
 - Celular
 - Rádio
 - Satélites

Tecnologias Básicas

Computação Ubíqua:

- requer que as pessoas, seres vivos, objetos sejam **localizados**.
- diversas tecnologias para a **Localização Precisa**:
 - Ambientes **Externos**:
 - GNSS (popularmente conhecido como **GPS**)
 - Celular
 - Rádio
 - Satélites
 - Ambientes **Internos**:
 - Wi-Fi
 - **Beacons (Bluetooth)**, ...



**Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo**



Localização em Ambientes Internos com Beacons

Localização por *Beacons*

Localização em Ambientes Internos:

- Balizadores (*Beacons*):
 - dispositivos eletrônicos com transmissores de rádio que podem ser captados por dispositivos móveis e notificar que ele está presente.

Localização por *Beacons*

Localização em Ambientes Internos:

- Balizadores (*Beacons*):
 - dispositivos eletrônicos com transmissores de rádio que podem ser captados por dispositivos móveis e notificar que ele está presente.
 - permitem a determinação da **microlocalização** em **ambientes internos** (e também externos), **sem** o uso de Wi-Fi, GPRS ou GPS.

Localização por *Beacons*

Localização em Ambientes Internos:

- Balizadores (*Beacons*):
 - dispositivos eletrônicos com transmissores de rádio que podem ser captados por dispositivos móveis e notificar que ele está presente.
 - permitem a determinação da **microlocalização** em **ambientes internos** (e também externos), **sem** o uso de Wi-Fi, GPRS ou GPS.
 - viabilizam o uso de **computação contextual**.

Localização por *Beacons*

Localização em Ambientes Internos:

- Balizadores (*Beacons*):
 - dispositivos eletrônicos com transmissores de rádio que podem ser captados por dispositivos móveis e notificar que ele está presente.
 - permitem a determinação da **microlocalização** em **ambientes internos** (e também externos), **sem** o uso de Wi-Fi, GPRS ou GPS.
 - viabilizam o uso de **computação contextual**.
 - desenvolvido pela Apple (2013) – **iBeacon** (desde iPhone 4S).
 - permitem que aplicativos em dispositivos móveis (**iOS e Android**) possam captar seus sinais e reagir:
 - viabilizam o uso de **computação contextual**.

Localização em Ambientes Internos

Balizadores (Beacons):

Possuem **pequeno porte, baixo consumo e baixo custo**:

- semelhantes a antenas que emitem ondas de rádio baseadas no **Bluetooth 4.x/5.x Low Energy (BLE)** (ou *Smart Bluetooth*) - *não necessita emparelhar*.
- um *smartphones* pode ouvir muitos *beacons* ao mesmo tempo.
- alcance de **centímetros** a alguns **metros**.

Localização em Ambientes Internos

Balizadores (Beacons):

Possuem **pequeno porte, baixo consumo e baixo custo**:

- semelhantes a antenas que emitem ondas de rádio baseadas no **Bluetooth 4.x/5.x Low Energy (BLE)** (ou *Smart Bluetooth*) - *não necessita emparelhar*.
- um *smartphones* pode ouvir muitos *beacons* ao mesmo tempo.
- alcance de **centímetros** a alguns **metros**.
- Notificam a sua presença a dispositivos móveis (que podem **reagir**):
 - permitem a determinação da **microlocalização** em **ambientes internos** (e externos), **sem** o uso de Wi-Fi, GPRS ou GPS.

Localização em Ambientes Internos

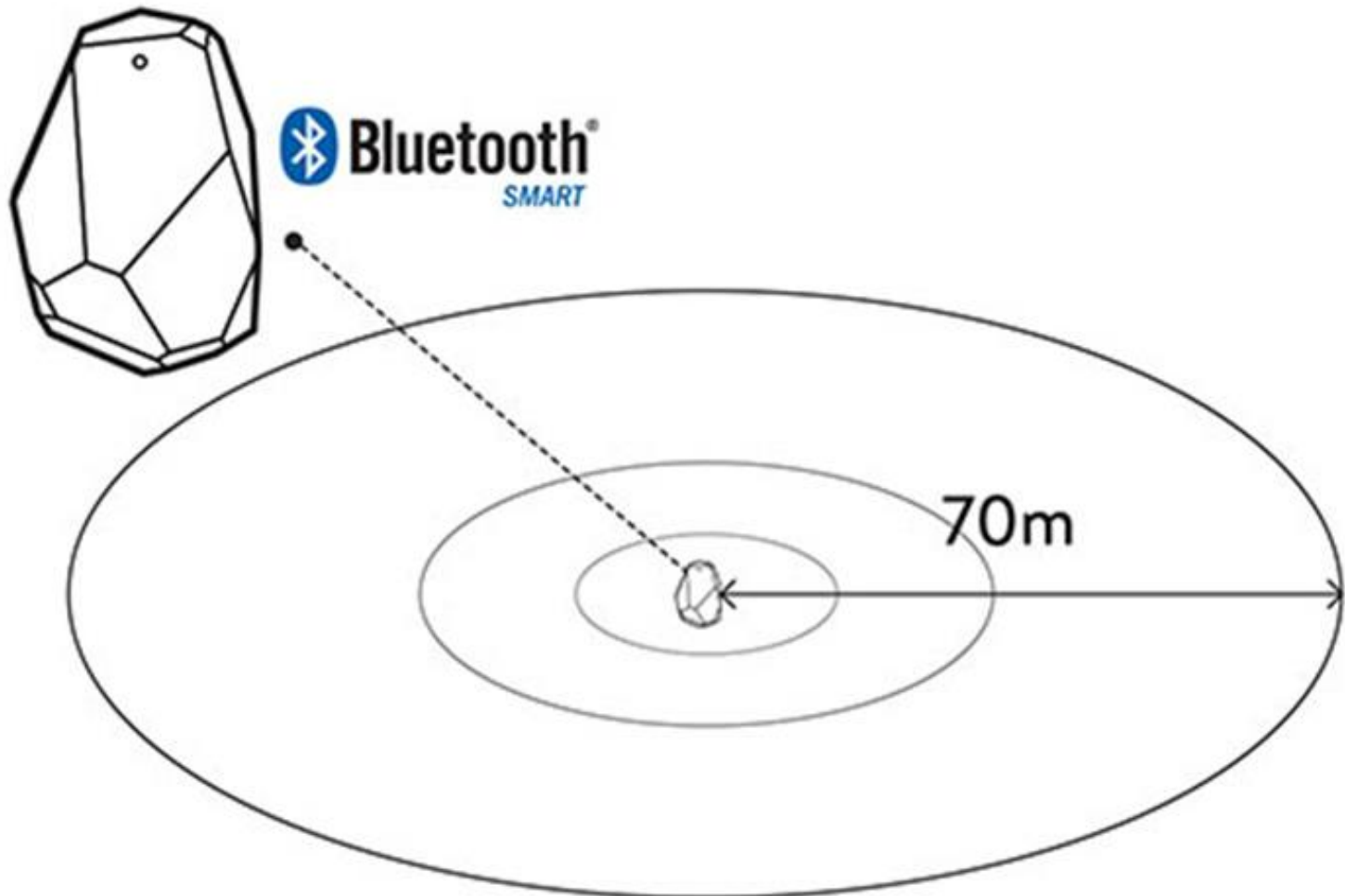
Exemplo de Beacon - <http://developer.estimote.com/>:

- Estimote Beacon:
 - CPU 32-bit ARM Cortex
 - acelerômetro, sensor de temperatura.
 - rádio 2,4 GHz, Bluetooth 4.0 (baixa energia).
 - bateria CR2477 (3 anos de duração).
 - alcance máximo de **70 metros** (tipicamente 40-50 metros).
 - *smartphones* podem captar o sinal do *beacon* e **estimar a distância**, medindo a força do sinal recebido (RSSI).



Localização em Ambientes Internos

Exemplo de Beacon – Estimote - <http://developer.estimote.com/>



Localização em Ambientes Internos



Estimote Location Beacons

For indoor location, IoT prototyping or enterprise-grade deployments choose Location Beacons - the most robust beacons on the market. They support multiple packets and have built-in sensors.

- lifetime: 5 years
- range: 70 m
- packets: 8 simultaneously (iBeacon™/Eddystone™)
- features: 4 sensors, GPIO, 1Mb EEPROM

Buy Dev Kit for \$99



Estimote Stickers

Stickers are the world's smallest beacons. They have built-in sensors and advertise connectionless telemetry data. Tiny form factor makes them great for smart objects and nearables prototyping.

- lifetime: 1 year
- range: 7 m
- packets: iBeacon™ or Eddystone™
- features: temperature, motion

Buy Dev Kit for \$99



beacon – Estimote

<http://developer.estimote.com>

Localização em Ambientes Internos

Computação Contextual

(contextual computing, context-aware computing)

- Uso de software e hardware para coletar e analisar, automaticamente, os dados sobre a imediações de um dispositivo, visando apresentar informações relevantes e úteis para o usuário final.

Localização em Ambientes Internos

Computação Contextual

(contextual computing, context-aware computing)

- Uso de software e hardware para coletar e analisar, automaticamente, os **dados sobre a imediações de um dispositivo**, visando apresentar informações relevantes e úteis para o usuário final.
- Pode atuar com **novos sentidos** do ser humano (6º., 7º. e 8º.).

Localização em Ambientes Internos

Computação Contextual

(contextual computing, context-aware computing)

- Uso de software e hardware para coletar e analisar, automaticamente, os **dados sobre a imediações de um dispositivo**, visando apresentar informações relevantes e úteis para o usuário final.
- Pode atuar com **novos sentidos** do ser humano (6º., 7º. e 8º.).
- Aumento da capacidade de **perceber** e **agir** no momento, baseado em **onde** se está, **com quem** se está, e as **experiências passadas**.
- Computadores sempre presentes, capaz de perceber os aspectos objetivos e subjetivos de uma dada situação – **serviços baseados na localização**.

Localização por *Beacons*

Computação Contextual

(contextual computing, context-aware computing)

- Exemplos:
 - mecanismos de recomendação da Netflix.
 - **Facebook e Twitter** podem, a partir de nossos conhecimentos e interesses, influenciar-nos para novos conhecimentos e mercados relevantes, de forma mais eficaz.

Localização por *Beacons*

Aplicações da Computação Contextual:

- Rastreamento de veículos e cargas.
- Serviços baseados na localização típicos:
 - Cerca virtual;
 - facilidades de interesse (postos, mecânicos, etc).
- Novos Serviços baseados na localização:
 - Comércio;
 - rastreamento veículos e cargas a baixo custo;
 - telemetria – condições do transporte e armazenamento.

Localização por *Beacons*

Questões de invasão de privacidade:

- É conveniente que cada aplicação de Beacom adote o conceito *opt-in*:
 - da vontade do usuário (*sem a presunção de aceite pelo silêncio*).
 - conjunto de regras segundo as quais as mensagens de marketing ou de caráter comercial *só são enviadas para aqueles que expressem, prévia e explicitamente, o seu consentimento*.



**Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo**



Localização em Ambientes Internos com Beacons

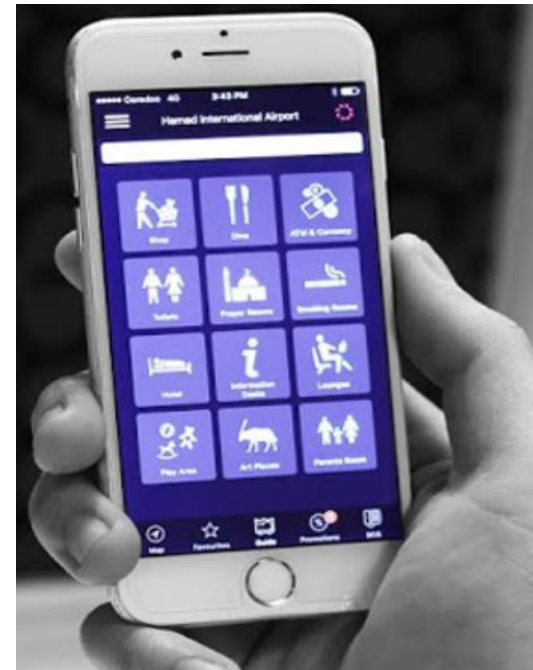
Exemplos

Localização por *Beacons*

Exemplo:

- O Aeroporto Internacional de Hamad (HIA) (Doha, Catar) lançou um aplicativo móvel baseado no iBeacon.
 - Único aeroporto do mundo a utilizar iBeacons para buscar e fornecer informações relevantes sobre ofertas promocionais para os passageiros.

• <http://www.passengerselfservice.com/2016/03/hamad/>



Localização por *Beacons*

Exemplo:

- O Aeroporto Internacional de Hamad (HIA) (Doha, Catar) :
 - Varredura do cartão de embarque e **opt-in** para a detecção de localização, o aplicativo fornece **informações em tempo real** sobre o estado do voo, esteira de bagagens, tempo e direção para portões de embarque e de alimentos, bebidas e ofertas do Qatar Duty Free.
 - **Ofertas especiais:** aplicativo avisa o usuário quando ele passa por promoções.
 - Busca e entrega de conteúdo e **informações relevantes** rapidamente, eliminando a necessidade de navegar através dos menus de aplicativos tradicionais.

<http://www.passengerselfservice.com/2016/03/hamad/>

Localização por *Beacons*

Museu Guggenheim, Nova Iorque:

- Utiliza iBeacon para o fornecimento de maneiras de melhorar as experiências dos visitantes em exposições.
- iBeacons estrategicamente distribuídos pelo ambiente permitem que o receba um conteúdo interativo exclusivo e direcionado para o ambiente que está sendo visitando.
- Os gestores do Museu podem observar o caminho que cada visitante fez pela exposição, identificando as áreas de maior concentração de visitantes.
- <http://www.mobilemarketer.com/cms/news/software-technology/19672.html>



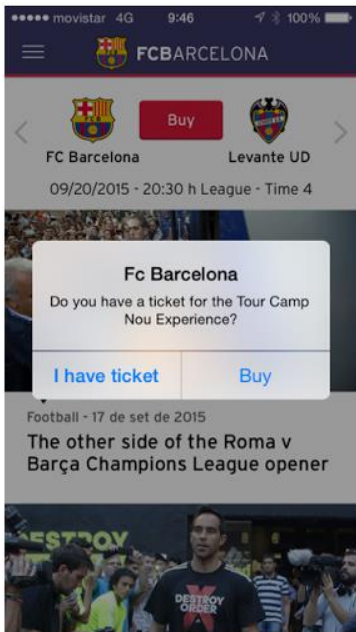
Localização por *Beacons*

Estádios Esportivos:

- **Barcelona:**

- Está desenvolvendo o projeto Stadium 2.0 project, para proporcionar novas experiências aos torcedores.

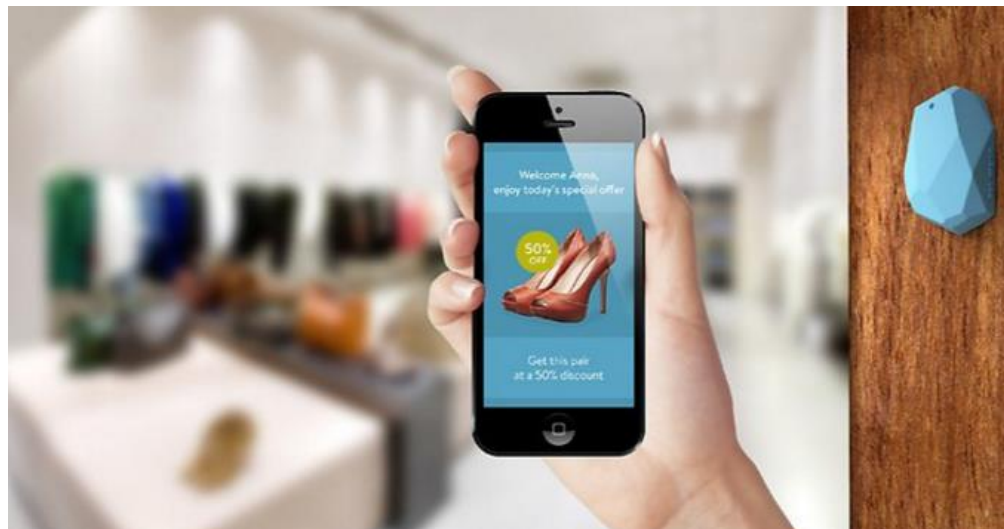
- <http://blog.estimote.com/post/132670826675/fc-barcelona-builds-smart-spaces-in-camp-nou-with>



Localização por *Beacons*

Aplicação do iBeacon no comércio ou varejo tradicional:

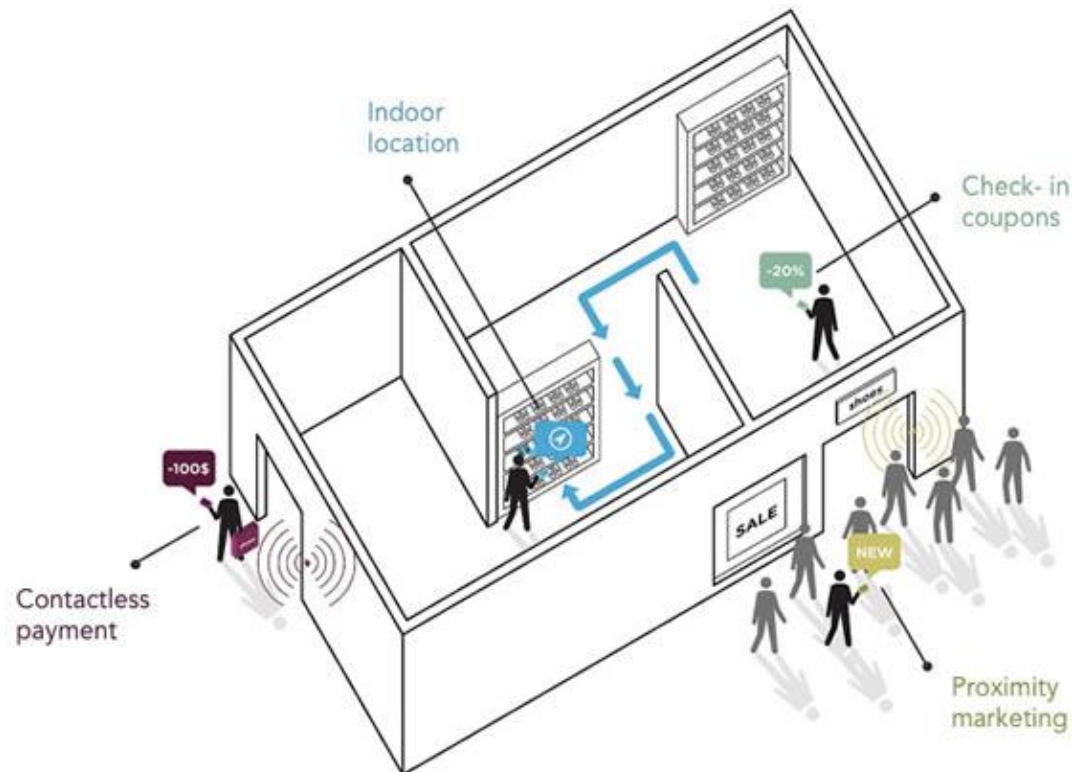
- dispositivo iBeacon instalado na fachada “oferta/convida” as pessoas que passam pelo local.
- comunicação com os clientes e não-clientes sobre **promoções** no interior da loja.
- após receberem o conteúdo promocional, as que se interessarem, adentrarão a loja e passarão por outro iBeacon instalado na porta de acesso, para monitorar a entrada.



Localização por *Beacons*

Aplicação do iBeacon no comércio ou varejo tradicional:

- monitorar o sucesso dessa ação em tempo real.
- conhecendo o perfil de consumo dos clientes, conteúdos exclusivos e direcionados poderão ser ofertados a ele, criando uma experiência única de compras.



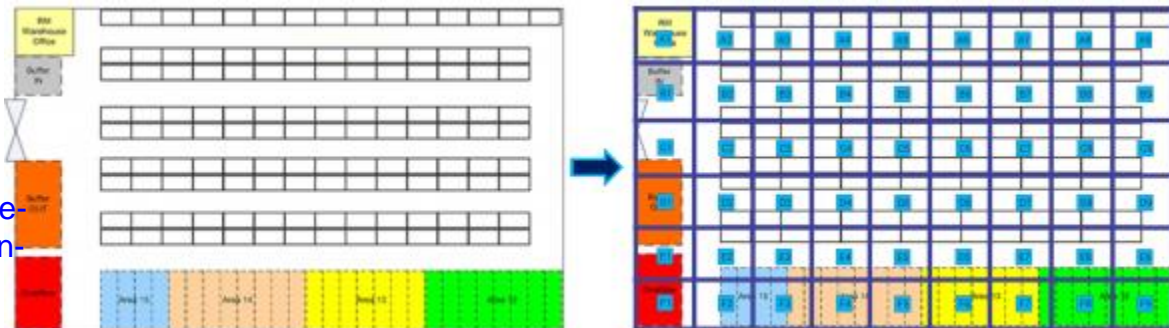
Localização por *Beacons*

Beacons para rastrear e localizar os bens em grandes armazéns:

- Melhoram as operações de logística.
- Onyx Beacon: solução integrada e dedicada para ajudar as empresas que produzem **bens de alto valor** em **grandes quantidades** e com **intensa movimentação** para resolver os problemas relacionados com a **localização** desses itens em grandes armazéns pátios.
- A solução permite facilmente visualizar o estado, procurar e encontrar itens, usando uma interface baseada em **mapas**.



Móvel Beacon instalado em uma bobina de aço em um armazém com tráfego intenso de mercadorias



<http://www.onyxbeacon.com/beacons-improve-logistics-operations-track-and-locate-assets-in-big-warehouses/>

Localização por *Beacons*

Rastreamento Colaborativo:

- Dispositivos pequenos (~moeda), de baixo custo e baixo consumo que:
- **não possuem**: GPS, chip GPRS, Wi-Fi, etc.
- **possuem** identificador único.
- **possuem** Bluetooth 4.0 (baixa energia) – Smart Bluetooth.
- Cada *smartphone* que possuir um determinado **software** instalado, fornece para a “nuvem”, a **posição**, **instante** de **localização** e **número** do dispositivo encontrado.
- O proprietário do dispositivo pode, assim, **rastreá-lo**.
- **Limitações**:
 - Requer um grande número de *smartphones* com o aplicativo instalado.
 - Será difícil a localização em locais afastados.
- Outros recursos: **botão de localização**, **led** e **alarme sonoro**.



Localização por *Beacons*

Exemplo – TrackR - <https://checkout.org/deals/single-trackr-pixel-4>

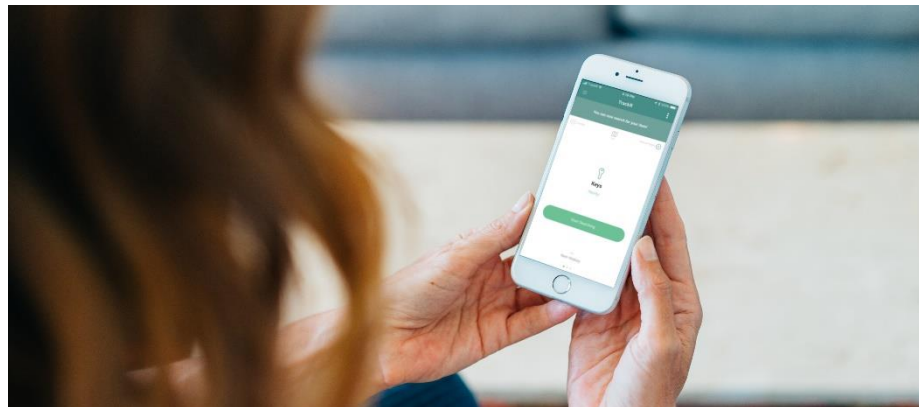
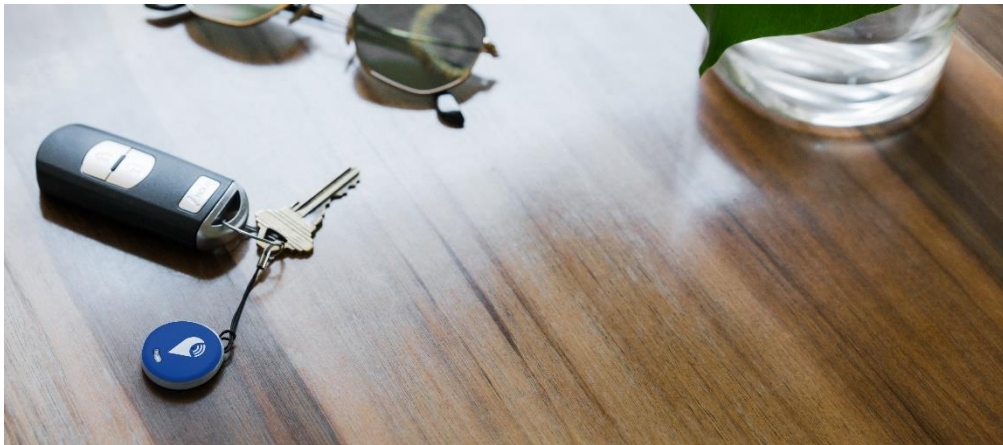
- Mais de 5 milhões de dispositivos vendidos – muitos *smartphones* com o aplicativo instalado.
- armazéns, etc.



Localização por *Beacons*

Exemplo – TrackR

<https://checkout.org/deals/single-trackr-pixel-4>



Localização por *Beacons*

Exemplo – TrackR

<https://checkout.org/deals/single-trackr-pixel-4>

• Características:

- Diâmetro : 26 mm, Espessura : 5,2 mm, Peso : 4 g
- Bateria : CR2016 substituível (aviso de bateria fraca).
- Som - volume até 90 dB
- Conectividade : Bluetooth BLE 4.0, Alcance : até 30 m.
 - Obstáculos (paredes , móveis , ...) afetam o alcance.
- Compatibilidade : iOS 9+, Android 4.4+
- Custo: US\$ 9,99 (1), US\$ 4,99 (3), ...
- Vídeo (1:08): https://youtu.be/sJYqAe_139Q



Localização por *Beacons*

Exemplo – TrackR <https://checkout.org/deals/single-trackr-pixel-4>

- Limitações:
 - O fabricante **desencoraja** o uso em carros, animais de estimação ou pessoas
 - **não** usa a tecnologia **GPS**
 - quando o dispositivo estiver fora do alcance do Bluetooth do telefone de um usuário, o aplicativo TrackR mostrará a localização dos últimos 4 contatos do dispositivo com um *smartphone* com o aplicativo TrackR;
 - o aplicativo TrackR não rastreia movimentos minuto a minuto de dispositivos que estejam fora do alcance do Bluetooth.

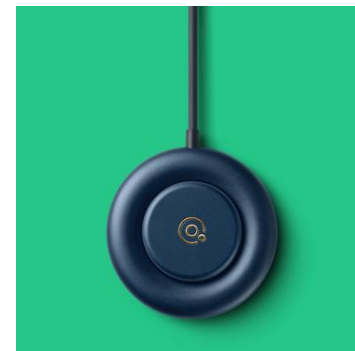
Localização por *Beacons*

Exemplo – TrackR

<https://www.thetrackr.com/trackr-faq/>

- **Fabricante:**

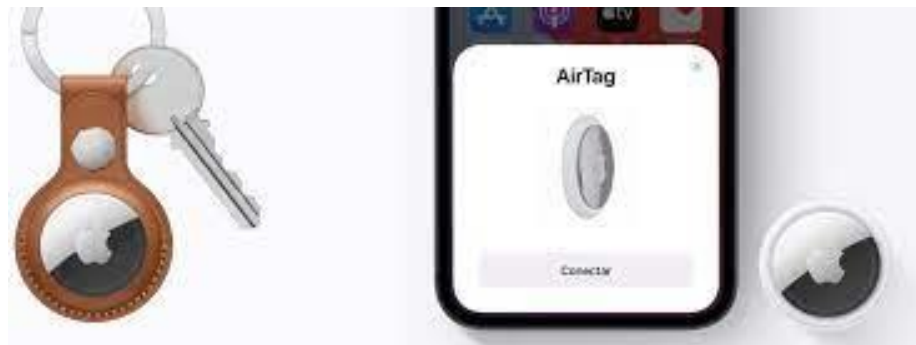
- Mercado: atraiu muitos concorrentes.
- Dispositivo: baixo custo – lucro depende de muitas vendas.
- Criou outra marca, **Adero** <https://www.adero.com/how-it-works.html>
- Mudança de foco:
 - novas aplicações e novas tecnologias.



Localização por *Beacons*

AirTag – dispositivo de rastreamento da Apple:

- localizador de objetos (chaves, bolsas, roupas, dispositivos eletrônicos, etc).
- utilizam a rede **Crowdsourced Find My da Apple**, estimada no em 1 bilhão de dispositivos em todo o mundo (2021) que **detectam e relatam anonimamente sinais Bluetooth** emitidos.



Localização por *Beacons*

AirTag – dispositivo de rastreamento da Apple:

- compatíveis com iPhone, iPad ou iPod Touch com iOS / iPadOS 14.5.
- avisa da presença de AirTag de outros usuários.
- se um AirTag estiver fora do alcance de qualquer dispositivo Apple por mais de 8 a 24 horas, emitirá um bipe (alertar que um AirTag pode ter sido colocado em seus pertences).

Localização por *Beacons*

AirTag – dispositivo de rastreamento da Apple:

- compatíveis com iPhone, iPad ou iPod Touch com iOS / iPadOS 14.5.
- avisa da presença de AirTag de outros usuários.
- se um AirTag estiver fora do alcance de qualquer dispositivo Apple por mais de 8 a 24 horas, emitirá um bipe (alertar que um AirTag pode ter sido colocado em seus pertences).
- telefones Android e Windows 10 Mobile com NFC podem identificar um AirTag.
- utiliza bateria CR2032,
- alcance máximo de 100 m e resistente a água.
- Até 16 AirTag por *smartphone*.
- Preço: 1 AirTag: R\$ 369; 4 unidades: R\$ 1.249.

Localização por *Beacons*

Outros Fabricantes:

- Tile (<https://www.thetileapp.com/pt-br/>).
- iTrack ([https://kkm.en.alibaba.com/product/60481071404-805758504/iTrack Smart Security Wallet Anti Theft iTag Tracker Beacon.html](https://kkm.en.alibaba.com/product/60481071404-805758504/iTrack_Smart_Security_Wallet_Anti_Theft_iTag_Tracker_Beacon.html)).

PROMOÇÃO



Localizador Bluetooth
iTrack Motion Preto

R\$ 49,00 ~~R\$ 59~~

Americanas.com



Localizador Bluetooth
iTrack Motion Preto -...

R\$ 59,00

Magazine Luiza



Localizador Bluetooth
iTrack Motion Preto

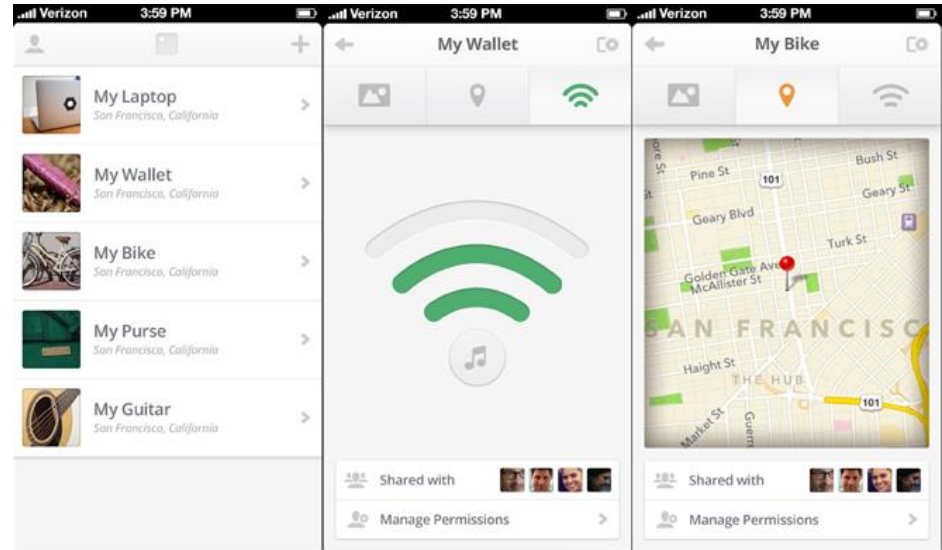
R\$ 59,00

Submarino

Localização por *Beacons*

Exemplo – Tile:

- Similar ao TrackR.



- <https://www.thetileapp.com/pt-br/store/tiles/sport>
- <https://www.thetileapp.com/pt-br/how-it-works>

Outros:

- 5 Best GPS Trackers For Children & Pets, Never Lose Sight Of What's Important #1





**Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo**



Obrigado

Carlos Eduardo Cugnasca

carlos.cugnasca@usp.br