

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS - CAMPUS BAURU

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

CAROLINA JUNQUEIRA FERREIRA

JULIANA D'ALESSIO GRANDINI

**GSMART - UMA FERRAMENTA DE GEOMARKETING PARA A
MEDIÇÃO DO TRÁFEGO DE PESSOAS ATRAVÉS DE REDES WI-FI**

BAURU

2017

CAROLINA JUNQUEIRA FERREIRA
JULIANA D’ALESSIO GRANDINI

GSMART - UMA FERRAMENTA DE GEOMARKETING PARA A MEDIÇÃO DO TRÁFEGO DE PESSOAS ATRAVÉS DE REDES WI-FI

Trabalho de Conclusão do Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação apresentado ao Departamento de Computação da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Câmpus de Bauru.

Orientador: Prof. Dr. Sidnei Bergamaschi

RESUMO

Baseando-se em conceitos de *geomarketing*, este trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema que mede o tráfego de pessoas em determinadas zonas através da rede Wi-Fi e dispositivos móveis.

Palavras-chave: *Geomarketing*. Tráfego de pessoas. Redes Wi-Fi. Dispositivos Móveis.

ABSTRACT

Based on the concepts of geomarketing, this work aims to develop a system that measures the traffic of people in certain zones using Wi-Fi network and mobile devices.

Keywords: Geomarketing. People Traffic. Wi-Fi Networks. Mobile Devices.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Processamento de imagens 2D - Density People Counter	17
Figura 2 – Processamento de imagens 2D e 3D - Axper People Counter	18
Figura 3 – Street Counting - V-Counter	18
Figura 4 – Visitor Counting e Camera Heatmap - V-Counter	19
Figura 5 – Número de dispositivos conectados - Cisco IBSG 2011	20
Figura 6 – Tráfego mundial de dispositivos móveis por tipo	20
Figura 7 – Quantidade de Celulares no Brasil - Março 2017	21
Figura 8 – Detecção de <i>smartphones</i>	23
Figura 9 – Detecção de veículos	23
Figura 10 – Arquitetura geral do sistema	24
Figura 11 – Processos e entidades do sistema	25
Figura 12 – Protótipo do sistema	28
Figura 13 – Arquivo com pacotes capturados	29
Figura 14 – Resultado da execução da aplicação	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cronograma de atividades para o TCCI	31
Tabela 2 – Cronograma de atividades para o TCCII	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AP	Access Point - Ponto de Acesso
CSS	Cascading Style Sheets
CSV	Comma-Separated Values - Valores separados por vírgula
HTML	HyperText Markup Language - Linguagem de Marcação de Hipertexto
HTTP	Hypertext Transfer Protocol - Protocolo de Transferência de Hipertexto
IoT	Internet of Things - Internet das Coisas
JSON	JavaScript Object Notation - Notação de Objetos JavaScript
NIC	Network Interface Card - Placa de Interface de Rede
RFID	Radio-Frequency IDentification - Identificação por radiofrequência
TI	Tecnologia da Informação
Wi-Fi	Marca registrada da Wi-Fi Alliance. Rede local sem fios baseados no padrão IEEE 802.11
ROO	Return on Objectives - Retorno dos Objetivos (Métrica)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Problema	9
1.1.1	Solução proposta e motivação	10
1.2	Objetivos	10
1.2.1	Objetivos Gerais	10
1.2.2	Objetivos específicos	10
1.3	Organização do trabalho	10
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1	Geomarketing	12
2.1.1	Relação entre o marketing, geografia e tomada de decisão	12
2.1.2	Como o geomarketing auxilia e agrega valor ao negócio	12
2.1.3	Casos de uso brasileiros	13
2.1.4	Tráfego de pessoas e o geomarketing	14
2.2	Ferramentas de contagem de pessoas	15
2.2.1	Tipos de contadores	15
2.2.2	Área acadêmica	16
2.2.3	Produtos na área empresarial	17
2.2.4	Escolha da forma de contagem	18
2.3	Número e uso de dispositivos	19
2.4	Dispositivo móvel como objeto identificador	20
2.5	Modo Monitor	21
2.6	Trabalhos correlatos	21
2.6.1	Cidade Jardim	22
2.6.2	Meshlium Xtreme	22
2.6.3	How many people are around	22
3	MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.1	Arquitetura geral do sistema	24
3.2	Detalhamento de processos	24
3.3	Dispositivo Móvel e <i>Probe Request</i>	25
3.4	Sensor	25
3.4.1	Raspberry Pi	26
3.4.2	Kali Linux	26
3.4.3	Tshark	26

3.5	Servidor	26
3.5.1	Node Transformer	27
3.5.2	Node Server	27
3.6	Data View	27
3.7	Protótipo	27
3.8	Testes e validação do projeto	28
3.9	Análise de Riscos	30
4	CRONOGRAMA	31
5	CONCLUSÃO	32
	REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

Desde os primeiros sistemas comerciais estabelecidos até a Revolução Industrial, a maneira de se fazer negócios evoluiu drasticamente. Entretanto, nada se compara à revolução gerada com o advento da computação: a informatização das organizações não somente permitiu-nos coletar e armazenar volumes dados gigantescos, mas também combiná-los e processá-los com agilidade e precisão antes nunca vistos. Com isso, geramos uma quantidade de informação humanamente impossível de ser manipulada, o que, por sua vez, demandou desenvolver-se ferramentas e métodos de filtragem e classificação de dados de tal modo que, minerando-se esses dados, seja possível gerar informação relevante - elemento hoje imprescindível no sucesso das decisões estratégicas de qualquer empreendimento. Avaliar se uma empresa deve expandir seu negócio (criar franquias, por exemplo) é um projeto arriscado - se mal planejado, pode levar uma organização a sofrer sérios prejuízos. Segundo Mangini, Luz e Conejero (2014), a tomada de decisão em termos de localização não pode ser feita de maneira aleatória e subjetiva, mas embasada em um método ou ferramenta que permita determinar o melhor ponto ou o mais adequado, de acordo com premissas objetivas e dentro de um arcabouço lógico, considerando as possíveis variáveis que afetam aspectos relacionados ao usuário, urbanismo e também relacionado à gestão e às políticas públicas. Neste contexto, o *geomarketing* surge como grande tendência na gestão: reunindo conceitos em geografia espacial, estatística, gestão e marketing, tornou-se a mais abrangente ferramenta para visualização e análise do negócio como um todo - permite explorar vantagens locais, além de gerar um panorama completo de todas as camadas de uma instituição, identificando pontos fortes e fracos e auxiliando na definição das melhores estratégias de planejamento e decisão.

Neste trabalho, o foco do *geomarketing* é voltado na exploração do fluxo de pessoas na criação do GSmart - uma ferramenta acessível, aliada às redes de Internet sem fio e dispositivos móveis para captura o tráfego de pessoas em determinadas zonas, visando prover dados ao usuário que, de acordo com as suas necessidades, gerarão informações relevantes.

1.1 Problema

O tráfego de pessoas já é utilizado como técnica de *geomarketing*, como será visto na seção 2.6, porém a maior parte de soluções do tipo são de âmbito privado. Ainda, na área de pesquisa, foi observado que as ferramentas para medição do tráfego são em grande maioria voltadas para o processamento de imagens.

1.1.1 Solução proposta e motivação

Tendo em vista o tópico anterior, visa-se utilizar o *geomarketing* em âmbito aberto. Para tal, propõe-se o desenvolvimento de um sistema que mede o tráfego de pessoas em determinadas zonas a partir de redes Wi-Fi e dispositivos móveis, pouco exploradas em pesquisa acadêmica, contribuindo assim para a comunidade aberta (estudantes e profissionais da área de marketing, computação, administração, entre outros).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos Gerais

Este trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema que mede o tráfego de pessoas em determinadas zonas através de rede Wi-Fi e dispositivos móveis.

1.2.2 Objetivos específicos

- Definir os motivos pelos quais uma organização utiliza o *geomarketing*;
- Identificar casos de uso do tráfego de indivíduos em ambientes como técnica de *geomarketing*;
- Estudar ferramentas de contagem de pessoas em ambientes;
- Definir as tecnologias para identificação e fornecimento de dados de usuários;
- Identificar a tecnologia responsável pela contagem de pessoas;
- Definir o modo como o número de indivíduos será agrupado para gerar o tráfego;
- Indicar como os dados capturados serão agrupados;
- Implementar interface para apresentar o tráfego de pessoas;
- Testar o sistema em ambientes controlados e não controlados;
- Realizar ajustes para garantir precisão do sistema desenvolvido.

1.3 Organização do trabalho

O presente trabalho divide-se em capítulos, sendo este o primeiro (Introdução) e os demais na seguinte ordem:

- **Fundamentação Teórica:** apresentação dos conceitos teóricos envolvidos no trabalho, motivação de adoção de certas tecnologias para a construção do sistema e soluções semelhantes;
- **Metodologia:** ferramentas escolhidas para o desenvolvimento, métodos de testes, planos de contingência e módulos do sistema;
- **Cronograma:** módulos que serão entregues nos respectivos períodos indicados.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Geomarketing

Segundo Aragão (2005), *geomarketing* é o nome dado à área de gerenciamento de informação que incorpora as dimensões espaciais para auxiliar a tomada de decisões dentro de um domínio específico de mercado, o que permite levantar as características de uma determinada região e analisar seu potencial sócio-econômico. Pode ser entendido, assim, como uma ferramenta de análise estatística de dados, com intuito de localizar padrões que possam ser utilizados e combinados na elaboração de indicadores, perfis de consumo e estratégias de negócios, de modo a gerar informação relevante na tomada de decisões. Geralmente, o serviço é oferecido por consultorias especializadas - o objetivo da empresa contratante é a melhoria no desempenho de seu negócio.

2.1.1 Relação entre o marketing, geografia e tomada de decisão

Segundo Cliquet e Hughes (2006), alguns autores definem o *geomarketing* como uma aplicação específica do espaço econômico. Tais estudos limitam-se a codificar técnicas e divisões geográficas, associadas a funções estatísticas. No entanto, alguns aspectos espaciais provêm características das quais podem ser obtidos novos dados, mais complexos e específicos, a partir de análises mais aprofundadas, tornando-os assim elementos indispensáveis ao setor de negócios. Isso demanda real trabalho de marketing sob os números obtidos, com a finalidade de transforma-los em informações úteis.

Ainda para Cliquet e Hughes (2006), o espaço geográfico raramente é levado em conta em pesquisas de gestão, exceto quando se trata de escolher a melhor localização para um ponto de vendas ou instalação de uma unidade produtora. No entanto, aspectos espaciais de uma organização são muito mais abrangentes e tem impacto vital no desempenho dos negócios. Com exceção de empresas que progressivamente investem na sofisticação de seus equipamentos, divisões como 'espaço de trabalho' e 'espaço internacional' hoje em dia não fazem muito sentido, já que estes tendem a se unificar tanto em pequenas como grandes empresas.

2.1.2 Como o geomarketing auxilia e agrega valor ao negócio

O *geomarketing* tem como principal função servir como base de auxílio quando um administrador se depara com questões cruciais para a continuidade dos negócios, sendo de grande valia para definição do público-alvo ou onde estabelecer novas filiais.

Segundo Duarte (2016), consultora da Geofusion, a localização geográfica visualiza de maneira diferenciada as seguintes informações:

- Distribuição de unidades e clientes
- Distancias percorridas no consumo dos clientes
- Padrões de consumo
- Aspectos no entorno das lojas
- Características sociodemográficas
- Pontos interessantes
- Mapear força de vendas
- Localização de prospectos e distribuidores

Ainda segundo a autora, o *geomarketing* traz uma grande valorização nos pontos mencionados abaixo:

- Otimiza a rede de negócios e norteia a busca de novos pontos
- Conhece cada loja para análise e comparação
- Estabelece metas
- Ajusta os produtos de cada unidade
- Distribui adequadamente a força em vendas
- Elimina sobreposição de vendedores
- Mede o potencial do mercado
- Analisa a distribuição da concorrência

2.1.3 Casos de uso brasileiros

O termo *geomarketing* é ainda pouco conhecido no Brasil, no entanto cada vez mais se populariza no âmbito dos negócios. Segundo a revista Exame (2012), utilizado de forma amadora há 20 anos, o uso de ferramentas de localização geográfica evoluiu e alcançou importância dentro da estratégia de expansão das empresas - grupos como Coca-Cola e O Boticário usam o marketing geográfico. Pequenas e médias empresas já começam a mirar em sistemas de busca com foco na geolocalização. Podemos citar como exemplo

de pequeno negócio que empregou o *geomarketing* um restaurante voltado à alimentação saudável em Natal-RN - o objetivo foi verificar a distribuição geográfica de clientes e mapear áreas de influência para conhecer melhor a demanda do mercado. De acordo com Seabra (2014), esta investigação permitiu uma compreensão do fenômeno da área de influência e de variáveis que modelam seu comportamento. O estudo baseou-se em informações obtidas através de softwares como Google Maps para o georreferenciamento e análise dos dados - isso só foi possível graças a fácil disponibilidade e barateamento da tecnologia atual: o Google Maps é um exemplo de ferramenta de geolocalização bastante popular e acessível que, há alguns anos, não existia.

Por outro lado, o acelerado desenvolvimento tecnológico e o crescimento de grandes centros urbanos criaram uma infinidade de possibilidades em aplicações para o *geomarketing*, tornando a ferramenta cada vez mais ampla e complexa. Um exemplo a ser citado nesse contexto é a aplicação do *geomarketing* como ferramenta de análise para criação de novas estações na CPTM (Companhia Paulista de Trens Metropolitanos). Segundo Mangini, Luz e Conejero (2014), o modelo apresentou ser de grande valia por reduzir de forma substancial a subjetividade da escolha do local para uma nova estação e pôde ainda ser utilizado como método para a definição de novas linhas férreas.

Podemos assim perceber a dimensão e importância do *geomarketing* hoje como referencial na tomada de decisões estratégicas em organizações, tornando-o aos gestores uma ferramenta valiosa, a qual pode significar a diferença entre sucesso ou fracasso de um negócio.

2.1.4 Tráfego de pessoas e o geomarketing

”Sem dados de tráfego, você está tentando apenas adivinhar. Saber quem entra na sua loja é apenas o início. Quando você passa a conhecer o cliente de fato, começa a ver o panorama do que está acontecendo com seus negócios” (SHOPPERTRAK, 2017).

Segundo o site da consultora paulistana Seed (2017), por meio da contagem de pessoas é possível identificar os períodos de alta e baixa de movimento de clientes ao longo dos horários e dias da semana dentro do estabelecimento. Com base nesses dados, é possível conhecer a taxa de conversão do negócio que indica a quantidade de clientes que saíram da loja sem efetivar uma compra.

Outros exemplos de dados que podem ser inferidos a partir da contagem, conforme as consultoras Seed (2017) e ShopperTrak (2017), são:

- Número de Visitantes / hora
- Horários de pico / baixa
- Comparação de fluxo / horários / períodos

- Comparação de performance
- Valor vendas / Número vendas (Ticket médio)
- Vendas / Visitantes (Taxa de Conversão)
- ROO – Taxa de conversão / ações de marketing
- Determinar custo adicional por cliente e retorno de investimento em marketing
- Escala de funcionários otimizada
- Taxa de atração e tráfego em tempo real

Ainda de acordo com Seed (2017), analisar o fluxo de pessoas permite conhecer o real potencial e aproveitamento do negócio em função do tamanho da loja. Conhecendo o volume de clientes que normalmente ocupa a loja ao mesmo tempo serve de base para dimensionar a equipe de atendimento, disposição e mix de produtos.

Diante do exposto nesse tópico e em toda a seção 2.1, o presente trabalho visa utilizar conceitos de *geomarketing* e dispositivos móveis na verificação do tráfego de pessoas em áreas específicas, permitindo organizações analisarem a demanda de acordo com a sua necessidade, também podendo avaliar a entrada de novos pontos estratégicos de atuação ou mesmo incrementar o alcance nos locais já existentes. Um exemplo de público-alvo poderia ser representado por *shopping centers*, restaurantes, franquias, etc.

2.2 Ferramentas de contagem de pessoas

Para que o *geomarketing* e o tráfego de pessoas sejam implementados, é necessário medir o número de pessoas através de uma ferramenta de contagem.

As ferramentas de contagens de pessoas são sistemas eletrônicos que utilizam leitores para contar as pessoas (TRAF-SYS, 2017). O tráfego de pessoas é gerado por essa contagem durante certos períodos de tempo. Estas informações quando aliadas com outras métricas de negócio proporciona a gestores informações estratégicas.

2.2.1 Tipos de contadores

Não existe apenas um método para contar o número de pessoas. As principais diferenças entre os contadores estão em: área de cobertura, volume e tecnologia utilizada. Segundo Wikipedia (2017) e Ipsos Retail Performance (2015) os principais métodos de contagem são:

- **Feixes infravermelhos:** são colocados na entrada de lojas emitindo um feixe infravermelho entre os seus extremos, quando alguém interrompe o feixe, uma entrada é contada. A área de cobertura é pequena e o volume de pessoas que ele permite passando pela porta ao mesmo tempo é baixíssima;
- **Câmeras termais:** o uso de sensores térmicos e processamento de imagens. Normalmente, são posicionados no teto para que a imagem capture a temperatura das pessoas e compare com a do ambiente. Este sistema permite alto volume de tráfego e instalação em entradas complexas;
- **Vídeo:** Utilização de algoritmos complexos, inteligência artificial e o processamento de imagens (2D e 3D). A área de cobertura pode ser medida de acordo com o uso de câmeras e o volume permitido varia de acordo com os algoritmos;
- **Wi-Fi:** utiliza o receptor Wi-Fi para pegar *frames* únicos de gerenciamento Wi-Fi emitidos por dispositivos dentro do alcance. Ideal para áreas onde o volume de pessoas é esparsa ou incerto.

A escolha de um contador varia de acordo com a complexidade da entrada do lugar, períodos de captura do tráfego de pessoas, volume de pessoas por período, área de cobertura, precisão desejada, preço, entre outros (WADSWORTH, 2013) (AXPER, 2017).

2.2.2 Área acadêmica

A principal técnica de contagem de pessoas pesquisada é por câmeras e processamento de imagens. Entretanto, as pesquisas diferenciam-se por técnicas de computação utilizadas. Alguns exemplos são:

- **Robusto e leve:** com o objetivo de fornecer segurança para ambientes internos o trabalho de Kim et al. (2002) preza por um sistema que seja robusto suficiente para garantir as metas, mas não seja tão pesado do ponto de vista de algoritmos e demanda de hardware. O sistema reconhece o movimento de pessoas ao longo de várias direções através de uma única câmera e um processador Pentium IV, assim ele estima e rastreia uma "caixa" ao redor de cada indivíduo para identificá-lo na imagem;
- **Melhora no processamento de imagens e ruídos:** as pesquisas de Luo et al. (2016) e Hou e Pang (2011) consideram a queda de desempenho de sistemas de contagem em ambientes com multidões, oclusões (sombreamento/luminosidade em cada quadro do vídeo) e informações de fundo complexas. O primeiro artigo propõe uma abordagem de cenas *indoor* que leva em conta multidões estacionárias (paradas) ou em movimento. O sistema detecta a multidão e separa os ruídos. Depois, estima-se o número de pessoas através de "ombro-cabeça". Por fim, para reduzir as oclusões, há

um filtro que separa quadro por quadro do vídeo e faz um tratamento. Já o segundo, foca em subtrair o fundo, estima o número de pessoas e utiliza técnicas para identificar as pessoas em imagens de baixa resolução;

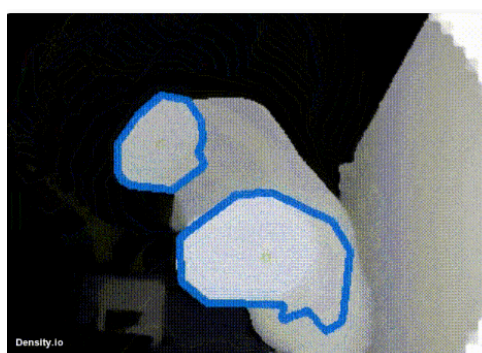
- **Múltiplos recursos:** os artigos de Venkatesh Ankan Bansal (2015) e Ma, Zeng e Ling (2012) consideram múltiplos recursos para contar pessoas em ambientes densos. O primeiro utiliza, principalmente, técnicas matemáticas e técnicas de filtros e imagens para estimar. Já o segundo, utiliza múltiplas câmeras e vários níveis de textura para lidar com aparência humana e posições.

As principais características de sistemas de contagem que os artigos levantados focaram e presaram foram: movimentação das pessoas, ambientes de multidão e processamento em tempo real.

2.2.3 Produtos na área empresarial

Esta seção apresenta alguns contadores de algumas empresas. Na Figura 1, a empresa Density oferece a contagem a partir de um dispositivo localizado no topo da entrada que processa imagens 2D (DENSITY, 2017). Já na Figura 2, a empresa Axper além de oferecer o processamento de imagens 2D como a Density, oferece também um dispositivo que processa imagens 3D, cobrindo todo o ambiente (AXPER, 2017).

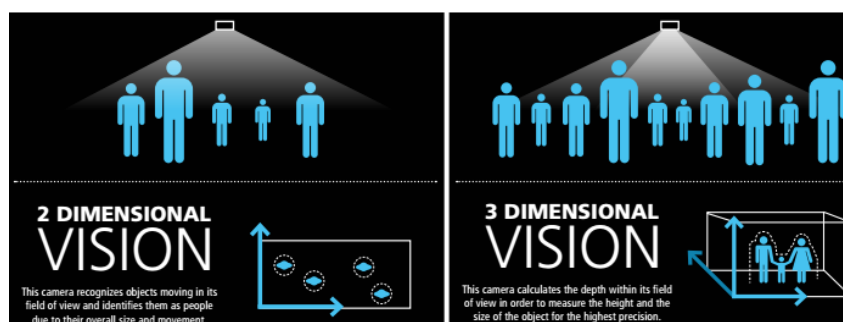
Figura 1 – Processamento de imagens 2D - Density People Counter



Fonte: Density (2017).

A empresa V-Count (2017) oferece soluções de contagem a partir de imagens termais e sinais Wi-Fi. Na Figura 3, a contagem ocorre por um aparelho fixado na entrada da loja que recebe sinais dos dispositivos móveis das pessoas que passam em frente. Já a Figura 4 mostra as soluções que processam imagens e a temperatura para identificar os clientes e seus hábitos.

Figura 2 – Processamento de imagens 2D e 3D - Axper People Counter



Fonte: Axper (2017).

Figura 3 – Street Counting - V-Counter



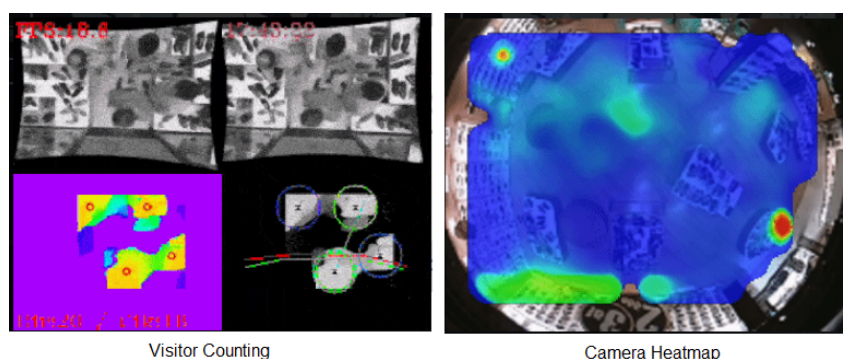
Fonte: V-Count (2017).

2.2.4 Escolha da forma de contagem

Foi observado que as principais pesquisas de técnicas para a contagem de pessoas abordam o processamento de imagens e vídeo. Já no âmbito empresarial, há diversificadas soluções partindo desde o uso dessas imagens até o uso de emissão de sinais Wi-Fi. As soluções em TI que empregam as redes sem fio para identificar pessoas são variadas. Por exemplo, uma área amplamente explorada em pesquisas é a localização de pessoas em ambientes fechados (*indoor location*) que utiliza dispositivos móveis e emissão de sinais *wireless* (FERREIRA, 2016) (PUHL, 2016) (FIGUERA et al., 2011). No entanto, o uso da técnica de contagem por Wi-Fi como ferramenta do *geomarketing* não é amplamente desenvolvida na comunidade aberta, estando restrita principalmente a empresas de consultoria e serviços de TI, como citadas na subseção 2.2.3.

Visto a baixa exploração do uso do Wi-Fi como ferramenta de *geomarketing* em

Figura 4 – Visitor Counting e Camera Heatmap - V-Counter



Fonte: V-Count (2017).

comunidade aberta, este trabalho pretende desenvolver um sistema que empregue esse tipo de comunicação para a medição do tráfego de pessoas. A escolha da comunicação sem fio ocorreu também devido sua grande área de cobertura, pois o tema de identificar indivíduos em multidões foi apontado como tendência de pesquisa.

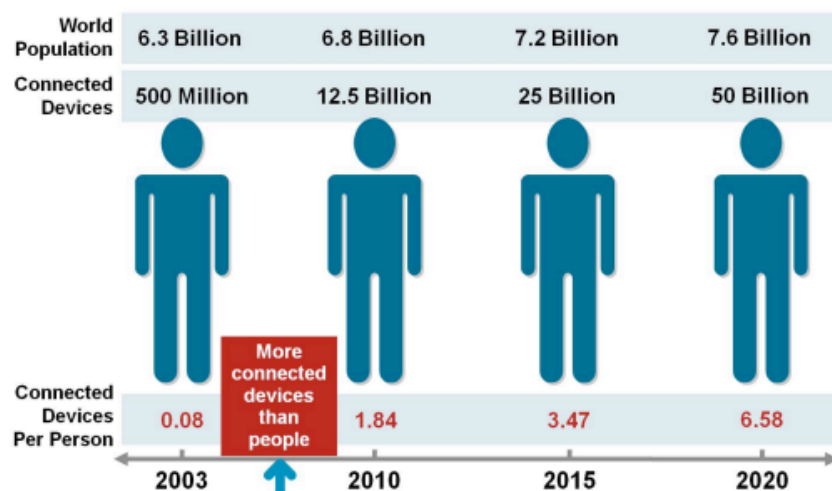
2.3 Número e uso de dispositivos

A abundância de dispositivos móveis por pessoas tende a crescer cada vez mais. Segundo a Cisco Blogs (2013) até 2013, havia 80 dispositivos se conectando por segundo na Internet, e até 2020 serão 250 se conectando. Ainda nessa pesquisa, revela-se que haverão em média 50 bilhões de dispositivos conectados até 2020. Já a Gartner (2014) estima que até 2020 haverão 20.8 milhões de dispositivos. Até o final de 2016 foram estimados 6,4 bilhões de dispositivos conectados (GARTNER, 2014). Como pode ser visto, a Figura 5 revela que até 2020 serão quase 7 aparelhos conectados por pessoa.

Apesar de expressiva a diferença entre as estimativas anteriores, ambas revelam o aumento do uso de dispositivos conectados. A pesquisa da Cisco (2017) pode revelar mais sobre o crescimento do uso e o tipo de aparelhos. Segundo essa pesquisa, como mostra a Figura 6, desde 2016 até 2021, o maior de tráfego de exabytes por mês é e será de *smartphones*.

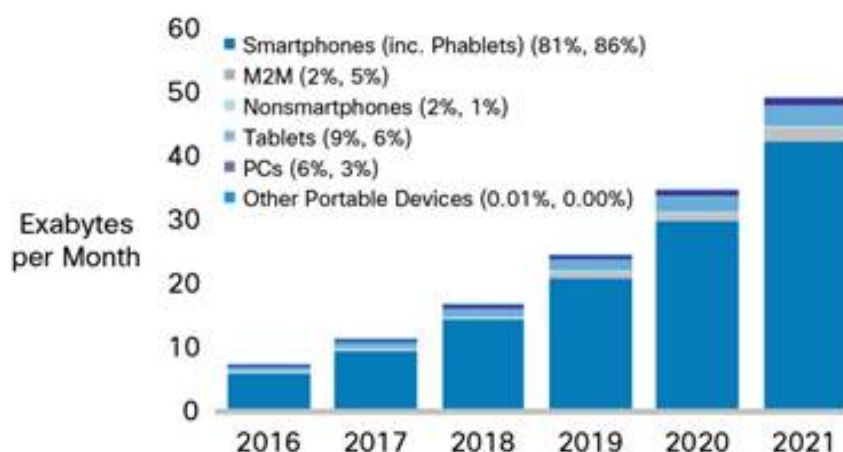
Segundo a Teleco (2017), na pesquisa da IDC Brasil no último trimestre de 2016 foram vendidos 48,4 milhões de dispositivos no Brasil, sendo 4,9 milhões de celulares tradicionais e 43,5 milhões de smartphones. Apesar de haver queda de vendas nos últimos anos de *smartphones*, a proporção de vendas ainda é maior para este tipo de aparelho. Já o total de celulares no Brasil, em março de 2017, é de aproximadamente 242 milhões, como demonstra a Figura 7.

Figura 5 – Número de dispositivos conectados - Cisco IBSG 2011



Fonte: Evans (2011).

Figura 6 – Tráfego mundial de dispositivos móveis por tipo



Fonte: Cisco (2017).

2.4 Dispositivo móvel como objeto identificador

Assim como os RFIDs passivos utilizados em uma cadeia de suprimentos para identificar produtos que vão num caminhão, ou como os códigos de barras que fornecem ao operador de caixa informações sobre um produto, os dispositivos móveis, como os *smartphones*, serão utilizados como objetos identificadores neste trabalho. Tendo em vista que a proporção de *smartphones* é maior que a de celulares tradicionais no Brasil e, em todo o mundo, considera-se esse equipamento de uso comum. Além disso, esses dispositivos móveis fornecem informação pública passiva através da rede Wi-Fi e independem da fabricante para serem detectados numa rede - portanto, serão utilizados como meio de

Figura 7 – Quantidade de Celulares no Brasil - Março 2017

Milhares	Mar/16	Dez/16	Fev/17	Mar/17
Celulares	257.811	244.067	242.919	242.790
Pré-pago	71,41%	67,48%	67,02%	66,85%
Densidade*	125,42	118,04	117,34	117,20
Crescimento Mês	-252	-4.381	-500	-129
	-0,10%	-1,76%	-0,21%	-0,05%
Crescimento Ano	-4	-13.748	-1.148	-1.276
	0,001%	-5,3%	-0,5%	-0,5%
Crescimento em 1 ano	-25.609	-13.748	-15.144	-15.020
	-9,0%	-5,3%	-5,9%	-5,8%

Nota: celulares ativos na operadora. Densidade calculada com a projeção de população do IBGE (Rev. 2013) para o mês respectivo.

Fonte: Teleco (2017).

identificação das pessoas (seção 3.3).

2.5 Modo Monitor

Para que um dispositivo móvel seja identificado independente de qualquer rede ou AP, é essencial que o sistema de detecção possua uma placa e/ou adaptador de rede (NIC) que possa ser habilitado para o modo monitor.

Geralmente, uma interface de rede qualquer captura pacotes dos tipos *managed* e *beacons* que são originados por APs. Estes pacotes são transmitidos muitas vezes por segundo por APs para indicar quais redes estão realizando *broadcasting*. O modo monitor (*monitor mode*) é um modo de operação em que um NIC consegue capturar todos os tipos de pacotes sem estar associado a um AP (Acrylic WiFi, 2017) (WIRESHARK, 2017a). Dessa forma, é possível capturar todos os tipos, como os de *probe request* que são enviados de dispositivos móveis para pontos de acesso para saber quais redes próximas estão disponíveis para se conectar.

Neste trabalho, um Raspberry Pi com um adaptador Wi-Fi habilitado no modo monitor captura pacotes *probe request* de smartphones para que ocorra a identificação de indivíduos (seção 3.3).

2.6 Trabalhos correlatos

Este subcapítulo apresenta algumas soluções que empregam a detecção de dispositivos móveis por sinais Wi-Fi e utilizam como ferramenta de *geomarketing*.

2.6.1 Cidade Jardim

Em 2016, a empresa Zebra Technologies implantou no Shopping Cidade Jardim, em São Paulo, o seu projeto MPact. Este oferece aos clientes acesso gratuito à Internet e, quando esses indivíduos estão conectados, consegue a localização do consumidor em três níveis: zona, posição e presença. Com estas informações, é possível saber sobre uma determinada pessoa: quem é, onde está, quanto tempo fica em certas áreas e quais produtos está adquirindo. Utilizando a rede Wi-Fi e Bluetooth, este projeto identifica a posição e o tempo exato onde cada consumidor se encontra.

O MPact proporciona aos varejistas, lojistas e operadores do shopping melhor entendimento sobre o comportamento dos consumidores. Por exemplo, é possível saber quais corredores estão mais cheios, quais lojas estão vendendo mais e quais pontos mais chamam a atenção, ou seja, este sistema auxilia no monitoramento de pontos de venda. Segundo a Zebra Technologies (2016), esta é uma maneira de entender o que os clientes querem, para então ganhá-los e mantê-los.

2.6.2 Meshlium Xtreme

O Meshlium Xtreme é um produto da empresa Libelium que detecta dispositivos móveis e veículos para garantir inteligência de negócios. Ao detectar dispositivos através de sinais Wi-Fi e Bluetooth, esse sistema mede pessoas e carros, gerando informações (Libelium Comunicaciones Distribuidas S.L, 2017). Sobre a atividade de pessoas as informações são: quantidade de pessoas passando numa rua diariamente, média de tempo que as pessoas ficam numa rua, diferença entre visitantes e residentes e rotas de caminhadas pelas lojas. Sobre veículos: número de veículos em tempo real passando em certo ponto, média de tempo que veículo fica parado, média de velocidade e tempos de viagem em rotas alternativas quando congestionamento é detectado.

Os dispositivos detectados não precisam estar conectados a nenhum AP, possibilitando a detecção de qualquer um independente da fabricante. Já veículos são detectados até 100 km/h. O objetivo principal deste produto é medir a quantidade de pessoas e carros num determinado ponto e uma hora específica, permitindo que sejam tomadas decisões estratégicas sobre o tráfego de pessoas e carros sobre área específica. As figuras Figura 8 e Figura 9 demonstram o funcionamento do produto.

2.6.3 How many people are around

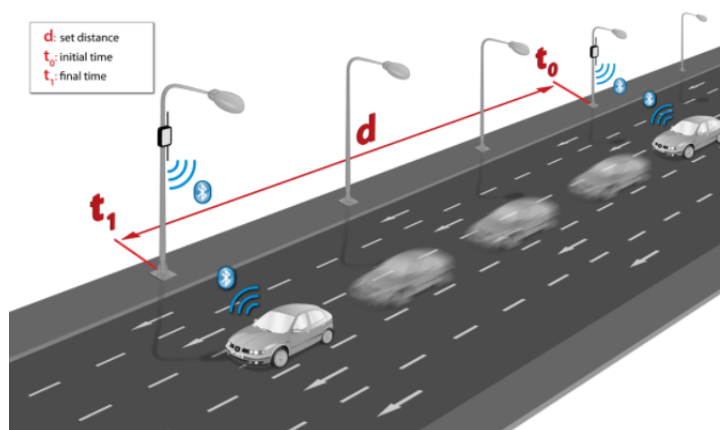
“How many people are around” (em inglês, quantas pessoas estão ao redor) é um projeto encontrado no Github do usuário Schollz (2017) que utiliza um *cluster* de Raspberry Pi's para calcular o número de pessoas próximas e/ou dentro de casa. Para tanto, ele utiliza o protocolo de análise Tshark para detectar Wi-Fi *probe requests* de *smartphones* e a

Figura 8 – Detecção de smartphones



Fonte: Libelium Comunicaciones Distribuidas S.L (2017).

Figura 9 – Detecção de veículos



Fonte: Libelium Comunicaciones Distribuidas S.L (2017).

linguagem Python. Além disso, os dados capturados podem ser observados em forma de gráfico.

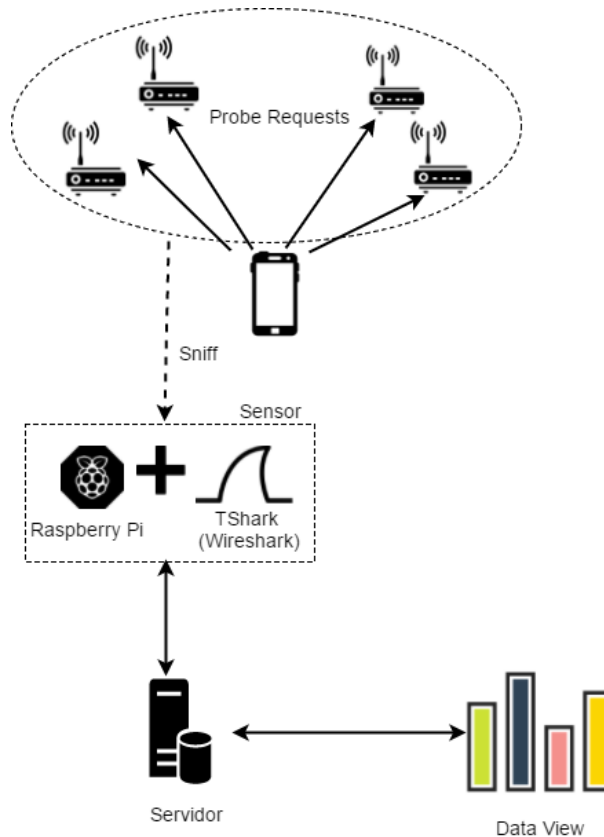
3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo descreve os componentes do sistema proposto na seção 1.2.

3.1 Arquitetura geral do sistema

O sistema proposto para medir o tráfego de pessoas dentro de uma determinada zona a partir de sinais Wi-Fi é baseado no esquema da Figura 10 que será explicado pelos itens a seguir.

Figura 10 – Arquitetura geral do sistema

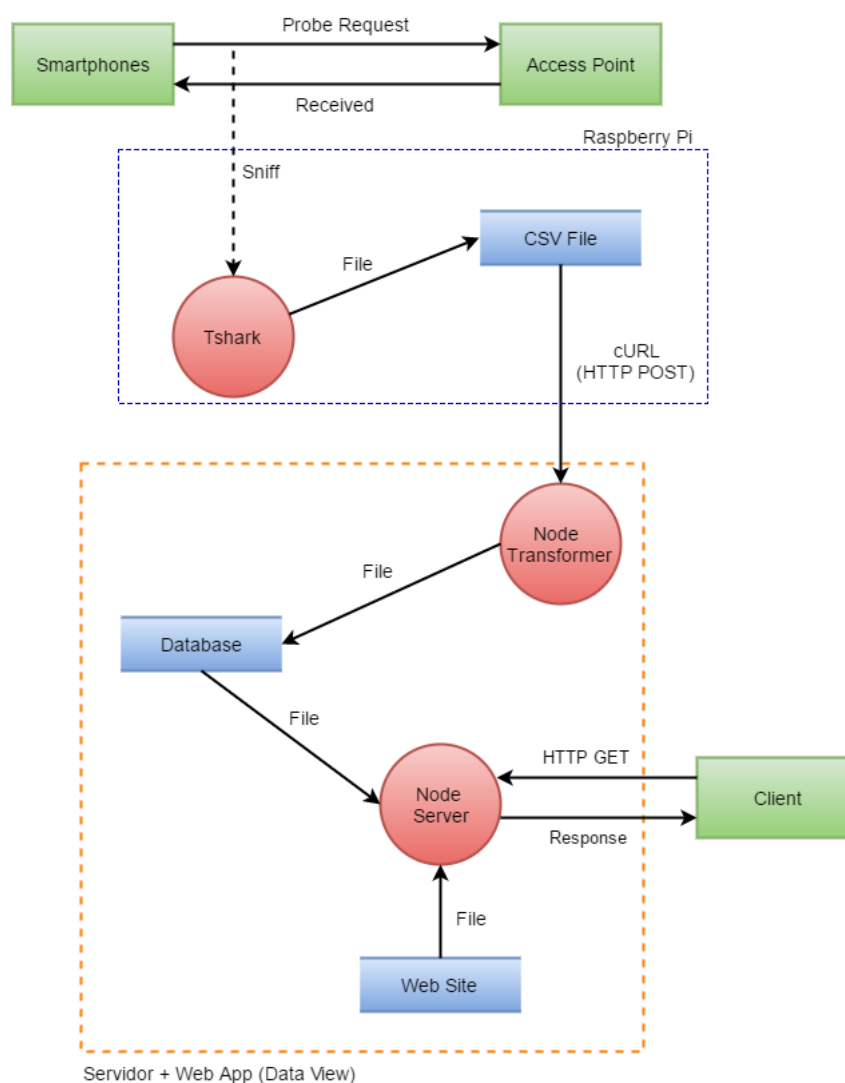


Fonte: Elaborada pelas autoras.

3.2 Detalhamento de processos

O esquema da Figura 10 expõe de maneira mais abstrata o funcionamento do sistema de medição de tráfego. Já o diagrama de fluxo da Figura 11 apresenta os processos, entidades externas e repositórios de armazenamento que compõe o sistema.

Figura 11 – Processos e entidades do sistema



Fonte: Elaborada pelas autoras.

3.3 Dispositivo Móvel e *Probe Request*

Para encontrar redes a que possa se conectar, um dispositivo móvel emite de tempos em tempos (depende da fabricante) pacotes do tipo *probe request* para os APs próximos (Cisco Meraki, 2017). Todos os APs que receberem, responderão ao dispositivo (*probe response* ou *received*), então o aparelho descobrirá as redes ao redor disponíveis para conexão.

3.4 Sensor

O sensor é responsável pela detecção de aparelhos e envio de dados ao servidor.

3.4.1 Raspberry Pi

Para a detecção de dispositivos móveis um Raspberry Pi Model 3 B juntamente com um adaptador Wi-Fi são utilizados. O Raspberry foi escolhido, pois oferece interface amigável de programação (Kali Linux); possui poder de processamento para receber os milhares de pacotes, pré-processá-los e enviar para o servidor; possui entrada USB pode receber uma antena Wi-Fi e seu tamanho pequeno (Raspberry Pi, 2017).

Outras opções foram consideradas por serem baratas, acessíveis e terem documentação aberta. Foi o caso do ESP8266 que possui um tamanho extremamente reduzido e possui o custo médio de R\$15,00 (EMBARCADOS, 2015), mas seu uso para este trabalho fica impossibilitado. Isso ocorre, pois essa tecnologia não consegue ser habilitada para o modo monitor da interface de rede (PUHL, 2016) (FERREIRA, 2016).

Uma antena Wi-Fi (Ralink MT7601U) foi equipada no Raspberry para ampliar o alcance da captura já que o propósito do sistema é detecção em zonas que podem apresentar esparcidade de indivíduos (espalhados) e já que ela pôde ser habilitada para o modo monitor (seção 2.5). A antena nativa do Raspberry não conseguiu ser habilitada para o *monitor mode*.

3.4.2 Kali Linux

O sistema operacional Kali Linux (Kali Linux, 2017) foi escolhido para o Raspberry Pi, pois possui ampla documentação para uso em projetos de redes, além de ferramentas, como suporte a drivers de interfaces de rede que possam ser habilitadas para o modo monitor, foi o caso do Ralink MT7601U.

3.4.3 Tshark

O protocolo Tshark é uma versão de terminal do protocolo analisador de rede Wireshark (WIRESHARK, 2017b) (WIRESHARK, 2017c). Ele é utilizado para analisar e filtrar (*sniff*) e converter os dados dos pacotes capturados pelo sensor em arquivo formato CSV. Esse protocolo foi escolhido, pois permite realizar o estudo da rede a partir do recebimento de pacotes e seus campos, além possuir ampla documentação, maturidade e exemplos por ser uma tecnologia aberta.

3.5 Servidor

O servidor que servirá o Web App será baseado em Node.js. Ele possui duas partes principais que serão apresentadas a seguir.

3.5.1 Node Transformer

Após converter os dados do pacotes recebidos para um arquivo formato .CSV, o Raspberry Pi dá um cURL POST (HTTP POST através do terminal) de tempos em tempos para enviar o arquivo .CSV daquela sessão ao servidor. No servidor, o módulo node transformer particionará o arquivo (segundo alguns campos) em outros arquivos .JSON que serão salvos no banco de dados.

3.5.2 Node Server

A partir dos arquivos .JSON citados no item anterior e um Web Site base (HTML, CSS, Javascript), o módulo Node Server responde (Response) à requisição do cliente (HTTP GET) e apresenta-o aos dados capturados.

3.6 Data View

O Data View é a parte do Web App responsável por apresentar os dados capturados de maneira clara e legível. Para isso, a biblioteca D3.js (D3, 2017) será utilizada para a plotagem de gráficos a partir dos arquivos .JSON.

3.7 Protótipo

Como apresentação parcial e prova de funcionamento dos componentes anteriores, o protótipo desenvolvido é baseado no sensor. Trata-se de um Raspberry Pi equipado com um adaptador Wi-Fi que consegue capturar, analisar e exportar os pacotes *probe request* para um arquivo que será enviado ao servidor. Essa etapa é garantida pelo protocolo de análise de rede Tshark.

Os comandos do Tshark que capturam os pacotes provenientes dos dispositivos móveis são realizados através de um servidor local feito em Node.js, como mostra o código presente na Figura 12.

A Figura 12 apresenta o código de um módulo Node.js que assemelha-se com a função que será desempenha pelo Node Transformer (subseção 3.5.1). Esse módulo é chamado no servidor. As linhas que possuem o comando “exec” executam comandos diretamente no terminal do sistema operacional. Nas linhas 2-4, habilita-se o adaptador de rede para o modo monitor. Na linha 5, o comando Tshark rodado representa:

- **wlan0**: interface de rede que indica a antena Wifi;
- **wlan.fc.type_subtype eq 4**: indica que só pacotes *probe request* devem ser capturados;

Figura 12 – Protótipo do sistema

```
1 module.exports.numPeople = function(){
2   exec("ifconfig wlan0 down",puts);
3   exec("iwconfig wlan0 mode monitor",puts);
4   exec("ifconfig wlan0 up",puts);
5   exec("tshark -i wlan0 -Y 'wlan.fc.type_subtype eq 4' -T fields -e wlan.sa -e frame.time > output.txt",puts);
6   var input = fs.createReadStream("output.txt");
7   readLines(input, checkMacAddress);
8   exec("rm 'output.txt'",puts);
9 }
```

Fonte: Elaborada pelas autoras.

- **wlan.sa**: representa o *source address* ou endereço MAC do dispositivo que enviou o pacote;
- **frame.time**: representa a hora, dia e ano em que o pacote foi capturado.

Em seguida no código, o arquivo exportado pelo Tshark é lido através de um *stream*. A função “readLines()” na linha 7, lê o arquivo linha por linha, identificando os endereços MAC diferentes e adicionando-os a uma lista. Então, nessa própria função é mostrado no terminal (“console.log(list)”), quantas pessoas foram contadas, ou em outros termos, quantos dispositivos diferentes foram detectados. Na Figura 13, mostra-se o arquivo com os pacotes capturados. Na Figura 14 apresenta-se o que a execução da aplicação feita gerou, no caso, detectou 4 pessoas nas proximidades.

3.8 Testes e validação do projeto

Para a validação do sistema proposto serão realizados testes unitários, de integração e validação. Os testes unitários e de integração do sistema resumem-se em:

- a detecção dos dispositivos móveis;
- comunicação entre Raspberry Pi e servidor;
- comunicação servidor e interface;
- processamento de dados capturados em dados desejados;
- determinar se sistema consegue contar pessoas.

Já os testes de validação são resumidos em determinar se o sistema consegue ou não determinar a contagem e o tráfego de pessoas. Para tanto, serão feitos testes em ambientes controlados e não controlados. Os controlados são aquelas zonas em que

Figura 13 – Arquivo com pacotes capturados

80:58:f8:f3:43:9a	Jul 16, 2017 19:58:37.417872667 UTC
80:58:f8:f3:43:9a	Jul 16, 2017 19:58:37.426913501 UTC
80:58:f8:f3:43:9a	Jul 16, 2017 19:58:37.431863813 UTC
80:58:f8:f3:43:9a	Jul 16, 2017 19:58:37.441854178 UTC
80:58:f8:f3:43:9a	Jul 16, 2017 19:58:37.453092251 UTC
80:58:f8:f3:43:9a	Jul 16, 2017 19:58:44.930360894 UTC
80:58:f8:65:3b:26	Jul 16, 2017 19:58:48.232182611 UTC
80:58:f8:f3:43:9a	Jul 16, 2017 19:58:52.178460839 UTC
80:58:f8:f3:43:9a	Jul 16, 2017 19:58:52.186416412 UTC
80:58:f8:f3:43:9a	Jul 16, 2017 19:58:52.196359224 UTC
80:58:f8:f3:43:9a	Jul 16, 2017 19:58:57.510011670 UTC
80:58:f8:f3:43:9a	Jul 16, 2017 19:58:57.520045941 UTC
80:58:f8:f3:43:9a	Jul 16, 2017 19:58:57.530321253 UTC
80:58:f8:f3:43:9a	Jul 16, 2017 19:58:57.540284118 UT
C80:58:f8:f3:43:9a	Jul 16, 2017 19:58:57.743180472 UTC
e2:11:98:a7:67:6e	Jul 16, 2017 19:59:03.309330418 UTC
e2:11:98:a7:67:6e	Jul 16, 2017 19:59:03.318259949 UTC
e2:11:98:a7:67:6e	Jul 16, 2017 19:59:03.364109533 UTC
e2:11:98:a7:67:6e	Jul 16, 2017 19:59:03.426447189 UTC
e2:11:98:a7:67:6e	Jul 16, 2017 19:59:03.532881824 UTC
e2:11:98:a7:67:6e	Jul 16, 2017 19:59:03.645090262 UTC
e2:11:98:a7:67:6e	Jul 16, 2017 19:59:03.688745157 UTC
80:58:f8:f3:43:9a	Jul 16, 2017 19:59:04.202165938 UTC
80:58:f8:f3:43:9a	Jul 16, 2017 19:59:04.216692449 UTC
80:58:f8:f3:43:9a	Jul 16, 2017 19:59:04.232980574 UTC
80:58:f8:f3:43:9a	Jul 16, 2017 19:59:04.248419168 UTC
80:58:f8:e6:e2:cd	Jul 16, 2017 19:59:06.449328698 UTC

Fonte: Elaborada pelas autoras.

Figura 14 – Resultado da execução da aplicação

```
root@kali:~/tcc-sensor/app# node server.js
Por aqui há 4 pessoas
```

Fonte: Elaborada pelas autoras.

sabe-se o número de pessoas, e então confere-se com o resultante da detecção. Nos ambientes não-controlados, o tráfego de pessoas será testado. A taxa de confiabilidade no sistema será baseada no desvio padrão dos testes realizados em ambiente controlados. O sistema final vai ser considerado aplicável ou não caso o desvio padrão determinado fique dentro dos limites.

Inicialmente, visa-se desenvolver os primeiros testes em ambiente controlado, numa área pequena e com poucos dispositivos móveis, para verificar o comportamento do sistema desenvolvido na medição do tráfego. Após testes iniciais, pretende-se encontrar uma organização parceira que esteja dentro das especificações necessárias e deseje conhecer

melhor seu público alvo, cedendo seu espaço e sua rede para alguns procedimentos e testes com a aplicação proposta - nessa etapa, o projeto busca verificar o desempenho do sistema em ambiente real, com maior quantidade de dispositivos móveis.

3.9 Análise de Riscos

Considerando as premissas dos tópicos anteriores, há alguns itens e áreas que podem sofrer desvios ao longo do trabalho. Estes itens e seus planos de contingência respectivamente são:

- Falha da detecção de dispositivos (precisão): serão feitas duas formas de detecção através do protocolo Tshark, as duas garantem que os dados de uma e outra são verídicos, caso uma falhe há a outra para detectar os aparelhos móveis;
- Processamento no servidor é complexa: caso o desenvolvimento do processamento de dados no servidor seja muito complexa e considerando que trabalharemos com estatísticas, optar por uma *cloud* seria uma opção;
- Raspberry Pi perder a conexão com a rede para mandar dados ao servidor: um backup dos dados será feito no aparelho, e então quando a conexão retornar, esses serão enviado ao servidor. Também há a possibilidade do uso de um Modem 3G para garantir o envio.

4 CRONOGRAMA

O cronograma do trabalho está dividido em duas tabelas: Tabela 1 sobre as entregas na disciplina de TCCI e a Tabela 2 as entregas na disciplina de TCCII.

Tabela 1 – Cronograma de atividades para o TCCI

Atividade	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Levantamento bibliográfico inicial	X	X	X			
Definição das tecnologias e dos provedores	X	X	X			
Documentação da arquitetura do sistema		X	X			
Desenvolver módulo sensor			X	X	X	
Aplicar pré-processamento dos dados				X	X	
Teste e documentação do que foi desenvolvido				X	X	

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Tabela 2 – Cronograma de atividades para o TCCII

Atividade	Set	Out	Nov	Dez	Jan
Preparação do servidor	X	X			
Envio de dados para o servidor		X	X		
Teste de validação do servidor e sensor		X	X	X	
Desenvolver interface				X	X
Integrar componentes da arquitetura			X	X	X
Teste finais e validação					X

Fonte: Elaborado pelas autoras.

5 CONCLUSÃO

Os principais aspectos do projeto estão centrados em utilizar rede sem fio para medir o tráfego de pessoas. Aplicando conceitos de *geomarketing* será possível agrupar a contagem de pessoas por períodos e reconhecer quem são visitantes ou frequentadores, ou seja, qual a porcentagem de frequentadores que um lugar possui em relação ao seu total de visitantes dentro de um determinado período. O foco em paralelo ao principal é disponibilizar um sistema *opensource* que aplique os conceitos de *geomarketing*, abrangendo o estudo de redes de computadores (redes sem fio) e o uso de dispositivos móveis como objeto identificador.

Os principais desafios a serem enfrentados estão na área de agregação da contagem de pessoas e processamento de dados, pois a precisão do sistema e as informações coletadas terão que ser relevantes e numerosas (generalização). Portanto, as dificuldades estão na fase estatística.

REFERÊNCIAS

Acrylic WiFi. *Monitor Mode and Native Capture Mode in Acrylic Wi-Fi*. 2017. Disponível em: <<https://www.acrylicwifi.com/en/blog/wifi-monitor-mode/>>.

ARAGÃO, P. S. S. de. *Geomarketing: Modelos e Sistemas, com Aplicações em Telefonía*. 2005. Disponível em: <<http://www.lis.ic.unicamp.br/wp-content/uploads/2014/09/aragao.pdf>>.

AXPER. *3D People Counters for retail | Axper*. 2017. Disponível em: <<http://axper.com/people/count>>.

CISCO. *Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2016–2021 White Paper*. 2017. Disponível em: <<http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/mobile-white-paper-c11-520862.html>>.

Cisco Blogs. *How Many Internet Connections are in the World? Right. Now*. 2013. Disponível em: <<https://blogs.cisco.com/news/cisco-connections-counter>>.

Cisco Meraki. *802.11 Association process explained*. 2017. Disponível em: <<https://documentation.meraki.com/MR/WiFi/Basics/BestPractices/802.11Association>>.

CLIQUET, G.; HUGHES, E. *Geomarketing : Methods and Strategies in Special Marketing*. 1. ed. [S.l.]: Lavosier/ISTE, 2006. 327 p. ISBN 190520907X.

D3. *D3.js - Data-Driven Documents*. 2017. Disponível em: <<https://d3js.org/>>.

DENSITY. *Density | A People Counter & API*. 2017. Disponível em: <<https://www.density.io/>>.

DUARTE, V. *O que é Geomarketing?* 2016. Disponível em: <<https://blog.geofusion.com.br/infografico-o-que-e-geomarketing>>.

EMBARCADOS. *Apresentando o módulo ESP8266*. 2015. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/modulo-esp8266/>>.

EVANS, D. *The Internet of Things How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything*. Cisco IBSG, 2011. Disponível em: <http://www.cisco.com/c/dam/en/us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411>.

EXAME. *Geomarketing amadurece no Brasil e conquista mercado*. 2012. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/marketing/geomarketing-amadurece-no-brasil-e-conquista-mercado/>>.

FERREIRA, L. C. P. *Sistema localizador interior de baixo custo*. 79 p. Tese (Mestrado) — Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2016. Disponível em: <<http://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/6162>>.

FIGUERA, C. et al. Time-Space Sampling and Mobile Device Calibration for WiFi Indoor Location Systems. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, v. 10, n. 7, p. 913–926, jul 2011. ISSN 1536-1233. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/5765967/>>.

GARTNER. *Gartner Says the Internet of Things Will Transform the Data Center*. 2014. Disponível em: <<http://www.gartner.com/newsroom/id/2684616>>.

HOU, Y.-L.; PANG, G. K. H. People Counting and Human Detection in a Challenging Situation. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans*, v. 41, n. 1, p. 24–33, jan 2011. ISSN 1083-4427. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/5580105/>>.

Ipsos Retail Performance. *How to Choose the Right People Counter*. 2015. Disponível em: <<https://www.ipsos-retailperformance.com/resources/blog/how-to-choose-right-people-counter/>>.

Kali Linux. *Kali Linux Official Documentation*. 2017. Disponível em: <<https://www.kali.org/kali-linux-documentation/>>.

KIM, J. et al. Real-time vision-based people counting system for the security door. ... *Technical Conference on Circuits Systems*, ..., v. 3672, n. July 2016, 2002. Disponível em: <<http://scholar.google.com/scholar?hl=en{%&}btnG=Search{%&}q=intitle:Real-time+Vision-based+People+Counting+System+for+the+Security+>>.

Libelium Comunicaciones Distribuidas S.L. *Meshlium X treme Technical Guide*. [S.l.]: Libelium, 2017. 188 p.

LUO, J. et al. Real-time people counting for indoor scenes. *Signal Processing*, v. 124, p. 27–35, 2016. ISSN 01651684. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165168415003801>>.

MA, H.; ZENG, C.; LING, C. X. A Reliable People Counting System via Multiple Cameras. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology*, v. 3, n. 2, p. 1–22, feb 2012. ISSN 21576904. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2089094.2089107>>.

MANGINI, E. R.; LUZ, L. F. D.; CONEJERO, M. A. Modelo de Análise de Localização e Aplicações de Geomarketing em Transporte Público de Alta Capacidade: o Caso da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos. 2014. Disponível em: <<http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos14/6120100.pdf>>.

PUHL, L. *Habilitando um prédio a localizar contextualmente dispositivos utilizando redes sem fio*. 85 p. Tese (Graduação) — Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2016.

Raspberry Pi. *Raspberry Pi 3 Model B*. 2017. Disponível em: <<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>>.

SCHOLLZ. *howmanypeoplearearound*. 2017. Disponível em: <<https://github.com/schollz/howmanypeoplearearound/>>.

SEABRA, A. L. D. C. Geomarketing: Estudo De Áreas De Influência De Um Restaurante De Healthy Food Em Natal. p. 105, 2014.

SEED. *Contagem e fluxo de Pessoas*. 2017. Disponível em: <http://www.seeddigital.com.br/o-que-fazemos/{\#}servicos{_}de>.

SHOPPERTRAK. *Análise de Perímetro*. 2017. Disponível em: <<https://br.shoppertrak.com/solutions/analisis-de-perimetro/>>.

TELECO. *teleco.com.br*. 2017. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/ncel.asp>>.

TRAF-SYS. *People Counters, Retail Traffic Counting, and Pedestrian Door Counters*. 2017. Disponível em: <<http://www.trafsys.com/people-counting/>>.

V-COUNT. *People Counter, People Counters, visitor counter, Customer Counter, Footfall, Door Counter, Retail Traffic Counter*. 2017. Disponível em: <<http://v-count.com/>>.

VENKATESH ANKAN BANSAL, K. S. People Counting in High Density Crowds from Still Images. *International Journal of Computer and Electrical Engineering*, v. 7, n. 5, p. 316–324, 2015. ISSN 17938163. Disponível em: <<http://www.ijcee.org/index.php?m=content{&}c=index{&}a=show{&}catid=7>>.

WADSWORTH, C. *Measuring Retail Store Traffic: How People Counting Works*. 2013. Disponível em: <<http://www.trafsys.com/what-counting-can-do-for-profits-part-4-of-4/>>.

WIKIPEDIA. *People Counter*. 2017. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/People{_}coun>.

WIRESHARK. *CaptureSetup/WLAN*. 2017. Disponível em: <<https://wiki.wireshark.org/CaptureSetup/WLAN>>.

WIRESHARK. *tshark - The Wireshark Network Analyzer 2.0.0*. 2017. Disponível em: <<https://www.wireshark.org/docs/man-pages/tshark.html>>.

WIRESHARK. *Wireshark · Go Deep*. 2017. Disponível em: <<https://www.wireshark.org/>>.

Zebra Technologies. *Cidade Jardim Creates Personalized Shopping Experience with Zebra Wireless Solution*. 2016. Disponível em: <<https://www.zebra.com/us/en/about-zebra/newsroom/press-releases/2016/cidade-jardim-creates-personalized-shopping-experience-with-zebra-wireless-solution.html>>.