



Como os objetos da Internet das Coisas se comportam? Uma análise através de métricas quantitativas

Jamisson Jader Moraes Pereira Junior¹

Thiago Silva de Figueiredo¹

Bruno Pereira dos Santos¹

Luiz Carlos Bambirra Torres¹

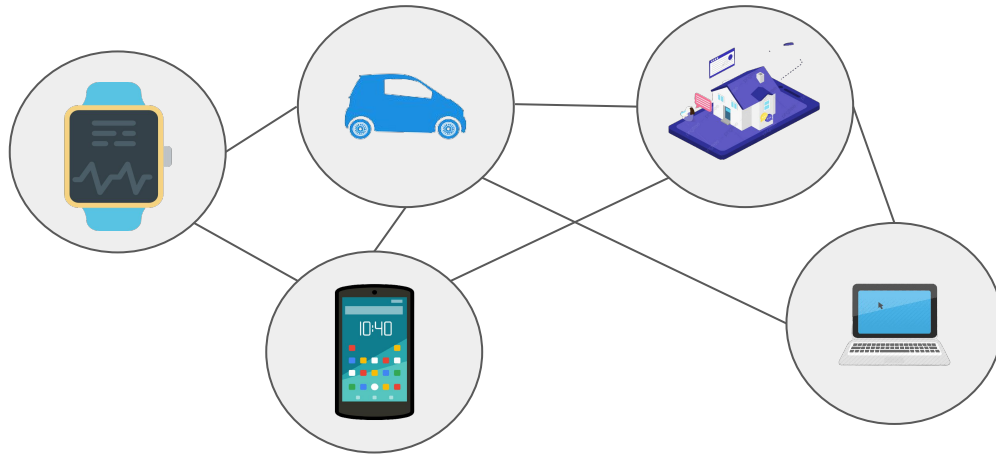
¹ Universidade Federal de Ouro Preto

Introdução



- **IoT - *Internet of Things***
 - Cada vez mais presente em nosso cotidiano;
 - Objetos passam a ter capacidade de sensoriamento de contexto e comunicação.

Introdução



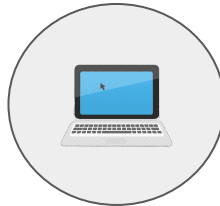
- **SIoT** - *Social Internet of Things*
 - Dispositivos formando laços sociais;

Introdução

Móveis



Estáticos



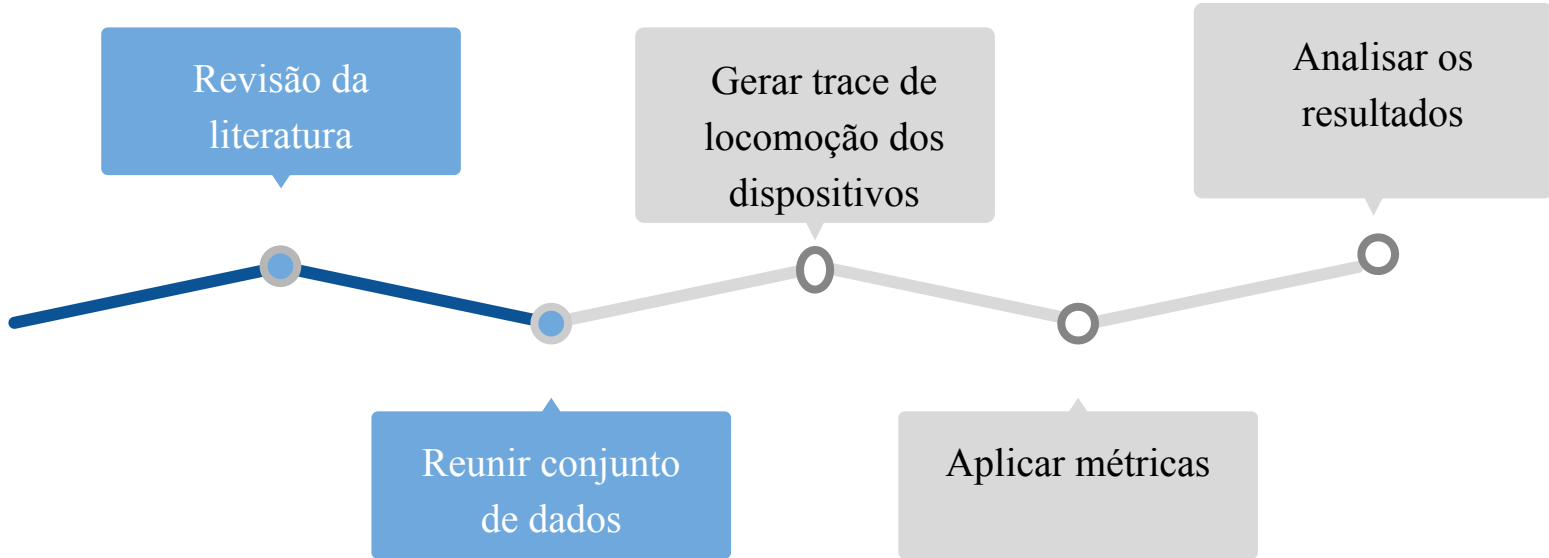
- **IoMT - *Internet of Mobile Things***
 - A mobilidade é fator presente e soluções para IoT devem estar cientes disso;

Objetivos

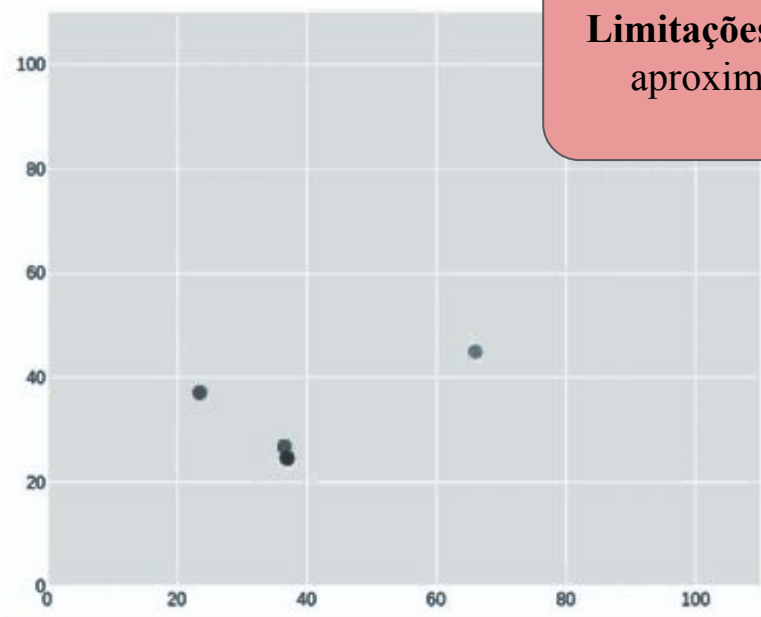


- Como estudar a mobilidade dos objetos inteligentes?
- Como medir as interações entre objetos?

Metodologia



Conjuntos de dados



Limitações: apenas se aproxima do real

Rastros de mobilidade sintético - Small World in Motion (SWIM):

- Pessoas vão para lugares perto da sua casa;
- Pessoas vão para lugares populares;

Conjuntos de dados

Tabela 1: Porcentagem de usuários p

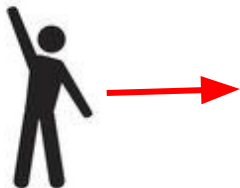
Dispositivo	População	
Smartphone	94	Móvel
PC/Laptop	69	Móvel
Tablet	37	Móvel
Smartwatch	13	Móvel
Smart wristband	10	Móvel
VR headset	4	Móvel
Smart TV	38	Estático
Games console	21	Estático
TV streaming device	14	Estático
Smart home product	11	Estático

Limitações: Usuários com múltiplos dispositivos

Pesquisa realizada pela Global Web Index em 2019, com mais de 688 mil usuários da Internet com idade entre 16 e 64 anos;

Pré processamento

- Registro de encontros entre dispositivos



Pessoa 1



Pessoa 2

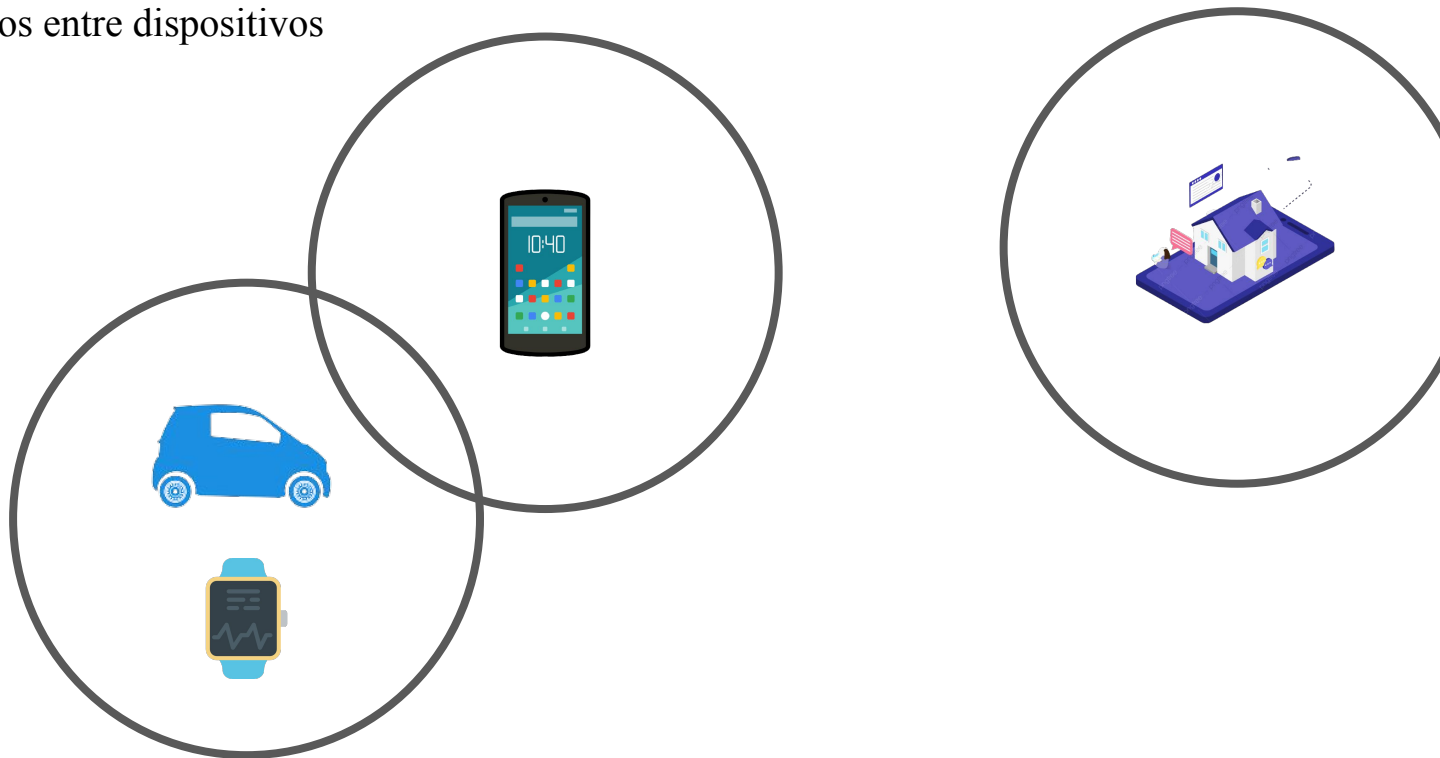
Pré processamento

- Registro de encontros entre dispositivos



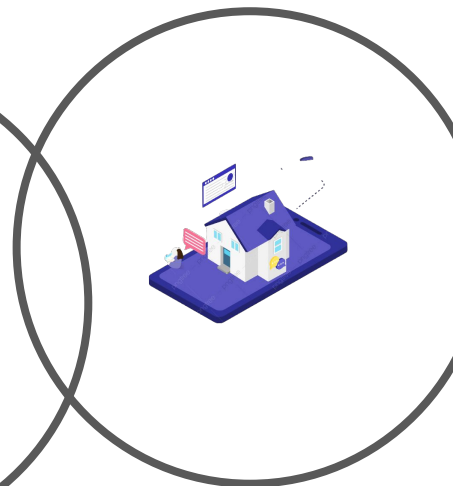
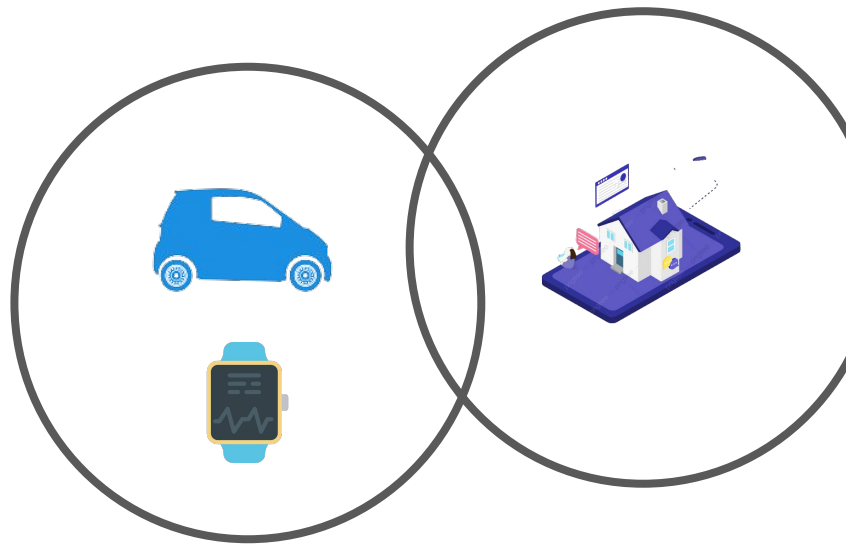
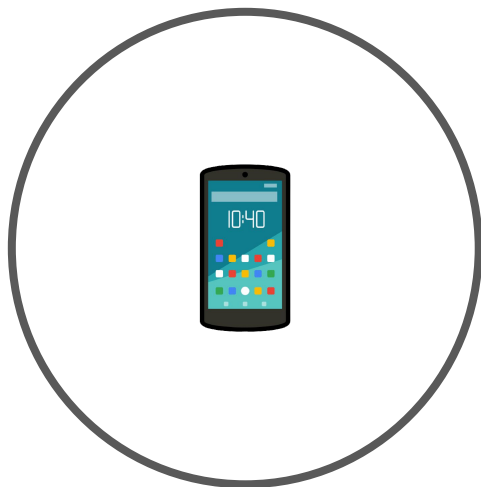
Pré processamento

- Registro de encontros entre dispositivos



Pré processamento

- Registro de encontros entre dispositivos



Pré processamento

Identificador dos dispositivos

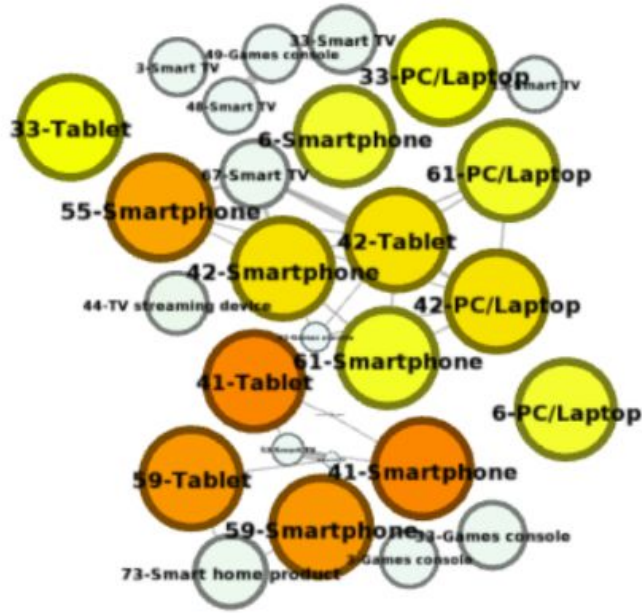
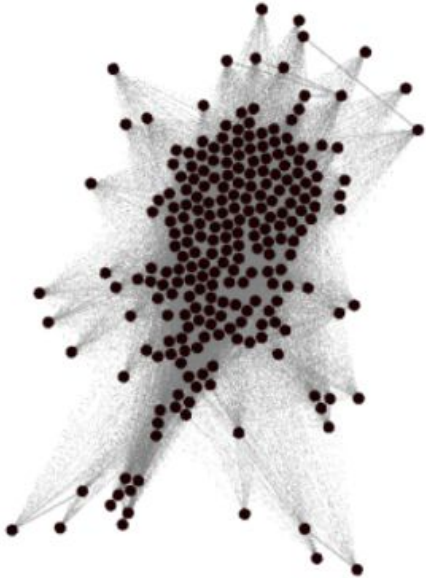
Duração total do encontro
(Fim - Início)

Tabela 2: Registro de encontros entre dispositivos

U	V	Início (s)	Fim (s)	Overlapped (s)
45-Tablet	54-Smartwatch	9715.0	9906.8	191.8
16-Smartphone	36-Smartphone	130731.2	131214.1	482.9
32-Smartphone	51-Tablet	206248.9	206804.1	555.2
75-Smartphone	9-PC/Laptop	60916.2	61763.0	846.8
59-TV StreamingDevice	226-Smartwristband	162218.6	162312.6	94.0

Tempo inicial e final do encontro

Pré processamento



- Grafo de encontros
 - Nós: Dispositivos;
 - Link: Copresentes;

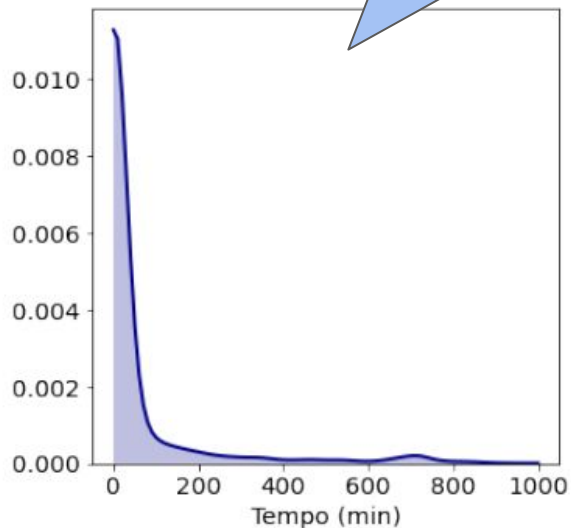
Resultados - Métricas sociais

Tabela 3: Valores das centralidades para cada grupo de dispositivos

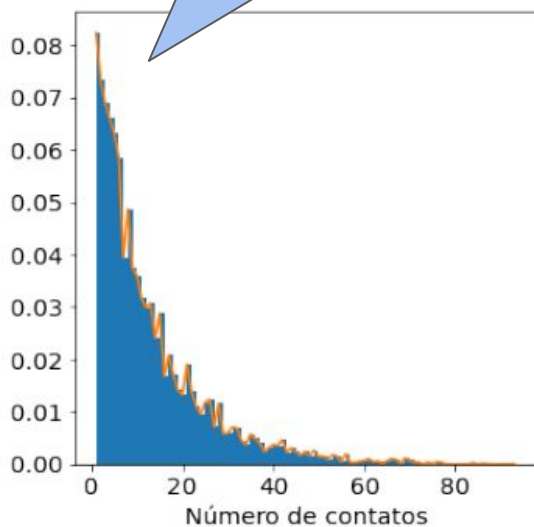
	Degree	Closeness	Betweenness	Eigenvector	Pagerank
Smartphone	66.04	66.56	0.08	5.07	0.34
PC/Laptop	48.56	48.95	0.05	3.73	0.25
Tablet	26.34	26.59	0.03	2.02	0.13
Smart TV	15.71	20.08	0.00	1.29	0.09
Smartwatch	9.17	9.23	0.01	0.70	0.05
Games console	9.07	10.81	0.00	0.75	0.05
Smart wristband	7.22	7.29	0.01	0.56	0.04
TV streaming device	5.24	6.86	0.00	0.43	0.03
Smart home product	3.99	5.41	0.00	0.33	0.02
VR headset/device	2.78	2.80	0.00	0.21	0.01

Resultados - Métricas sociais

Dispositivos fazem encontros de curta duração



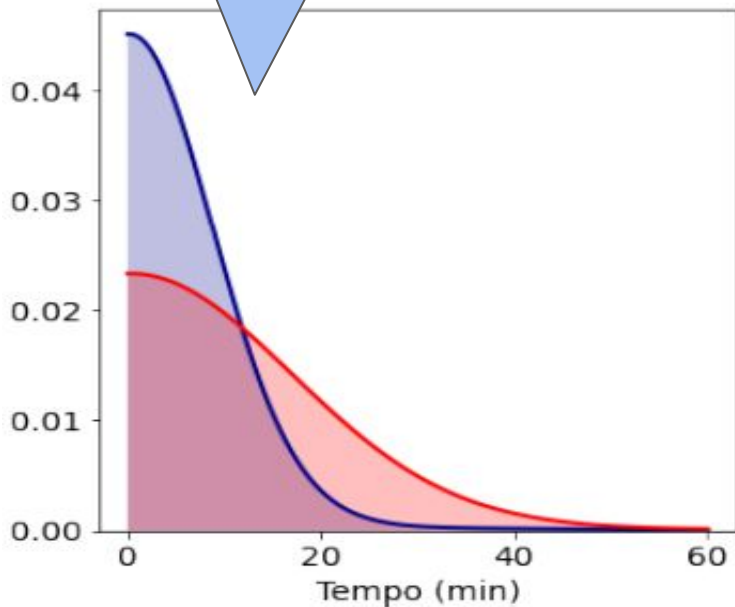
Dispositivos fazem poucos encontros



- Função densidade de probabilidade:
 - Power Law;
 - A maioria dos pares não possui relação social forte entre si;
 - Característica de uma rede social complexa

Resultados

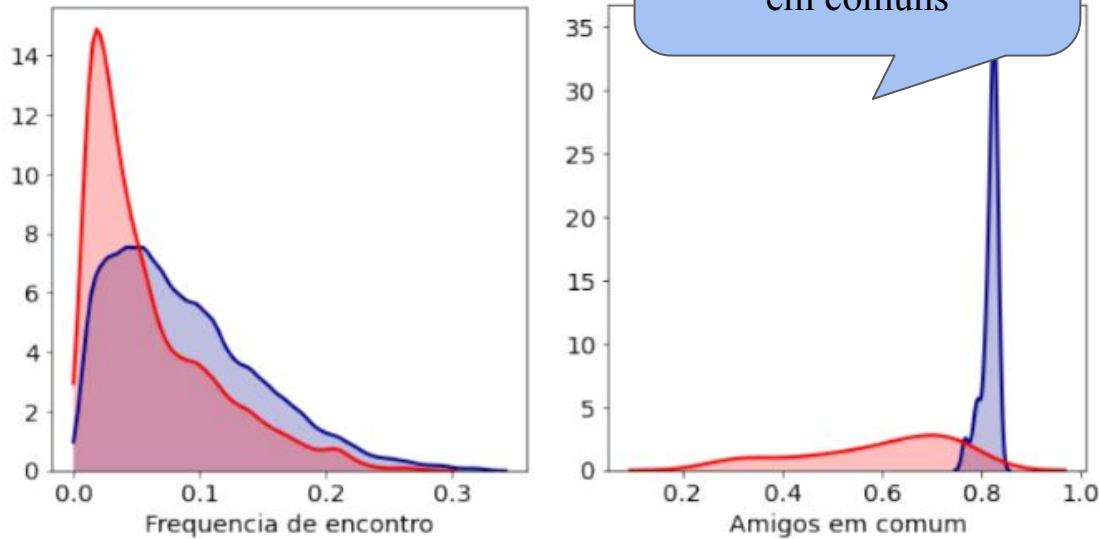
Objetos fixos fazem contatos mais duradouros



Objetos fixos (vermelho) e móveis (azul)

- Duração de contato (CODU):
 - Objetos fixos conseguem transmitir mais dados entre si e com seus donos

Resultados



Objetos fixos (vermelho) e móveis (azul)

- Regularidade de encontros (EDGE) e Sobreposição Topológica (TOPO):
 - Encontros frequentes são mais raros;
 - Dispositivos que se movem tem muitos contatos em comum;

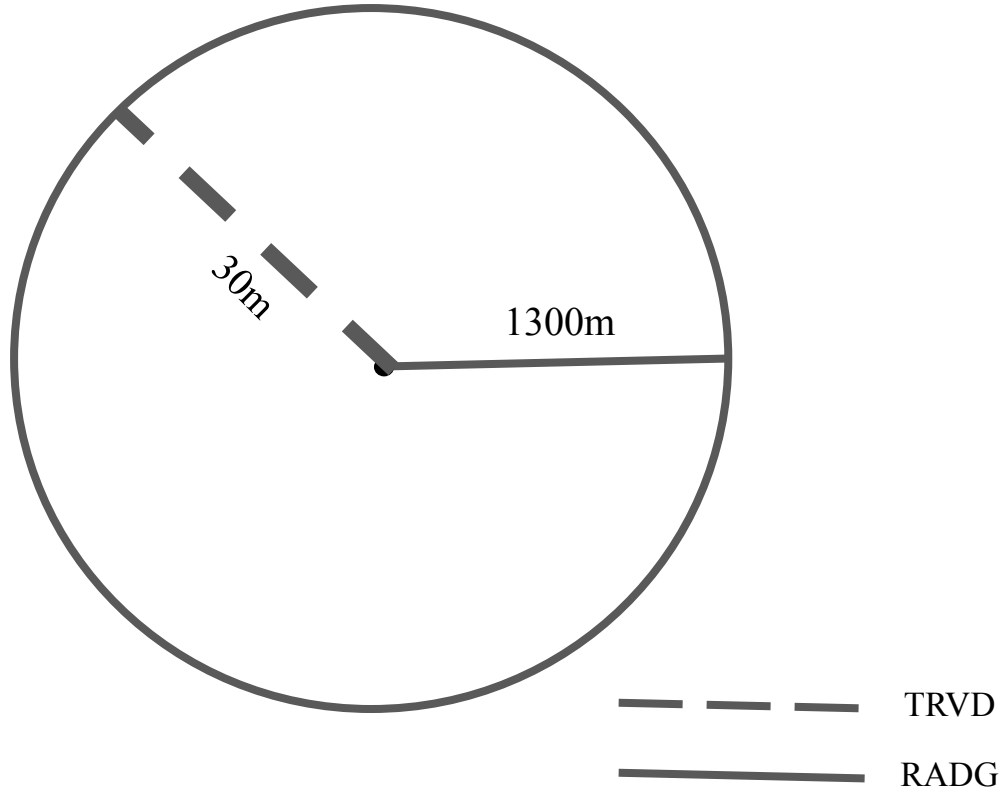
Resultados

Tabela 4: Soma do número de contatos por hora por tipo de objeto

DISPOSITIVO	INCO	MAXCON
Smartphone	12580.9	28248
Laptop	12867.4	20154
Tablet	12823.6	11719
Smartwatch	12324.1	3398
Smartband	12564.1	2928
SmartTV	15767.4	1609
Headset	11916.2	1321
Games Console	15082.8	1017
TV Streaming Device	15241.9	528
Smart Home Product	18266.7	440

- Tempo entre contatos (INCO)
 - Nós que se movem tendem a ficar menos tempo entre contatos;
- Nº máximo de contatos (MAXCON)
 - Dispositivos móveis possuem mais chances de se conectar;

Resultados



- Raio de giro (RADG) e Distância de viagem (TRVD)
 - Viagens pequenas são mais comuns;
 - Característica do modelo de mobilidade utilizado (SWIM),

Conclusões

1

Relevância dos objetos móveis:

- Número de conexões realizadas;
- Diversidade dos contatos;
- Capacidade de formar laços fortes dentro da comunidade.

2

Aplicar métricas pode auxiliar na construção de arquiteturas mais robustos

Desafios e Futuro

1

Avaliar os resultados das nossas análise com outros dados de mobilidade.

2

Propor novas métricas.

3

Estudar como as métricas podem ajudar a prever conexões.

Agradecimentos



**Universidade Federal
de Ouro Preto**

