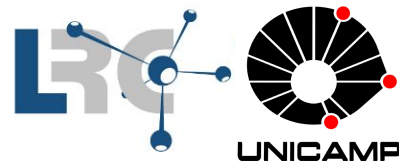


Alocação de RoadSide Units Ciente de Obstáculos e Diferentes Modelos de Propagação de Sinal

Candidato: Matheus Ferraroni Sanches

Orientador: Prof. Dr. Leandro Villas

27/04/2020

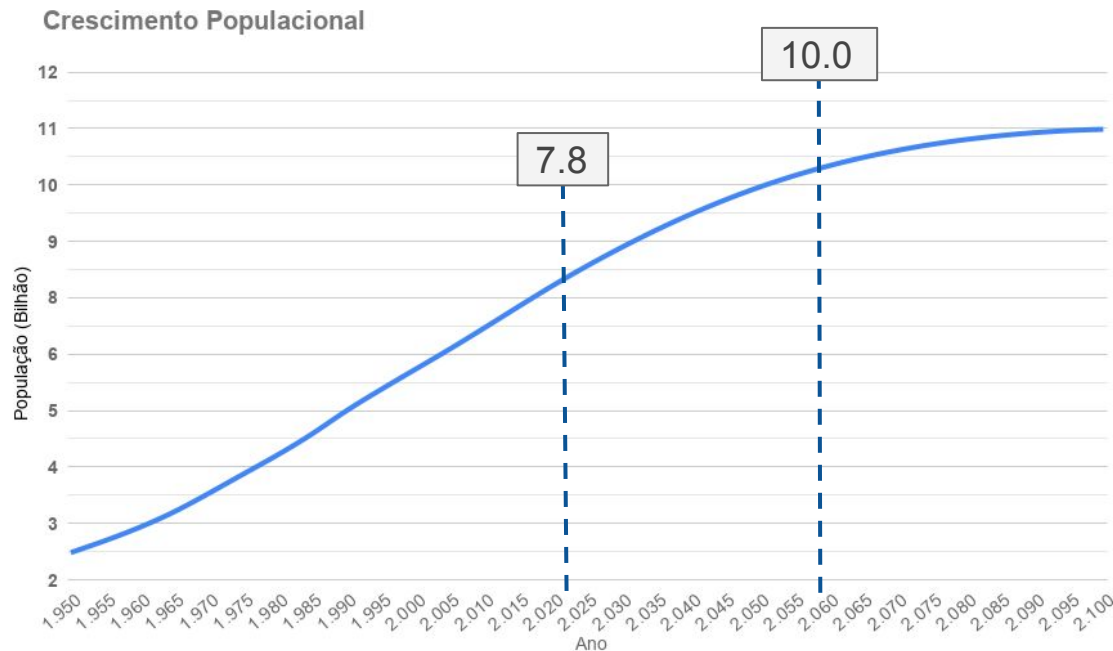


Agenda

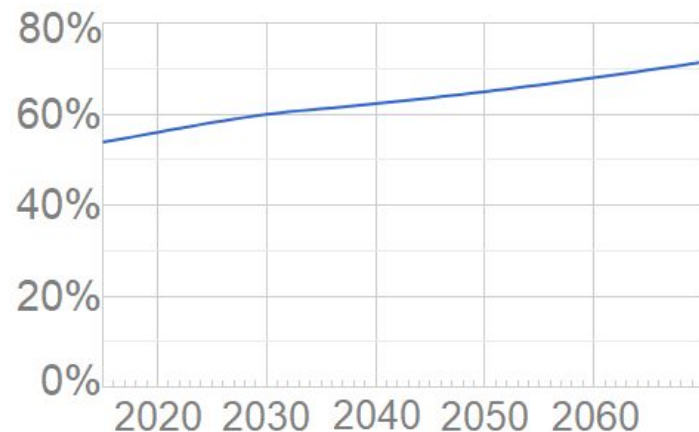
1. Introdução
2. Fundamentação Teórica
3. Trabalhos Relacionados
4. Otimizando Alocação de Infraestrutura com Algoritmo Genético
5. RP-Sim: Radio Propagation Simulator
6. Otimização de RSU com Diferentes Modelos de Propagação de Sinal
7. Considerações Finais e Trabalhos Futuros

Introdução

Introdução

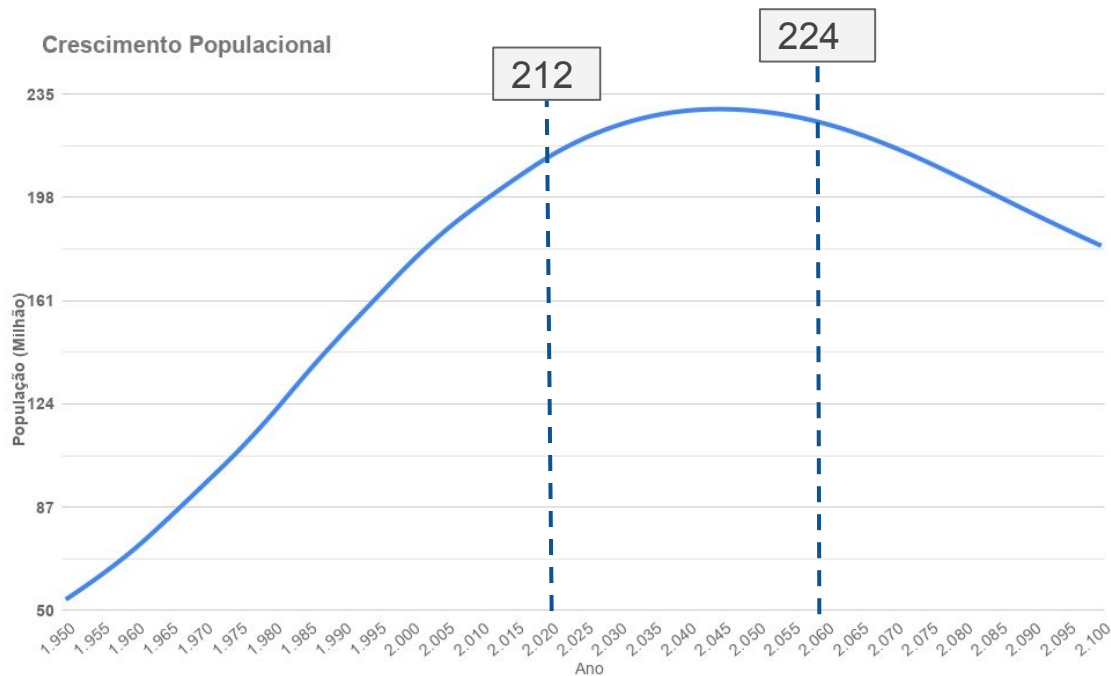


Fonte: <https://population.un.org/wpp/>

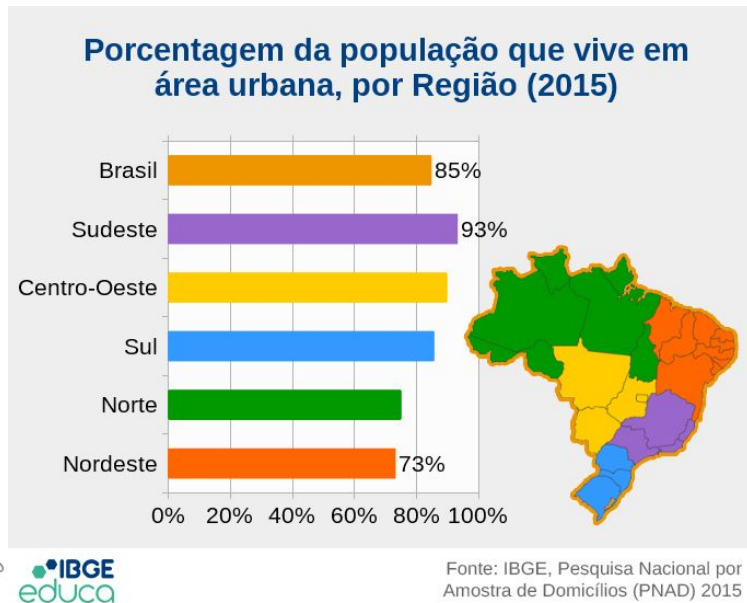


Ano
Porcentagem de População Urbana
Fonte: Frederick S. Pardee Center for International
Futures

Introdução

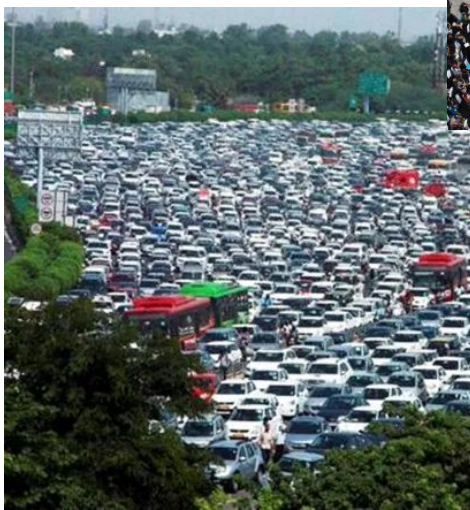


Fonte: <https://population.un.org/wpp/>

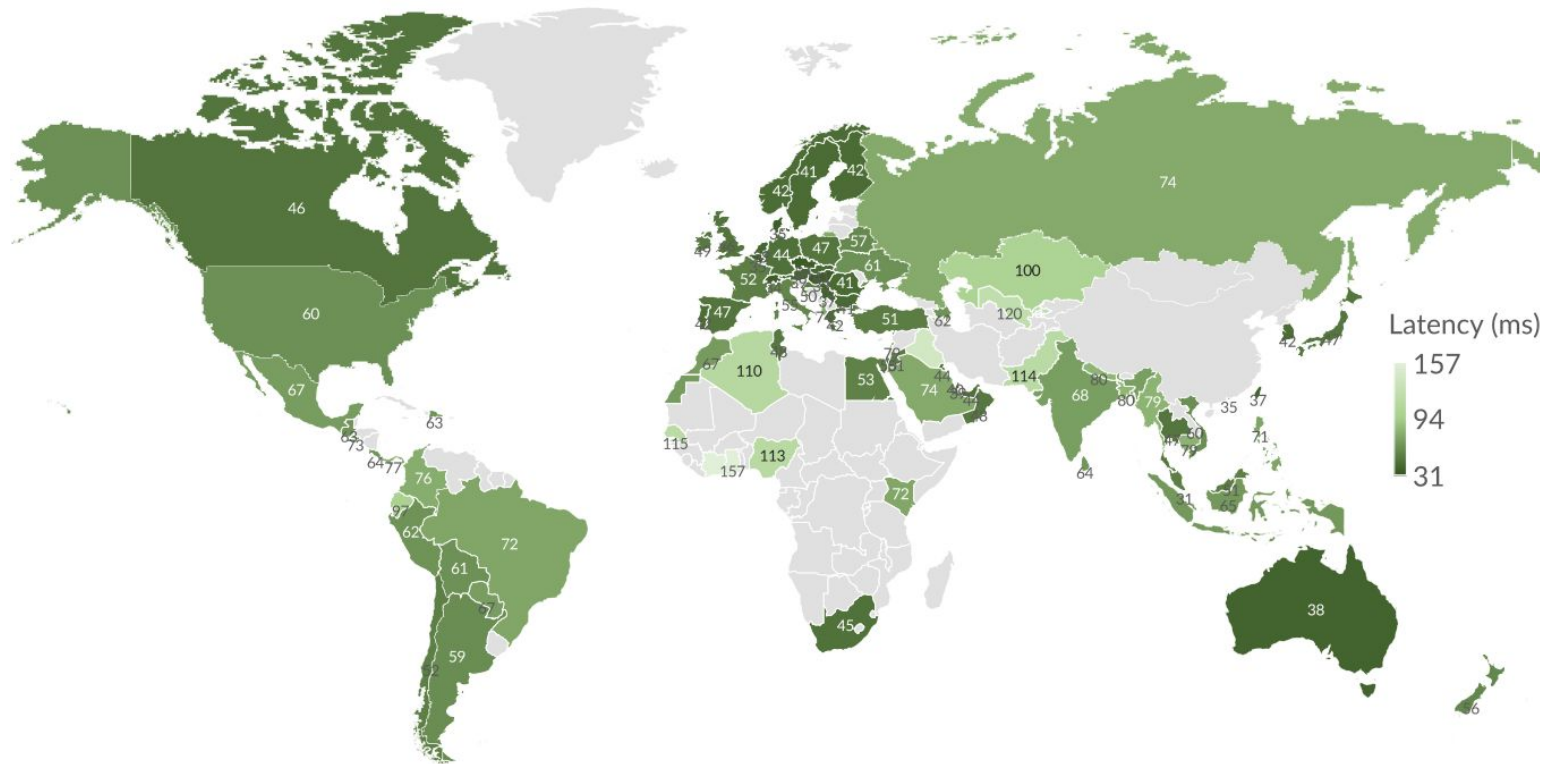


Introdução

- Problemas em grandes centros
 - População
 - Aplicações
 - Infraestrutura
- Aplicações e serviços
 - Requisitos
 - Cobertura
 - Atraso
 - Segurança
 - Confiabilidade



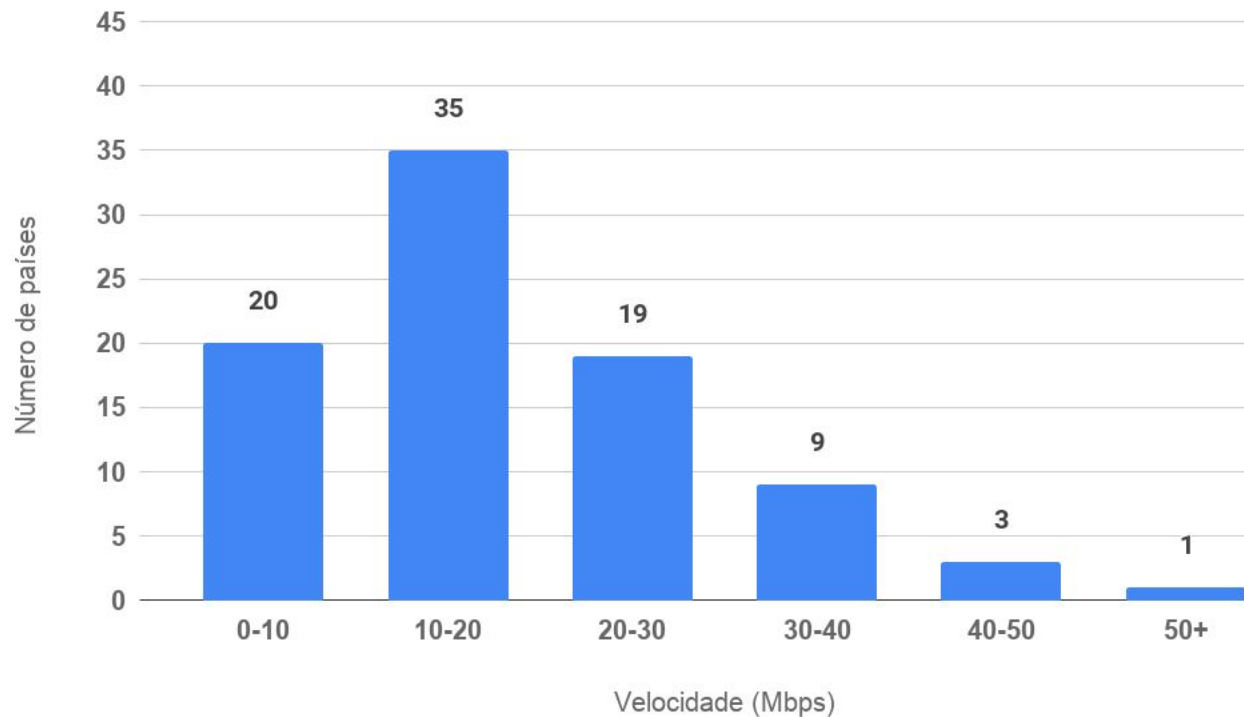
Introdução



Fonte: The state of mobile network experience 2019 - Opensignal

Introdução

Países e velocidade de conexão



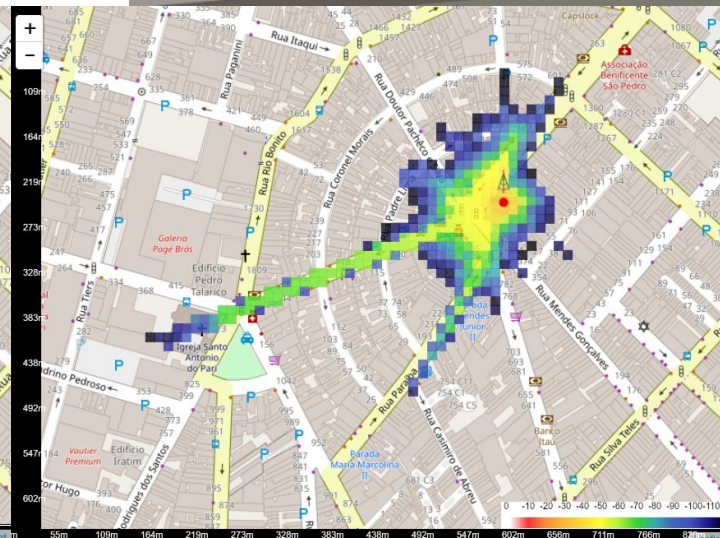
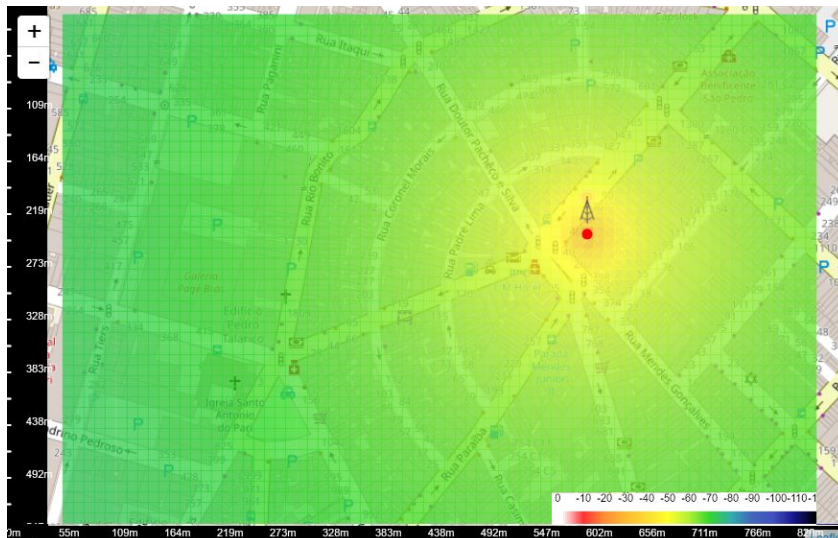
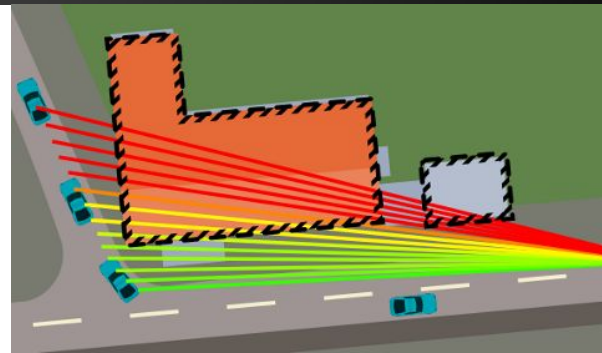
Fonte: The state of mobile network experience 2019 - Opensignal

Introdução

- Como alcançar os requisitos necessários em redes veiculares?
 - Infraestrutura - RSUs
- Alocação de infraestrutura
 - Posicionamento
 - Áreas de cobertura
 - Propagação do sinal

Introdução

- Propagação do sinal
 - Modelos de propagação
 - Obstáculos urbanos



Introdução

- Motivação
 - Aumento de dispositivos, uso e requisitos
 - Alcançar requisitos de serviços e aplicações
 - Infraestrutura para cobertura
- Objetivo
 - Definir locais viáveis de alocação de Roadside Units (RSU)
 - Determinar área de comunicação
 - Desenvolver ferramenta para calcular a área de comunicação
 - Alocar RSUs

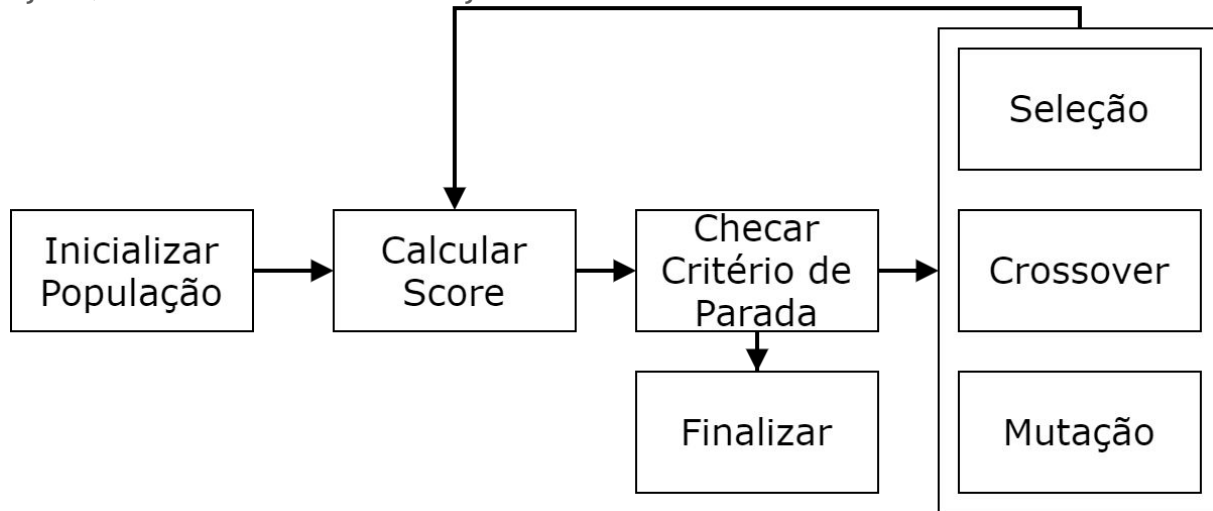
Fundamentação Teórica

Fundamentação Teórica - Otimização Combinatória

- Especialização da otimização matemática
- Conjunto de soluções finitos, mas grande demais
 - (2^N) com $N = 100$ existem $1.2 \cdot 10^{30}$ possibilidades (1200000000000000000000000000000)
- Objetivo é encontrar uma solução
 - Maximizando ou minimizando custo
- Abordagens heurísticas
 - Algoritmo Genético

Fundamentação Teórica - Otimização Combinatória

- Algoritmo Genético
 - Bio inspirados
 - Evolucionários
 - Seleção, *crossover* e mutação



Fundamentação Teórica - Redes Veiculares

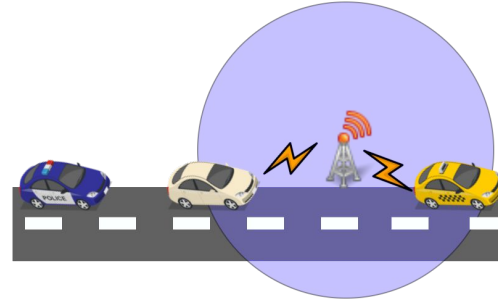
- Dedicated Short Range Communications – DSRC
- Protocolo base para a camada física e MAC
- Padrão IEEE 802.11p
 - Frequência de 5.9 GHz
 - Separação dos canais
 - Controle, segurança e serviço
- Permite a comunicação entre os veículos sem qualquer sobrecarga adicional

RSU x OBU

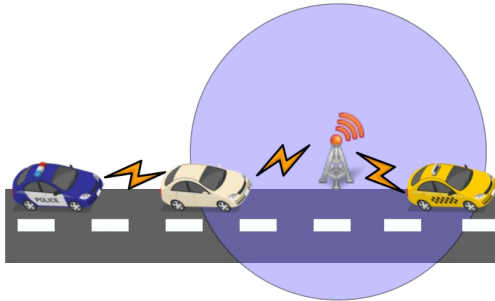
Fundamentação Teórica - Redes Veiculares



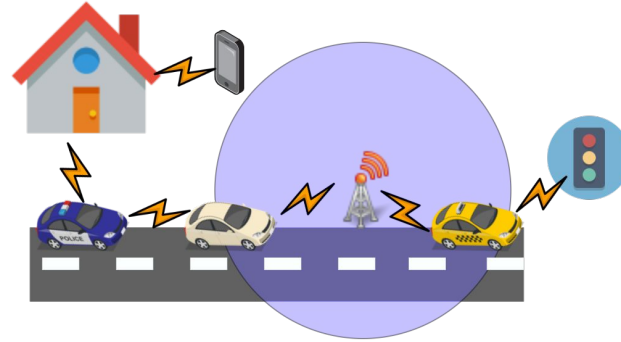
A



B



C



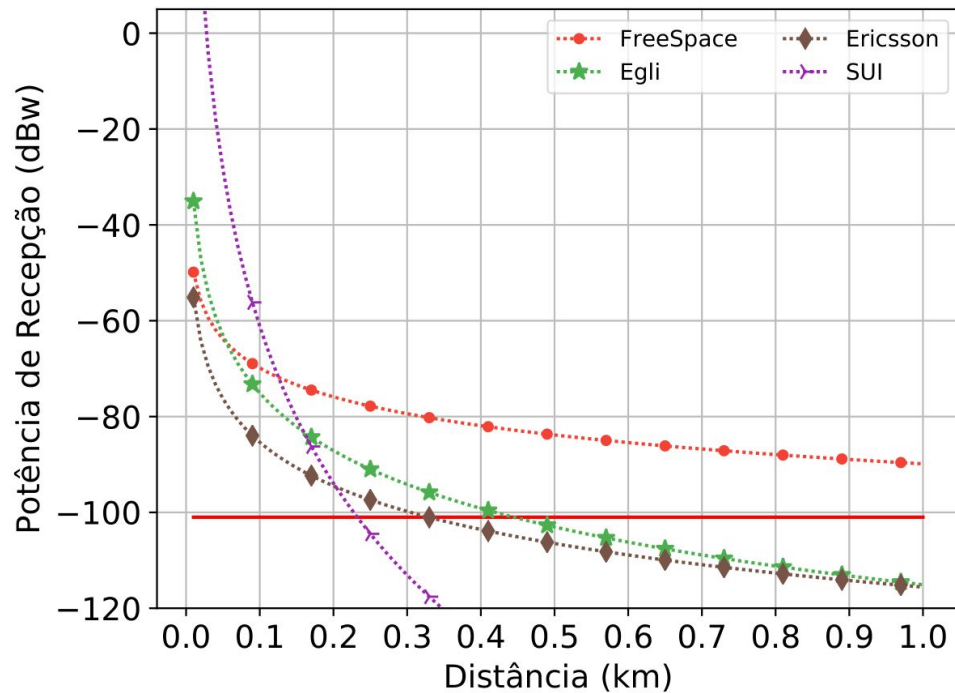
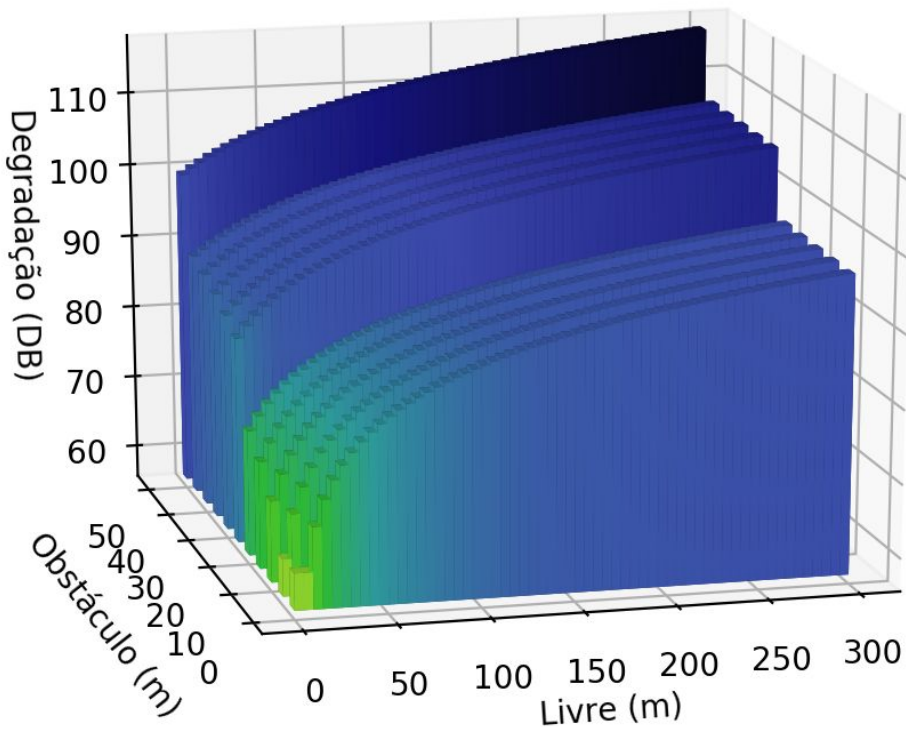
D

Fundamentação Teórica - Propagação de Sinal sem Fio

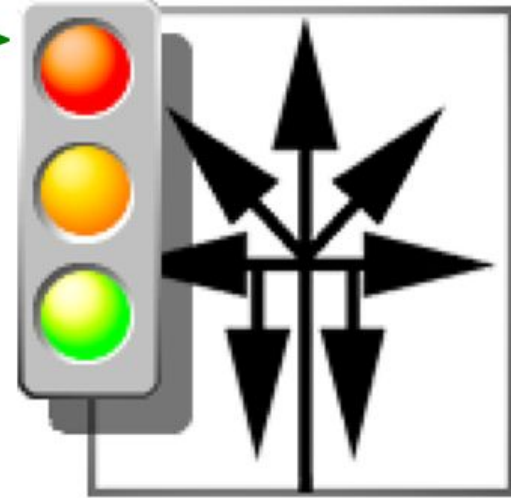
- Diferentes fatores podem influenciar
- Diferentes modelos foram desenvolvidos
 - Ideais teóricos
 - Modelos ultra precisos
 - Reflexão
 - Modelos estocásticos
- Impacto causado por obstáculos

Fundamentação Teórica - Propagação de Sinal sem Fio

FreeSpace e Obstáculo



Fundamentação Teórica - Ferramentas Utilizadas



Radio Propagation
Simulator



Trabalhos Relacionados

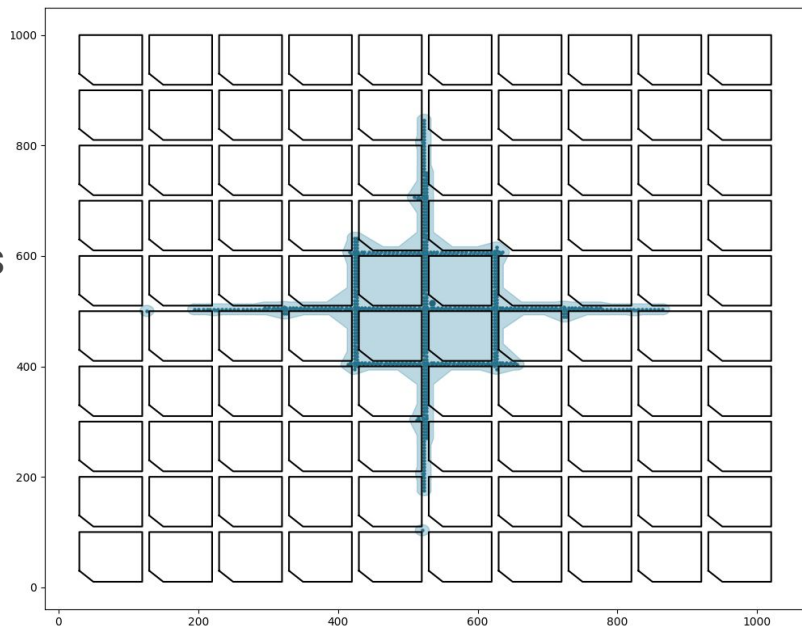
Trabalhos Relacionados

	Mapeamento de cobertura	Obstáculos considerados	Modelos de Propagação	Cobertura não binária	Cobertura global
Sommer, 2011 [1]	Não	Sim	Não	X	X
Cavalcante, 2012 [2]	Não	Não	Não	Não	Sim
Barrachina, 2013 [3]	Não	Não	Não	Não	Não
Xue, 2016 [4]	Não	Não	Não	Não	Não
Moura, 2018 [5]	Não	Não	Não	Não	Sim
Cao, 2018 [6]	Não	Não	Não	Não	Sim
Guerna, 2018 [7]	Não	Não	Não	Não	Sim
Chaabene, 2020 [8]	Não	Não	Não	Não	Não
Solução Proposta	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Otimizando Alocação de Infraestrutura com Algoritmo Genético

Otimizando Alocação de Infraestrutura com Algoritmo Genético

- Proposta
 - ORC (Optimizing RSU Coverage)
 - Mapeamento da cobertura das RSUs
 - Algoritmo Genético para alocação
- Validação
 - Sistema de re-roteamento inteligente

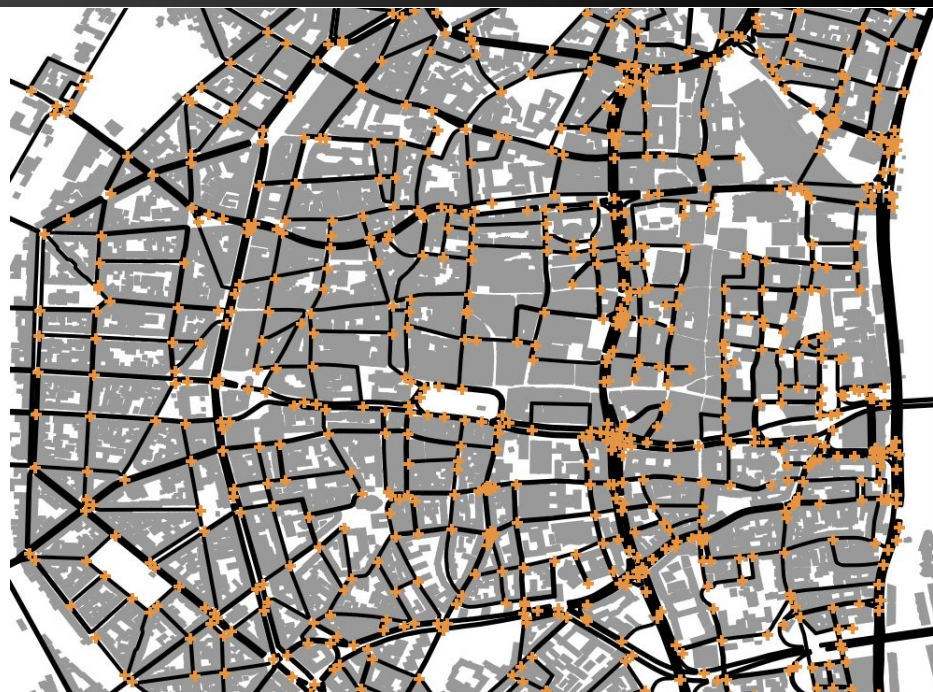


Otimizando Alocação de Infraestrutura com Algoritmo Genético



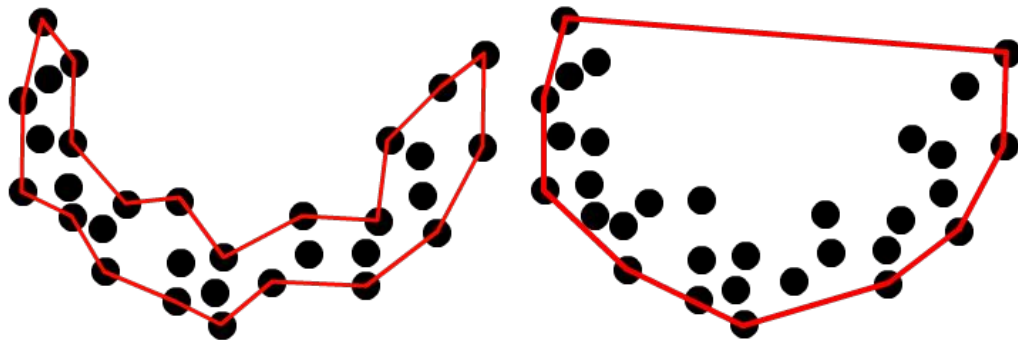
Otimizando Alocação de Infraestrutura com Algoritmo Genético

Parâmetros	Valores
Área de simulação	4.6 km ²
Cenário	TAPASCologne
Eventos Discretos	OMNeT++ 5.3
Simulador VANET	Veins 4.7.1
Simulador de mobilidade	SUMO 0.32.0
Torres de transmissões	0.98 mW
Sensibilidade de recepção	-110.0 db



Otimizando Alocação de Infraestrutura com Algoritmo Genético

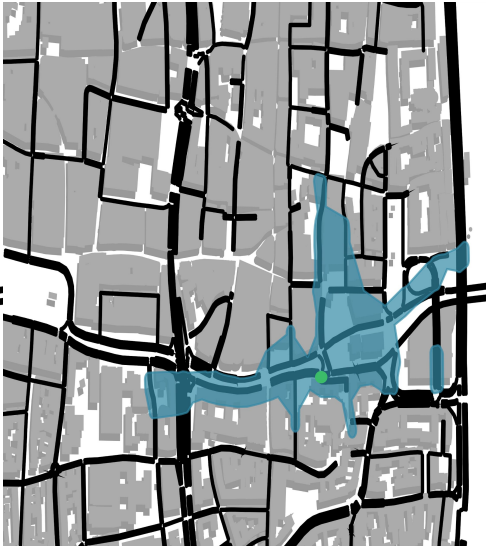
- Mapeamento da área de cobertura
 - Simular pelo menos um veículo por rua
 - Transmitindo a 10 Hz
 - RSUs recebem a mensagem e armazenam a posição do veículo
 - Definição da área
 - Locais com RSSI menor que -94 são descartados
 - Algoritmo *Concave Hull* transforma o conjunto de pontos em polígonos
 - Buffer de 10 metros



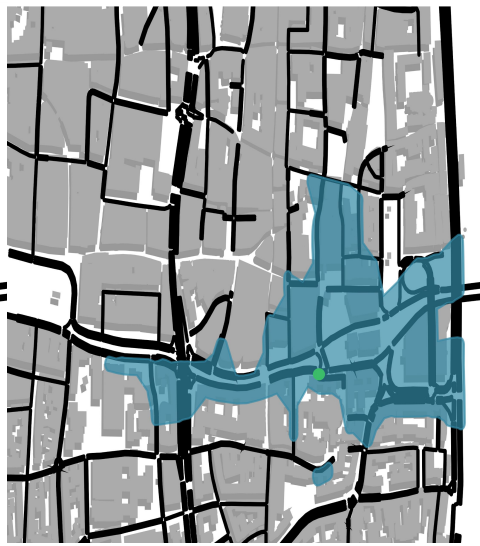
Otimizando Alocação de Infraestrutura com Algoritmo Genético



RSSI -10



RSSI -45



RSSI -90



RSSI -110

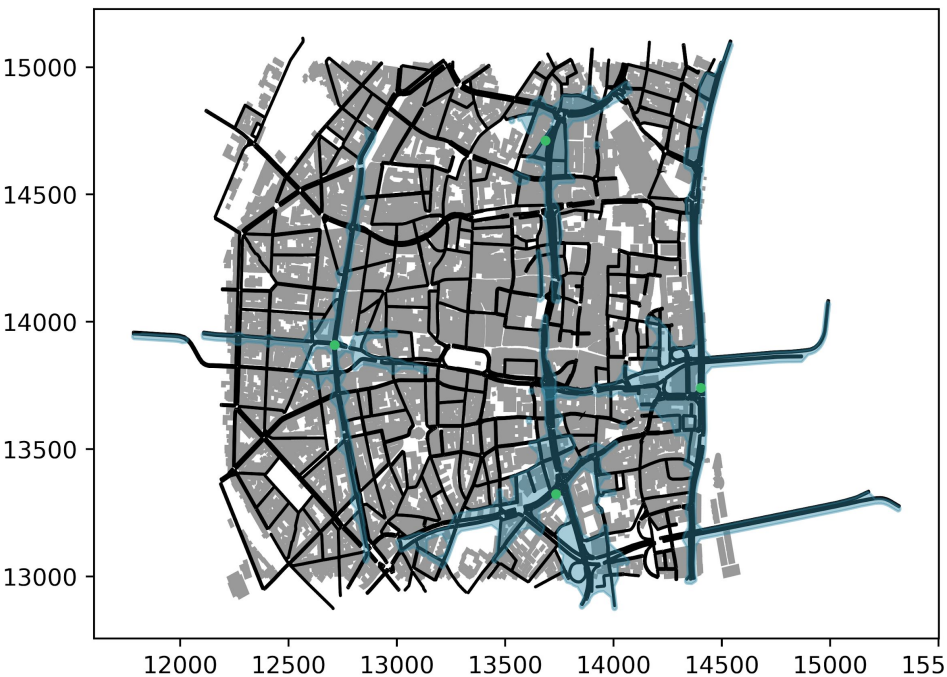
Otimizando Alocação de Infraestrutura com Algoritmo Genético

- Algoritmo Genético utilizado para realizar alocação das RSUs

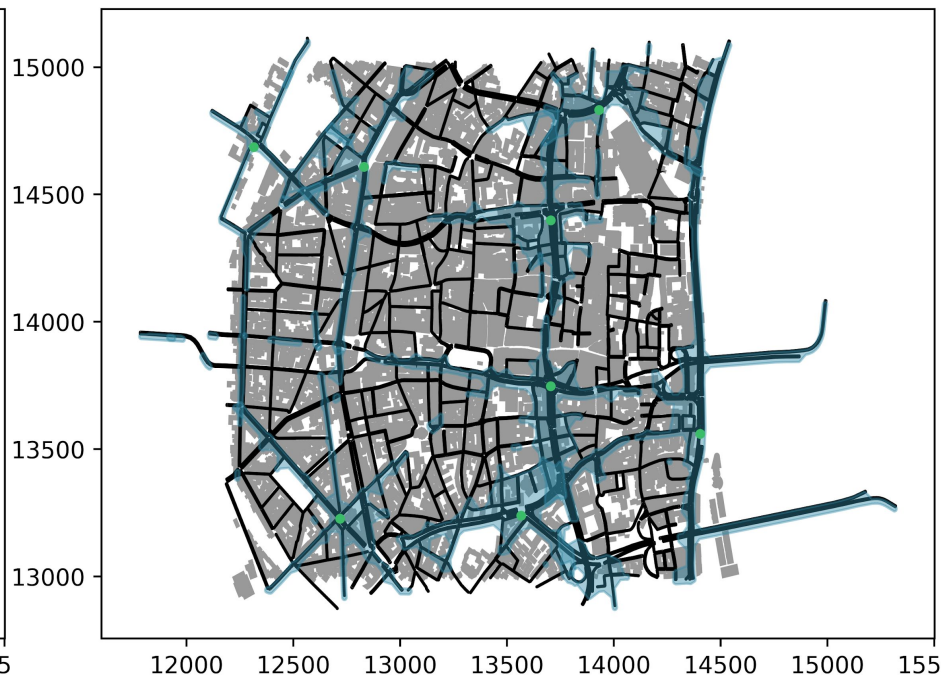
Parâmetros	Valor
Seleção	Baseada em rank
Genoma	Float
População	200
Mutação	Novos elementos
Critério de parada	300 gerações

Parâmetros	Valor
# RSU selecionadas	1,2,4,6,8,10,12,14,16,18,20
# Melhor elemento	10%
# Elementos aleatórios	20%
# Elementos Herdados	70%
Chance de herança	80%/20%

Otimizando Alocação de Infraestrutura com Algoritmo Genético



4 RSUs



8 RSUs

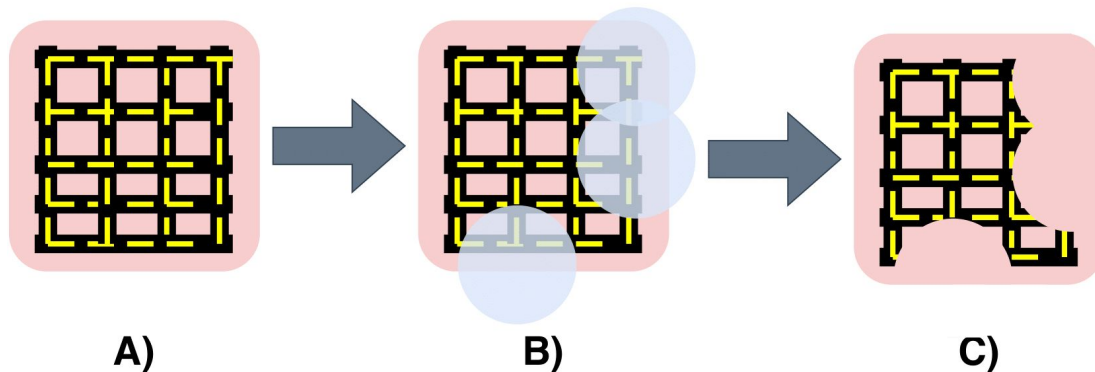
Otimizando Alocação de Infraestrutura com Algoritmo Genético

- *Score*
 - Subtração de polígonos

$$final = inicial - \sum_{i=1}^n RSUarea_i * s$$

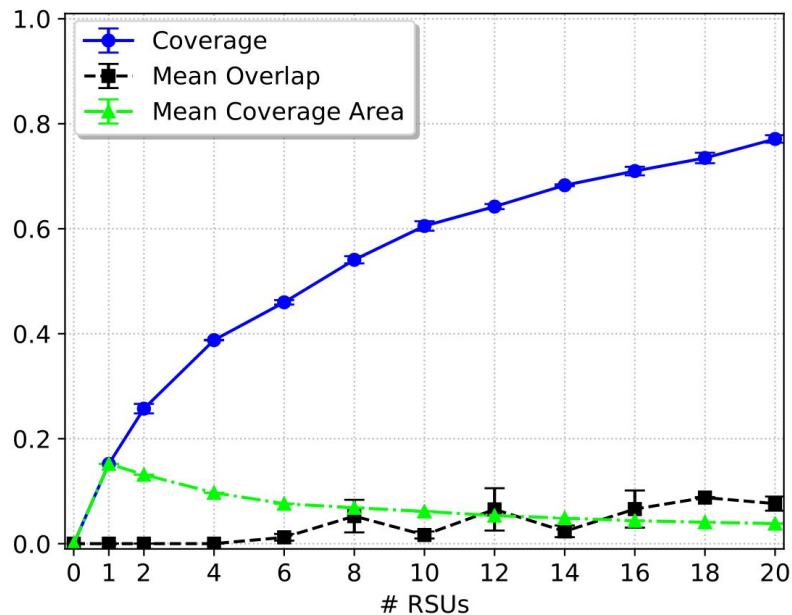
$$s = \begin{cases} 1, & \text{se posição pertence a } k \\ 0, & \text{se posição não pertence a } k \end{cases}$$

$$coberto = final / inicial$$



Otimizando Alocação de Infraestrutura com Algoritmo Genético

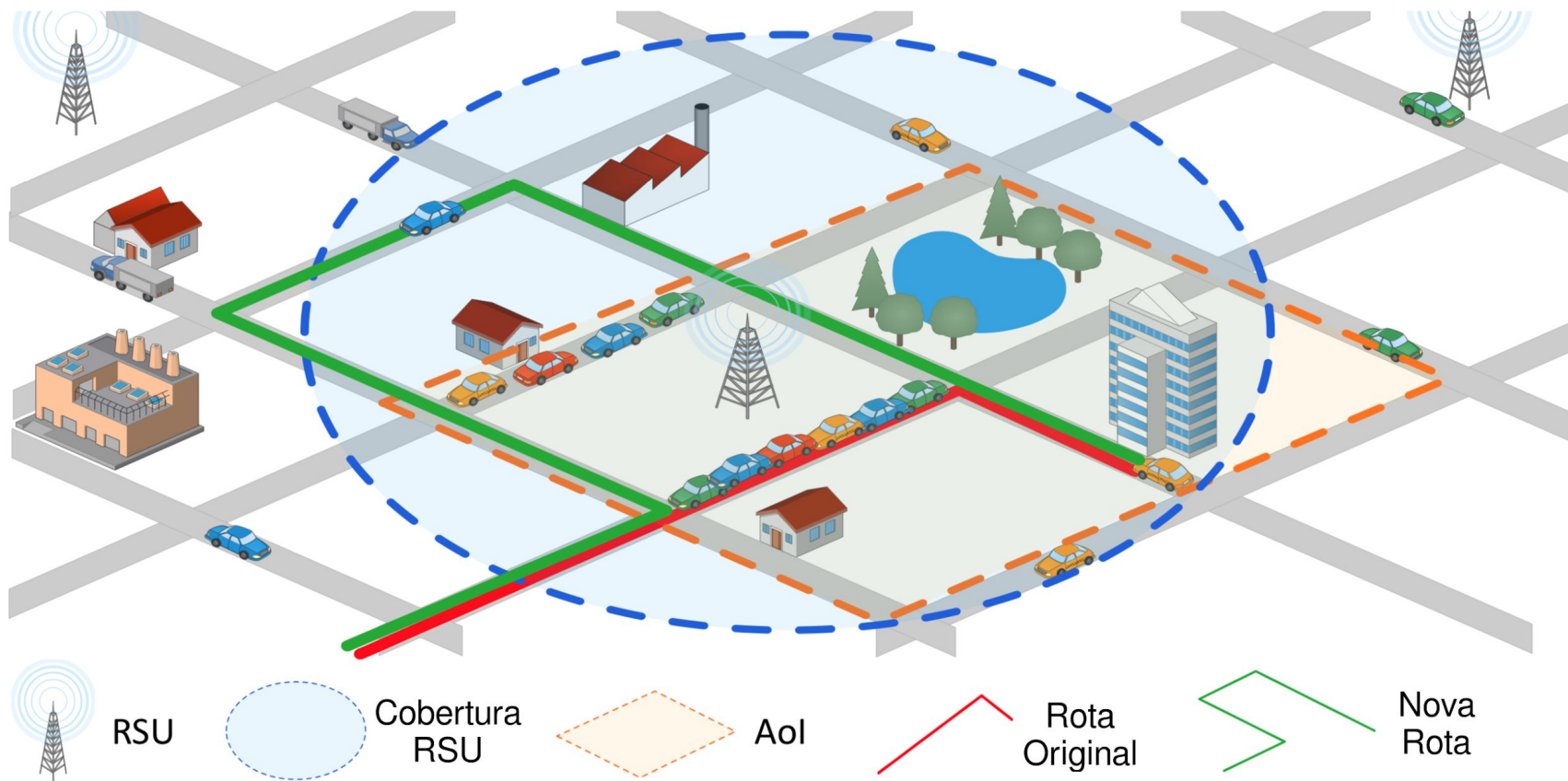
- Diferentes quantidades de RSUs
- Intervalo de confiança de 95%, 33 execuções
- Cobertura
 - Aumenta rapidamente com menos RSUs
 - Overlap médio estável
- Mais que 20?
 - Aumento no overlap
 - Redução na cobertura média
 - Cobertura total se aproxima de 1.0



Otimizando Alocação de Infraestrutura com Algoritmo Genético

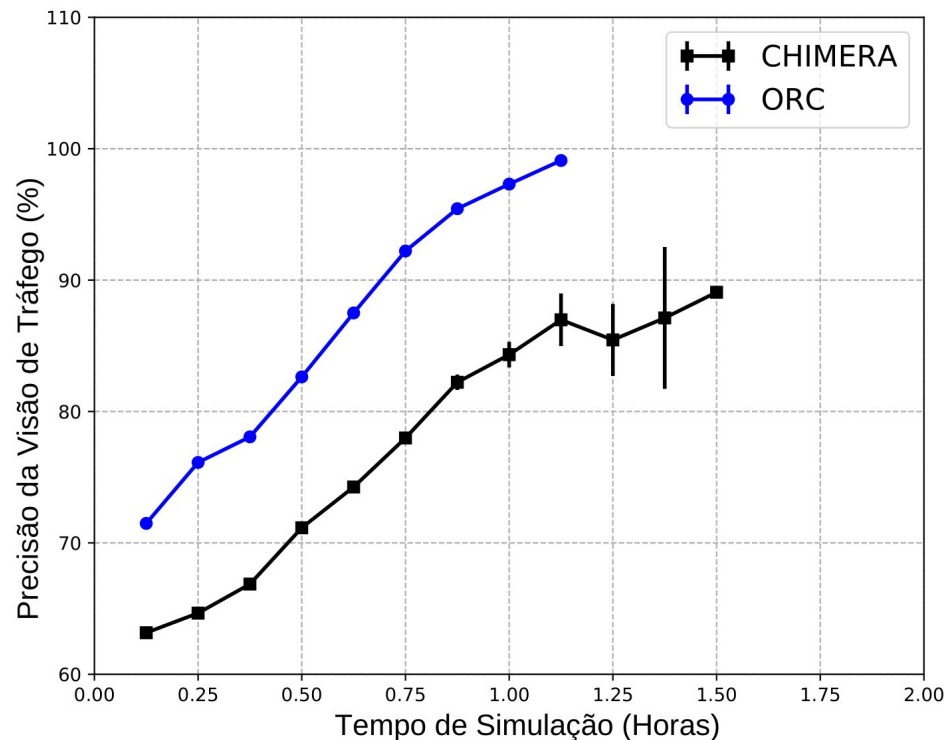
- Serviço de re-roteamento inteligente - CHIMERA
 - Baseado na visão do tráfego
 - Descreve a situação atual das vias
 - Requerimentos
 - Confiança, precisão e atraso
 - Baseado em infraestrutura
 - Versão original não considera impacto de obstáculos

Otimizando Alocação de Infraestrutura com Algoritmo Genético



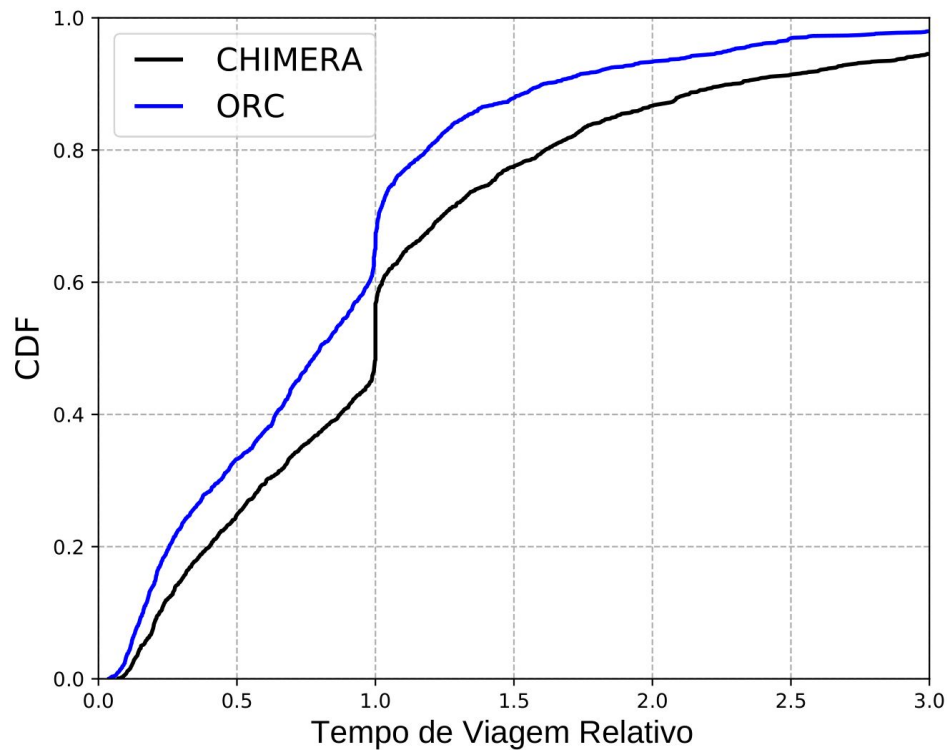
Otimizando Alocação de Infraestrutura com Algoritmo Genético

Baixa precisão significa que o servidor central não está recebendo informações para representar as condições do tráfego de maneira correta.



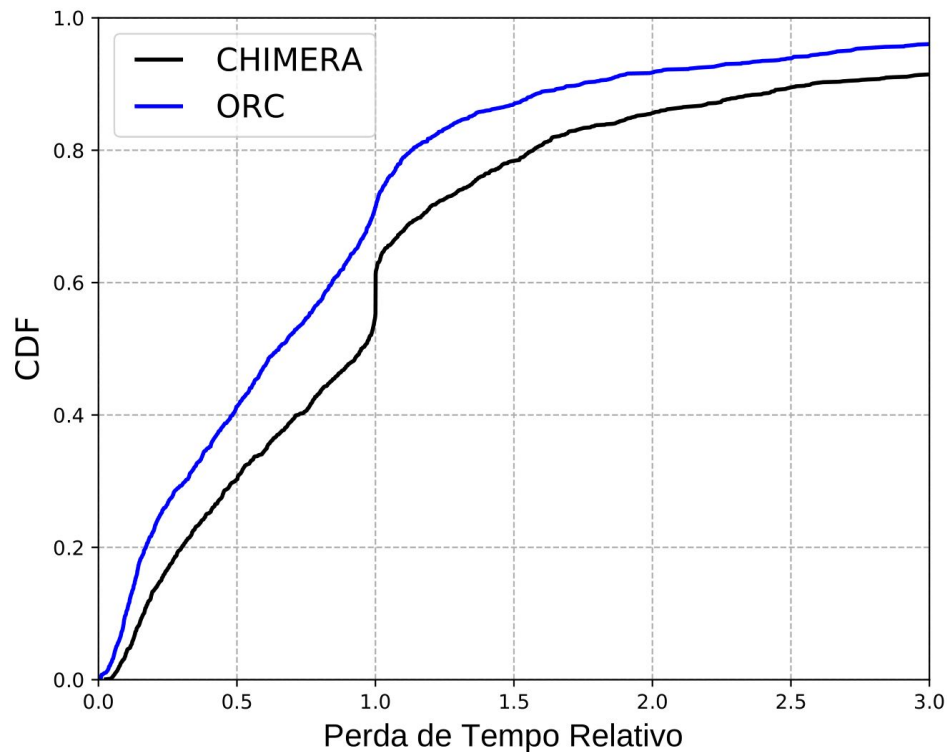
Otimizando Alocação de Infraestrutura com Algoritmo Genético

Redução do tempo de viagem para cada veículo



Otimizando Alocação de Infraestrutura com Algoritmo Genético

Proporção entre perda de tempo para os veículos usando o sistema de re-roteamento e a perda sem nenhum sistema extra.



Otimizando Alocação de Infraestrutura com Algoritmo Genético

- Proposto ORC
 - Alocação de RSUs considerando obstáculos urbanos
 - Soluções viáveis foram encontradas
 - Aumenta a cobertura de cada RSU em pelo menos 15%
 - Melhora em 20% a mobilidade urbana

RP-Sim: Radio Propagation Simulator

RP-Sim: Radio Propagation Simulator

- Calcular a propagação do sinal
 - RSSI e BER
 - Múltiplos modelos de propagação
 - Considera obstáculos
 - Diversas configurações
- Código aberto
- Acesso simplificado: navegador e internet

RP-Sim: Radio Propagation Simulator

Configurações disponíveis	
Tipo	Configuração
Ambiente	Temperatura Figura de ruído
Comunicação	Frequência Largura de banda Modulação
Transmissor	Potência de transmissão Ganho Altura
Receptor	Ganho Altura
Geral	Posição Antenas Coordenadas Construções

Modulações disponíveis	
Tipo	BSPK, QPSK 8PSK 16PSK 4QAM 16QAM 64QAM

RP-Sim: Radio Propagation Simulator

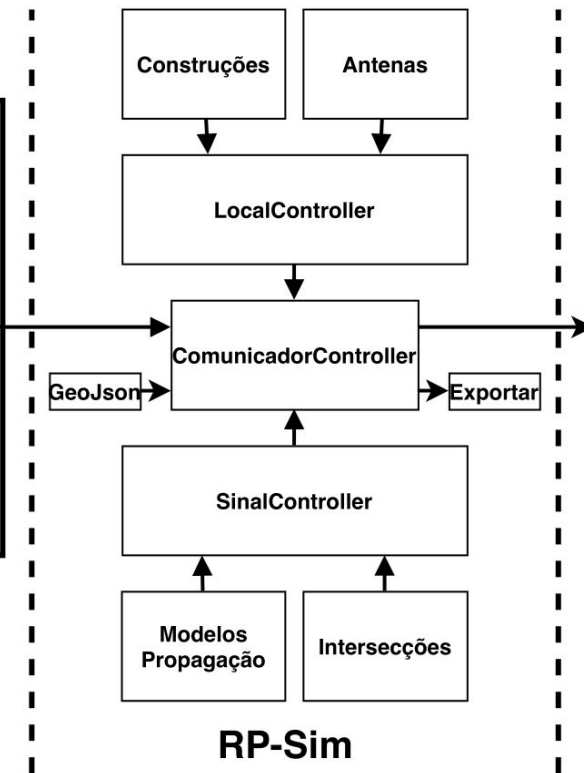
Modelos de propagação disponíveis	
Tipo	Modelos
Sem obstáculo	SUI Egli Ericsson Nakagami-m Free Space Okomura Hata Two Ray Ground Fixed Distance
Com Obstáculos	Por metro em obstáculos
Por corte no sinal	Por corte causado por obstáculos

RP-Sim: Radio Propagation Simulator

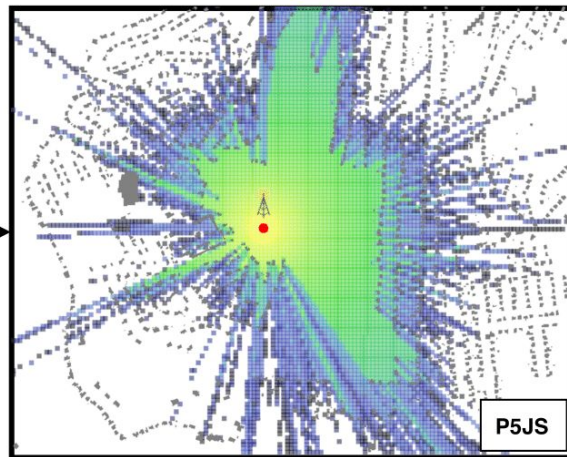
- Arquitetura



Mapa e Interação



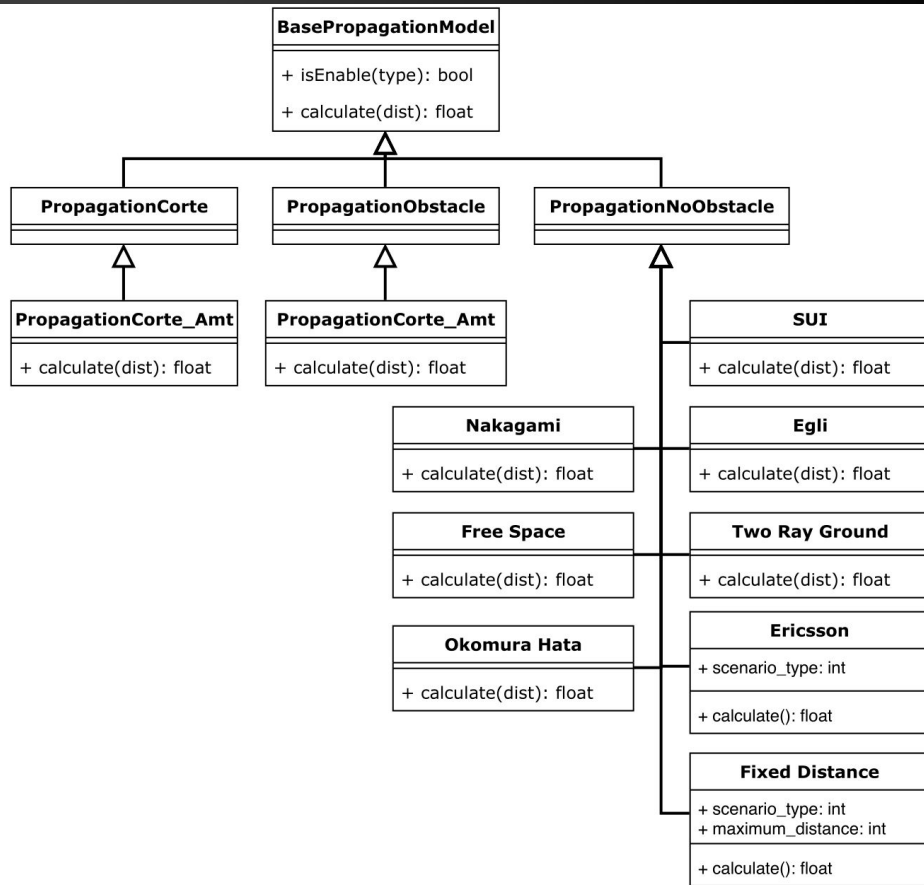
RP-Sim



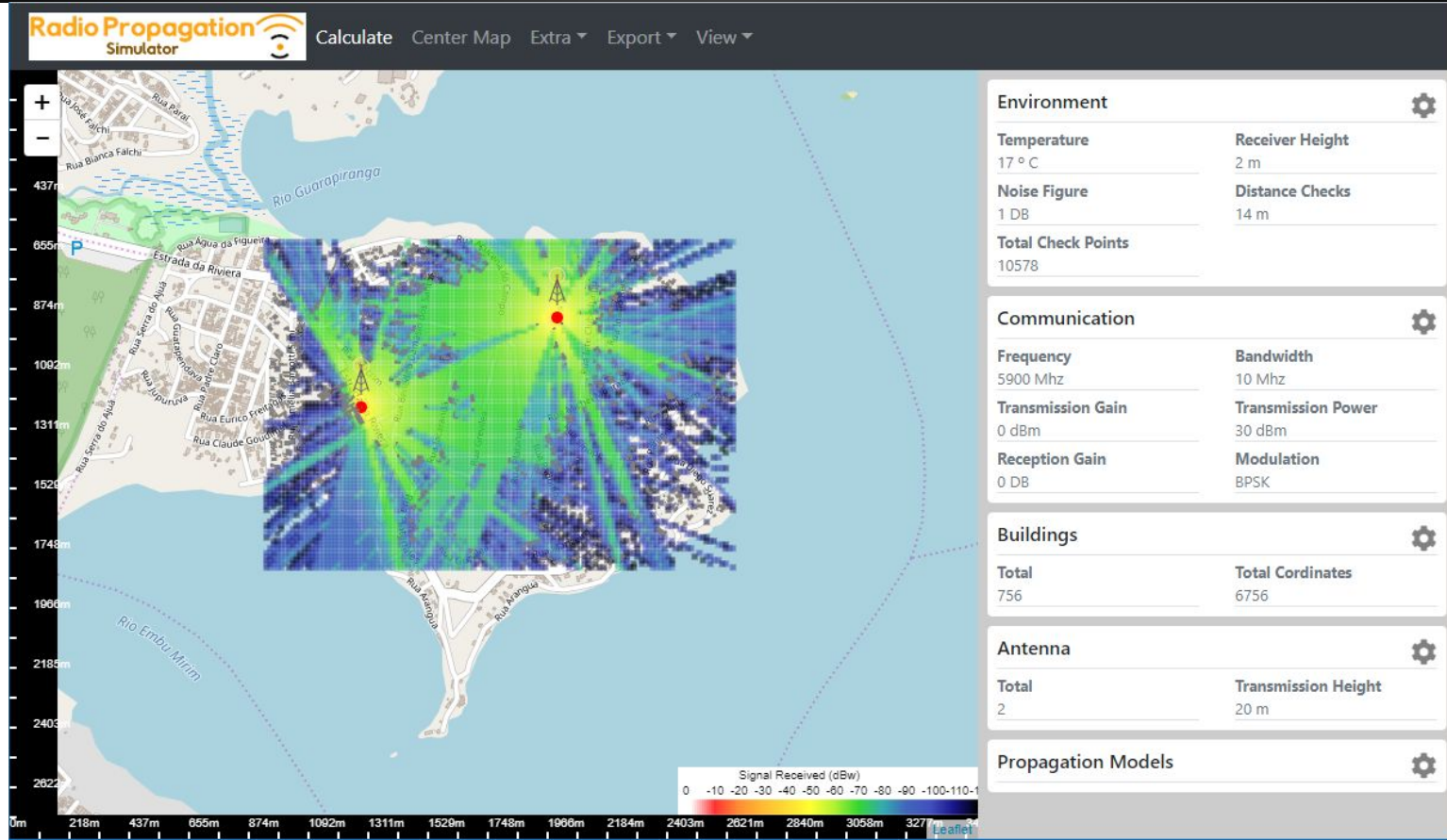
Visualização

RP-Sim: Radio Propagation Simulator

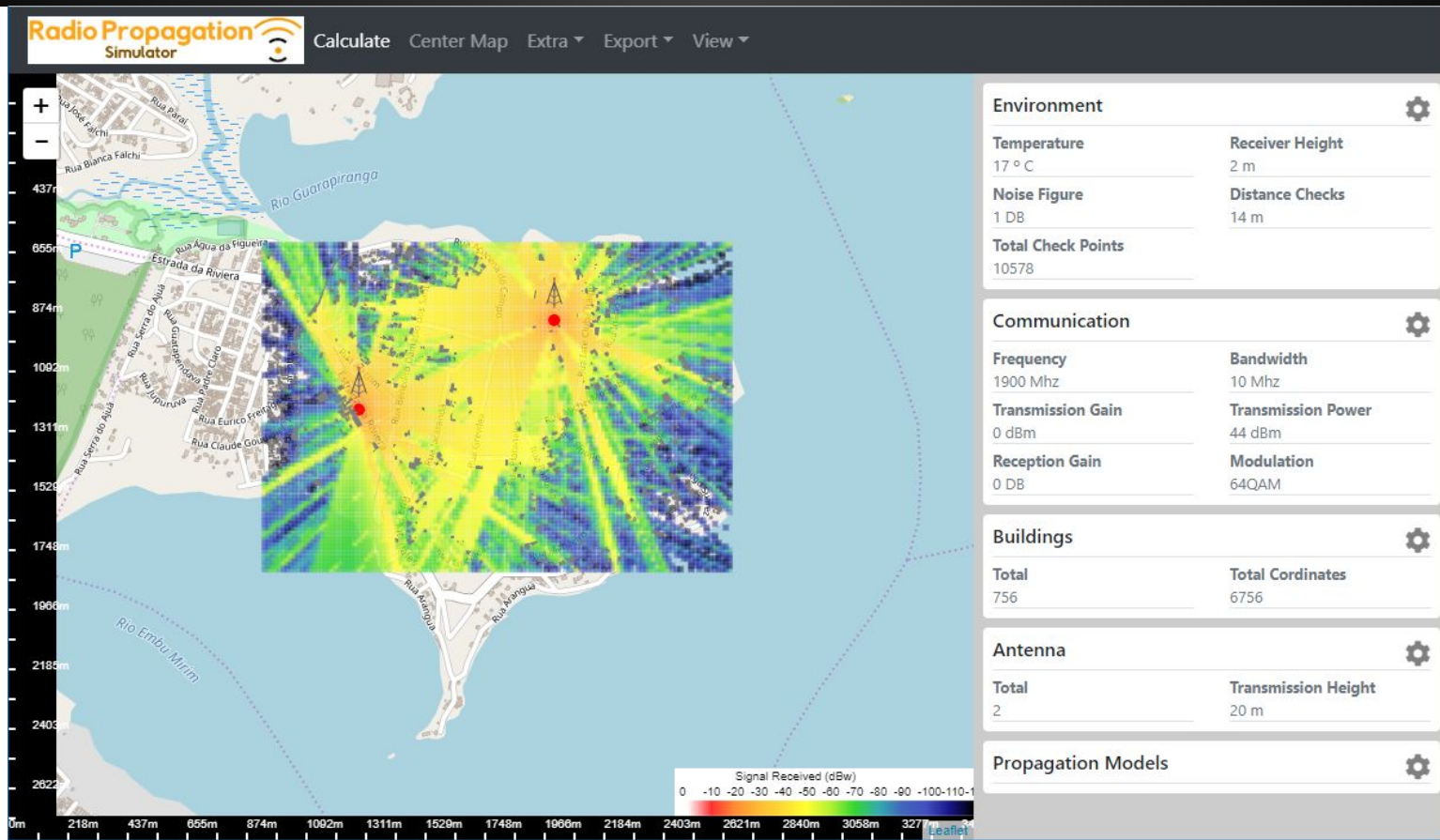
- Classes de propagação de sinal
 - Implementação simples
 - Fácil adicionar novos modelos



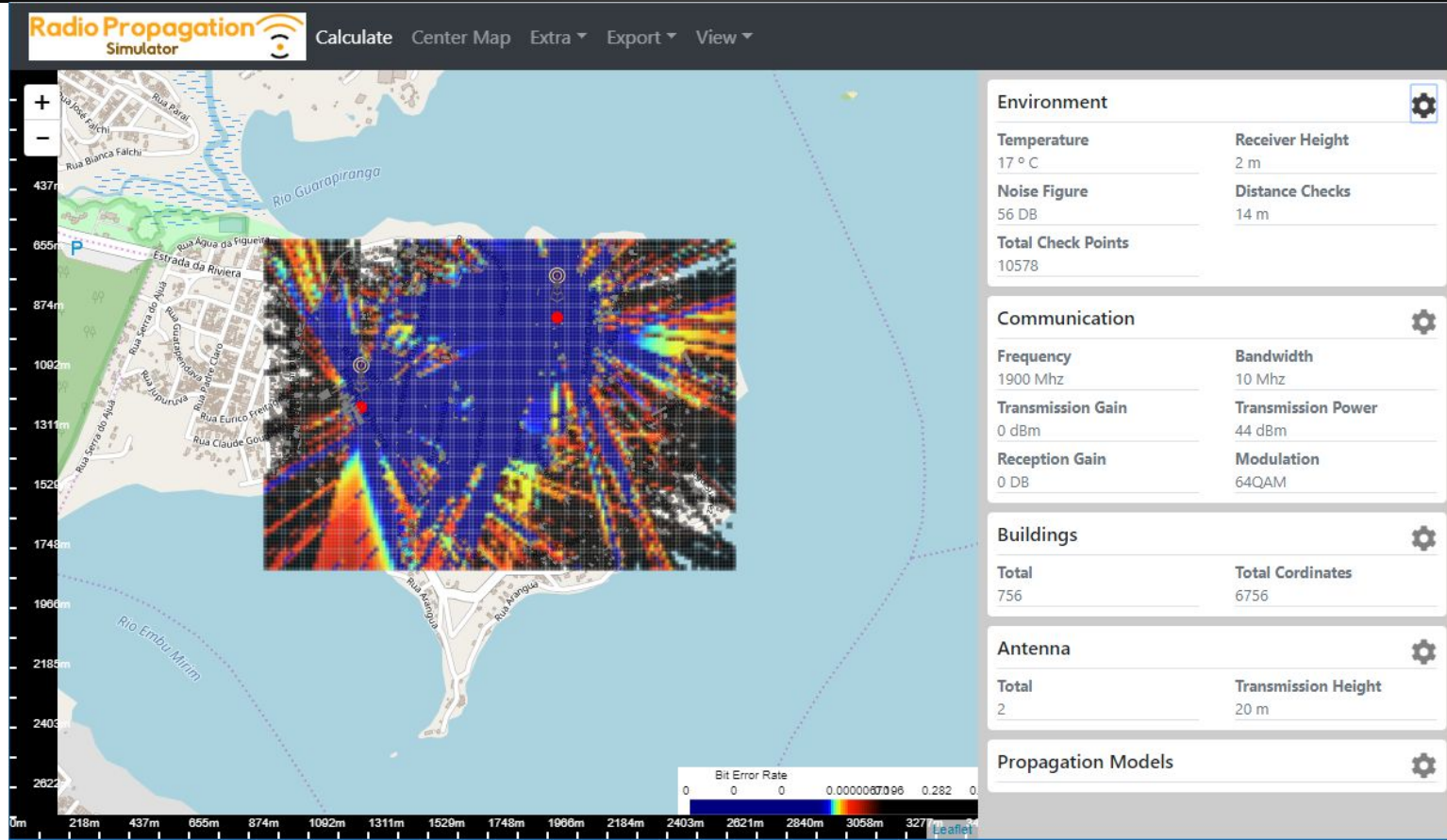
RP-Sim: Radio Propagation Simulator



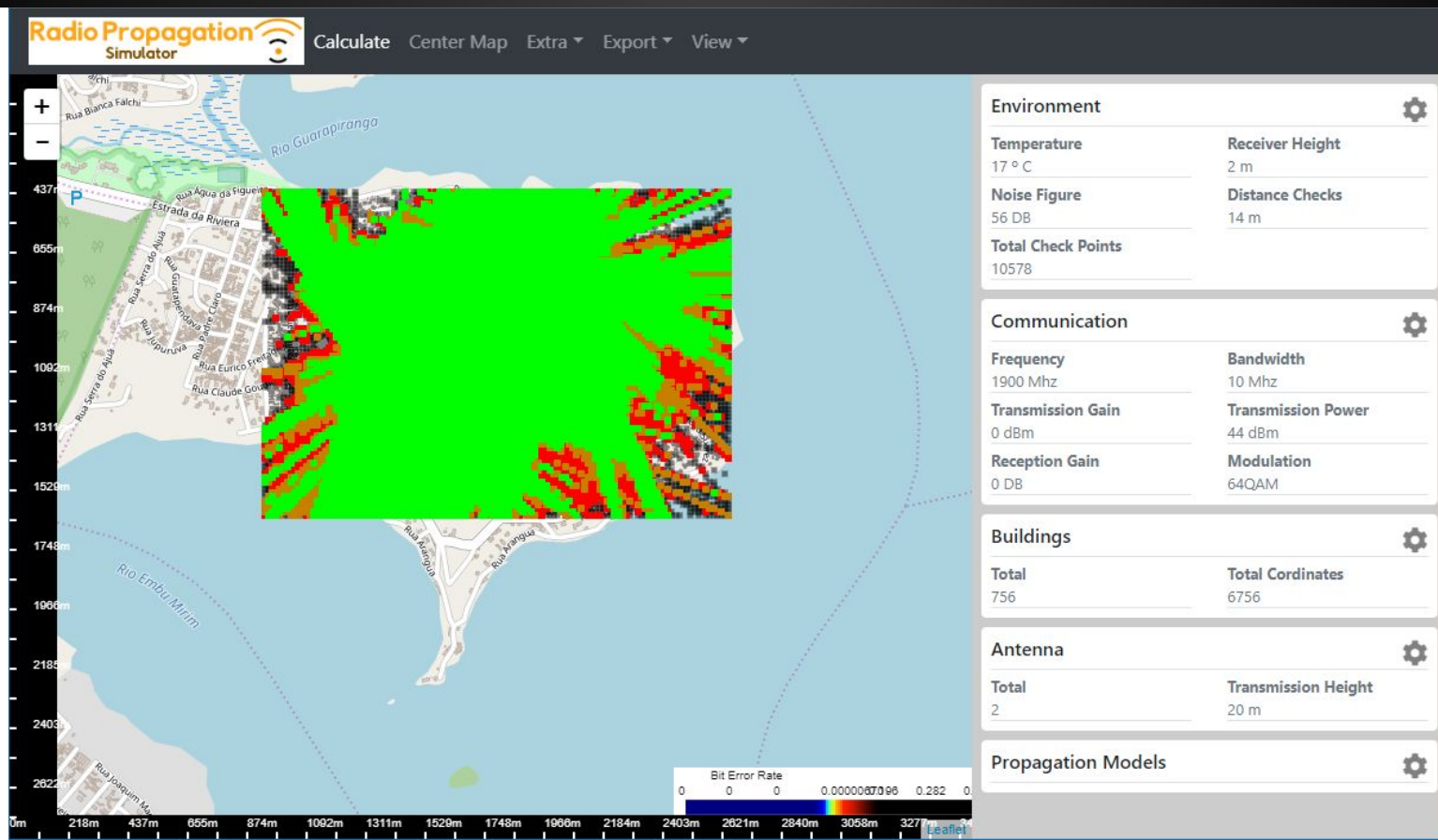
RP-Sim: Radio Propagation Simulator



RP-Sim: Radio Propagation Simulator



RP-Sim: Radio Propagation Simulator



Otimização de RSU com Diferentes Modelos de Propagação de Sinal

Otimização de RSU com Diferentes Modelos de Propagação de Sinal

- Proposta
 - Mapear áreas de comunicação
 - RP-Sim
 - Considerar diferentes modelos de propagação de sinal
 - Alocar RSUs utilizando um algoritmo Genético
 - Cruzamentos
 - GRID

Otimização de RSU com Diferentes Modelos de Propagação de Sinal

	ORC	Atual
Mapeamento da comunicação	Veins, OMNeT e SUMO	RP-Sim
Tempo durante mapeamento	Horas/Dias	Minutos/Segundos
Modelos de propagação	FreeSpace e Obstáculos	4 modelos de propagação Obstáculos Corte
Posições candidatas	Cruzamentos	GRID Cruzamentos selecionados
Complexidade do cenário	Baixa	Alta
Cálculo de cobertura	Apenas vias	Cenário todo

Otimização de RSU com Diferentes Modelos de Propagação de Sinal



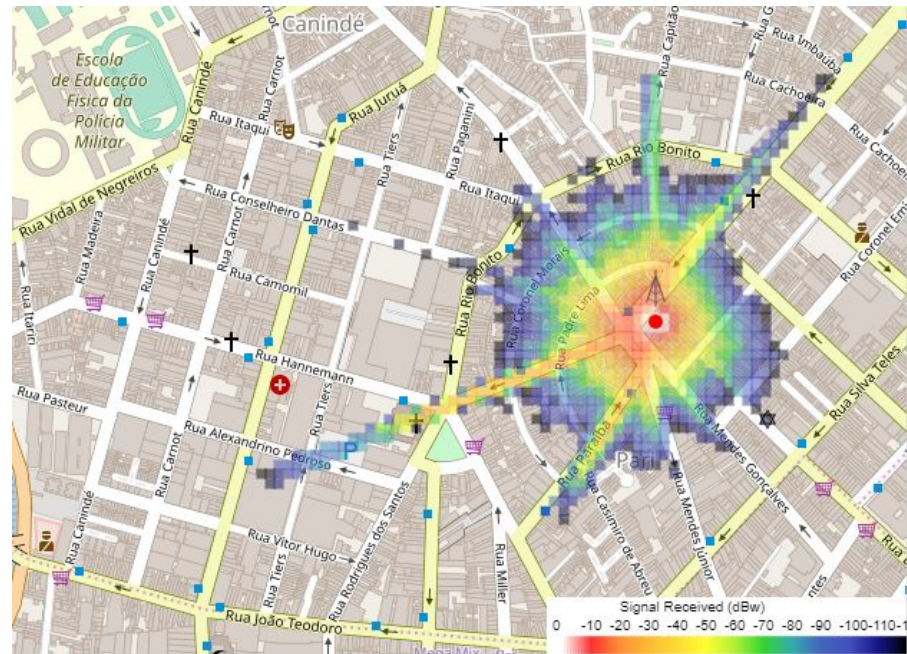
Otimização de RSU com Diferentes Modelos de Propagação de Sinal

Parâmetro	Valor
Área total	2.3 km²
Cidade	São Paulo
Região	Urban
Constructions	6131
Coordinates Constructions	61000+

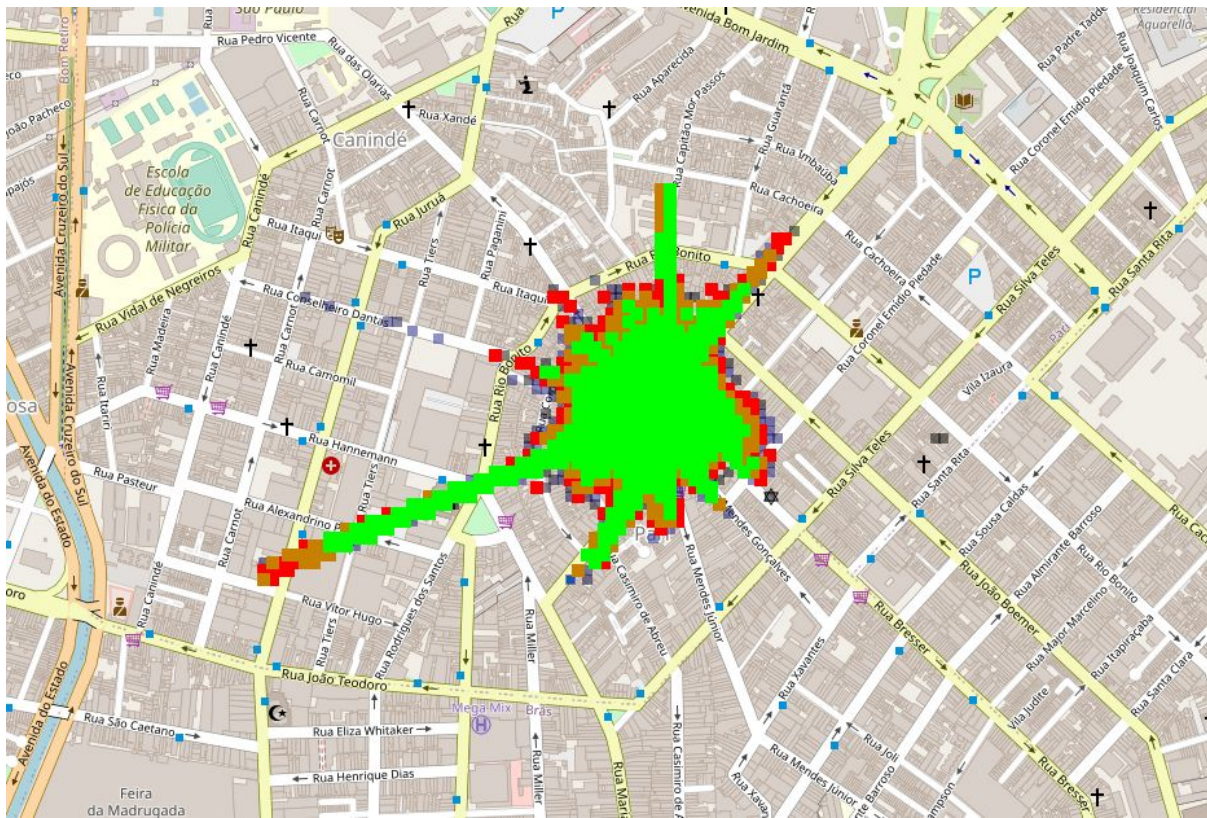


Otimização de RSU com Diferentes Modelos de Propagação de Sinal

- Mapeamento com RP-Sim
 - Propagação do sinal configurado de acordo com o padrão 802.11p
- Área de cobertura exportada diretamente
- Considerando apenas RSSI mínimo



Otimização de RSU com Diferentes Modelos de Propagação de Sinal



Otimização de RSU com Diferentes Modelos de Propagação de Sinal

- Algoritmo Genético utilizado para realizar alocação das RSUs

Parâmetros	Valor
Seleção	Baseada em rank
Genoma	Float
População	100
Mutação	Novos elementos
Critério de parada	300 gerações

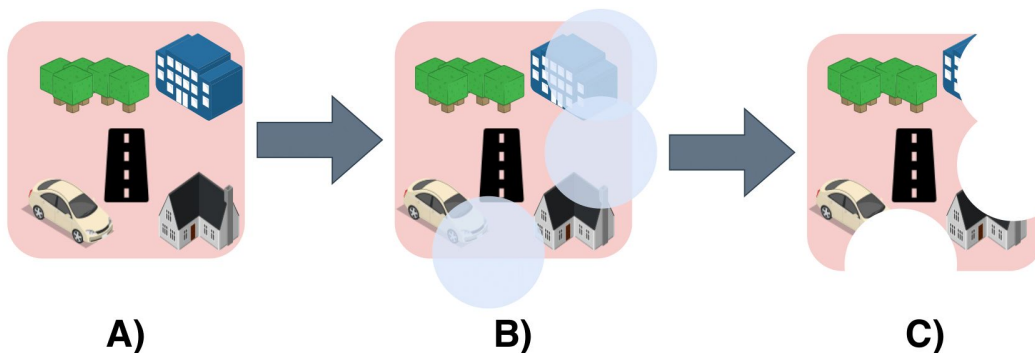
Parâmetros	Valor
# RSU selecionadas	1,2,4,6,8,10,12,14,16,18,20
# Melhor elemento	10%
# Elementos aleatórios	20%
# Elementos Herdados	70%
Chance de herança	80%/20%

Otimização de RSU com Diferentes Modelos de Propagação de Sinal

- Cobertura global
 - Ruas, construções, parques

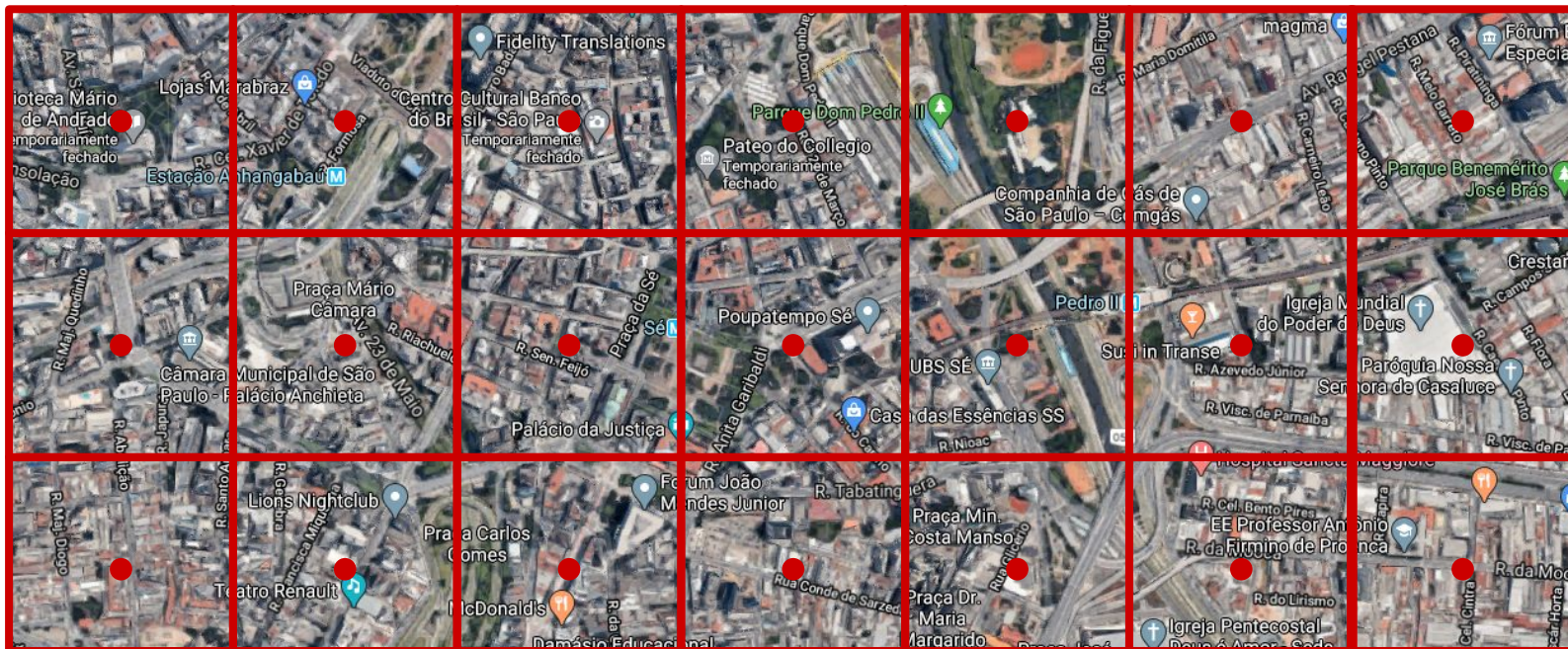
$$\text{maximizar } \sum_{i=1}^n \text{Cobertura}_i * s$$

$$s = \begin{cases} 1, & \text{se posição pertence a } k \\ 0, & \text{se posição não pertence a } k \end{cases}$$



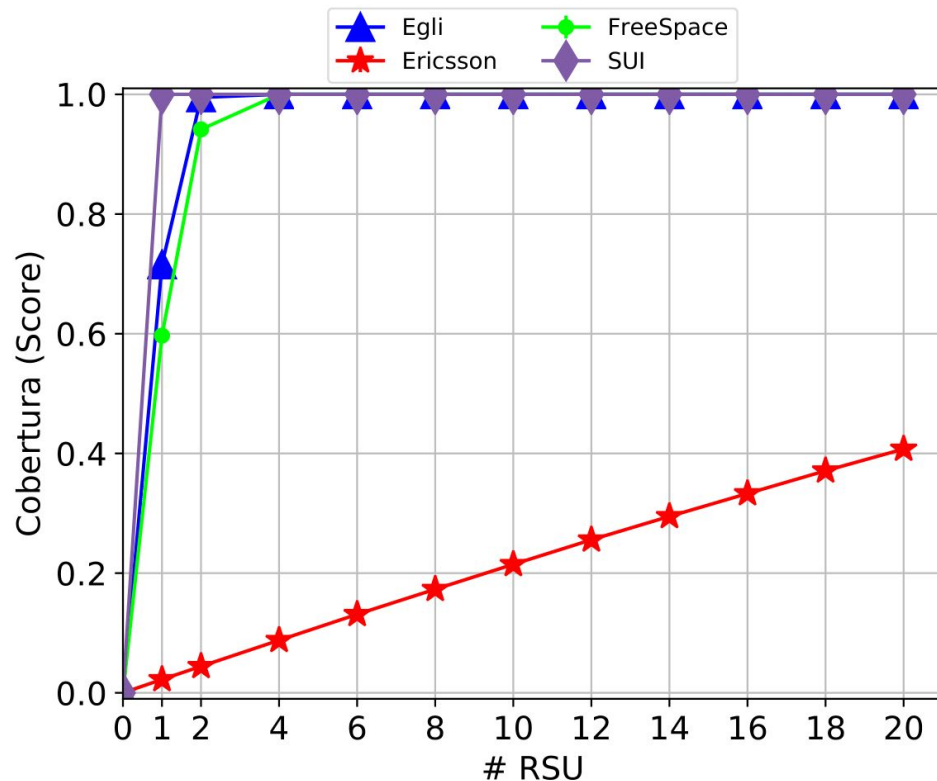
Otimização de RSU com Diferentes Modelos de Propagação de Sinal

- Posicionamento em grid



Otimização de RSU com Diferentes Modelos de Propagação de Sinal

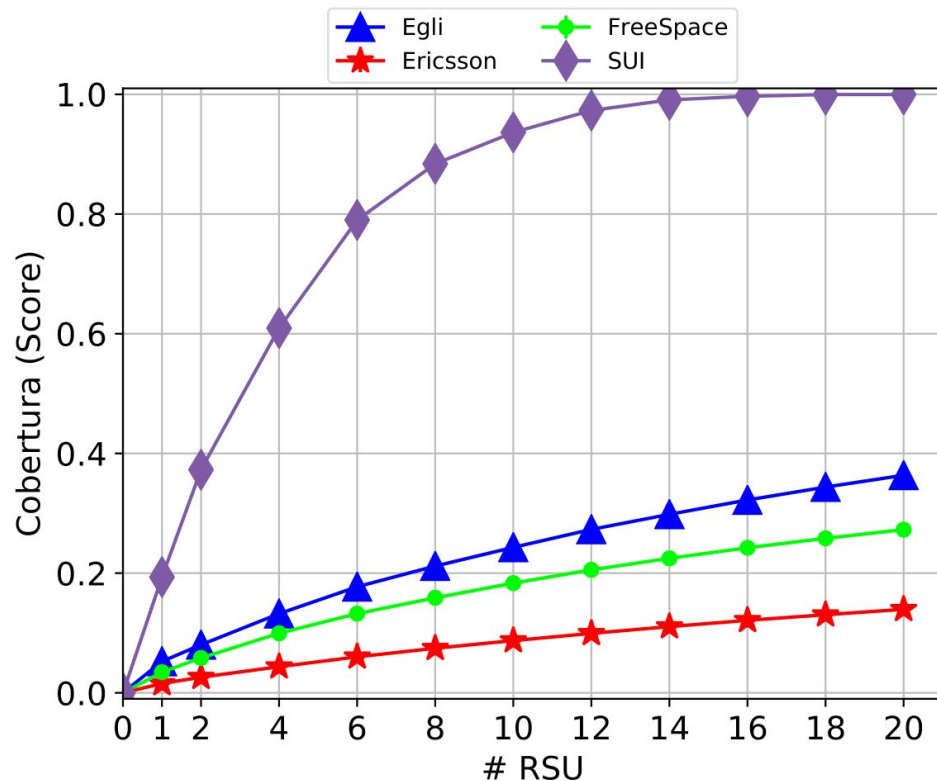
- Posicionamento em **GRID**
 - A cada 150 metros
- **Sem** obstáculos
- 33 execuções e 95% de confiança
- Crescimento controlado na cobertura
 - Cobertura não real



Otimização de RSU com Diferentes Modelos de Propagação de Sinal

- Posicionamento em **GRID**
 - A cada 150 metros
- **Com** obstáculos
- 33 execuções e 95% de confiança

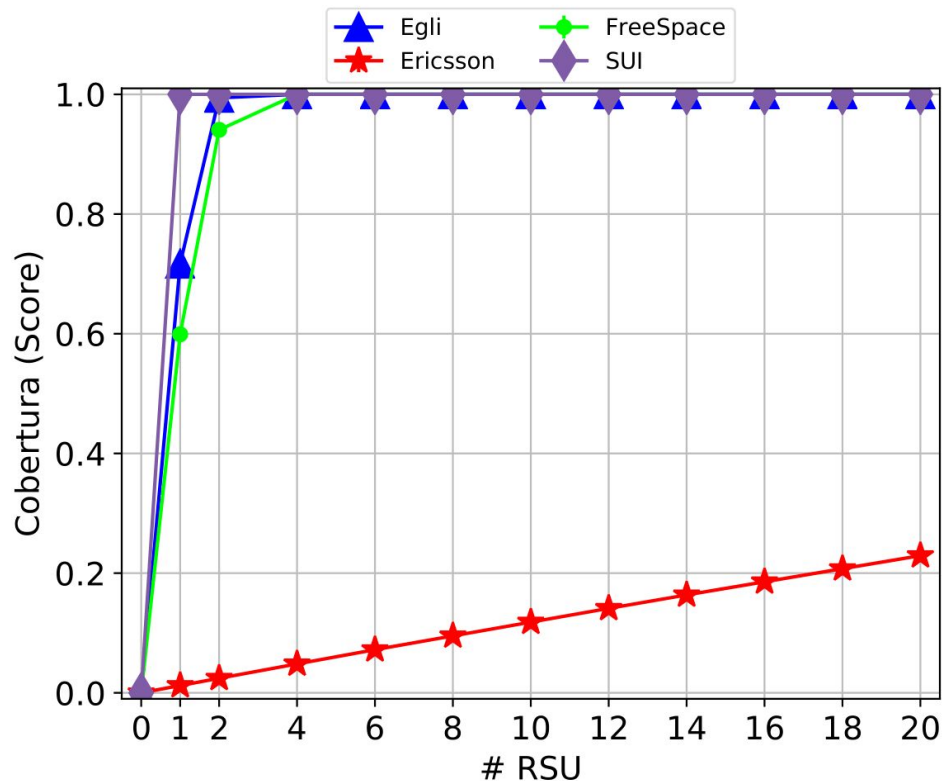
- Crescimento estável
 - Cobertura próxima da real



Otimização de RSU com Diferentes Modelos de Propagação de Sinal

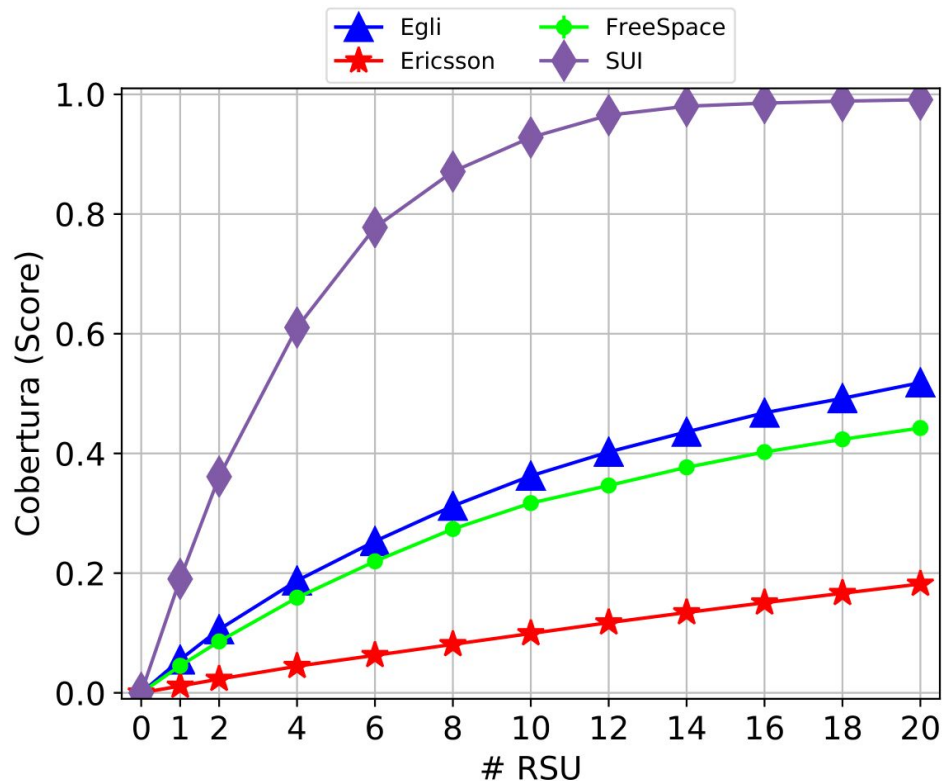
- Posicionamento em **Cruzamentos**
 - A cada 150 metros
- **Sem** obstáculos
- 33 execuções e 95% de confiança

- Crescimento rápido
- Ericsson pior do que em GRID



Otimização de RSU com Diferentes Modelos de Propagação de Sinal

- Posicionamento em **Cruzamentos**
 - A cada 150 metros
- **Com** obstáculos
- 33 execuções e 95% de confiança
- Crescimento controlado
- SUI tem impacto menor
- Pouco impacto no modelo Ericsson



Considerações Finais e Trabalhos Futuros

Considerações Finais e Trabalhos Futuros

- Mapeamento das áreas de coberturas utilizando simuladores
- Alocação de RSUs com um algoritmo genético
- Desenvolvimento da ferramenta RP-Sim
- Mapeamento das áreas de coberturas utilizando a ferramenta RP-Sim
- Alocação de RSUs com algoritmo genético e diferentes modelos de propagação de sinal

Considerações Finais e Trabalhos Futuros

- ★ Matheus Ferraroni Sanches, Welligton Viana Lobato Junior, Fábio Luiz Usberti, Leandro Aparecido Villas. Genetic Algorithm for the Maximum Coverage Location Problem Applied to Medical Emergency. In: LI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2019, Limeira.
- Matheus Ferraroni Sanches, Allan Mariano de Souza, Wellington Viana Lobato Junior, Leandro Aparecido Villas. Optimizing Infrastructure Placement with Genetic Algorithm: A Traffic Management Use Case. In: IEEE Latin-American Conference on Communications, 2019, Salvador.
- (Submetido) - Matheus Ferraroni Sanches, Oscar Jaime Ciceri Coral, Leandro Aparecido Villas. RP-Sim: Radio Propagation Simulator. In: Salão de Ferramentas do XXXVIII Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos (SBRC), 2020

Considerações Finais e Trabalhos Futuros

- Lucas Zanco Ladeira; Allan Mariano de Souza ; Geraldo P. Rocha Filho; Thiago Henrique Silva; Matheus Ferraroni Sanches; Leandro Aparecido Villas. MARTINI: Towards a mobile and variable time window identification for spatio-temporal data. In: IEEE Latin-American Conference on Communications, 2019, Salvador.
- Lucas Zanco Ladeira; Matheus Ferraroni Sanches; Cassio Viana; Leonardo Castro Botega. Assessing the Impact of Mining Techniques on Criminal Data Quality. In: Workshop de Computação Urbana (COURB), 2. , 2018, Campos do Jordão. Anais do II Workshop de Computação Urbana. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, maio 2018.

Considerações Finais e Trabalhos Futuros

- Trabalhos futuros
 - Quantidade de Conexões
 - Variação de Conexões e Potência de Transmissão
 - Aprimorar Algoritmo Genético
 - Considerar Crescimento Urbano

Referências

- [1] C. Sommer, D. Eckhoff, R. German, and F. Dressler. A computationally inexpensive empirical model of IEEE 802.11p radio shadowing in urban environments. In 2011 Eighth International Conference on Wireless On-Demand Network Systems and Services, pages 84–90, Jan 2011.
- [2] Evelyn S. Cavalcante, André L.L. Aquino, Gisele L. Pappa, and Antonio A.F. Loureiro. Roadside unit deployment for information dissemination in a vanet: An evolutionary approach. In Proceedings of the 14th Annual Conference Companion on Genetic and Evolutionary Computation, GECCO '12, pages 27–34, New York, NY, USA, 2012. ACM.
- [3] J. Barrachina, P. Garrido, M. Fogue, F. J. Martinez, J. Cano, C. T. Calafate, and P. Manzoni. Road side unit deployment: A density-based approach. IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine, 5(3):30–39, Fall 2013.
- [4] Lixia Xue, Yuchen Yang, and Decun Dong. Roadside infrastructure planning scheme for the urban vehicular networks. Transportation Research Procedia, 25:1380 – 1396, 2017. World Conference on Transport Research - WCTR 2016 Shanghai. 10-15 July 2016.

Referências

- [5] Douglas LL Moura, Raquel S Cabral, Thiago Sales, and Andre LL Aquino. An evolutionary algorithm for roadside unit deployment with betweenness centrality preprocessing. *Future Generation Computer Systems*, 88:776–784, 2018
- [6] X. Cao, Q. Cui, S. Zhang, X. Jiang, and N. Wang. Optimization deployment of roadside units with mobile vehicle data analytics. In *2018 24th Asia-Pacific Conference on Communications (APCC)*, pages 358–363, 2018.
- [7] A. Guerna and S. Bitam. Gica: An evolutionary strategy for roadside units deployment in vehicular networks. In *2019 International Conference on Networking and Advanced Systems (ICNAS)*, pages 1–6, 2019.
- [8] Seif Ben Chaabene, Taoufik Yeferny, and Sadok Ben Yahia. A roadside unit placement scheme for vehicular ad-hoc networks. In Leonard Barolli, Makoto Takizawa, Fatos Xhafa, and Tomoya Enokido, editors, *Advanced Information Networking and Applications*, pages 619–630, Cham, 2020. Springer International Publishing.

Obrigado



Matheus Ferraroni Sanches



ferraroni@lrc.ic.unicamp.br

