

**ERIC RODRIGUES PIRES  
MATEUS NAKAJO DE MENDONÇA**

**SISTEMA WEB PARA INSTALAÇÃO DE ERBS**

São Paulo  
2018

**ERIC RODRIGUES PIRES  
MATEUS NAKAJO DE MENDONÇA**

## **SISTEMA WEB PARA INSTALAÇÃO DE ERBS**

Trabalho apresentado à Escola Politécnica  
da Universidade de São Paulo para obtenção  
do Título de Engenheiro de Computação.

São Paulo  
2018

**ERIC RODRIGUES PIRES  
MATEUS NAKAJO DE MENDONÇA**

## **SISTEMA WEB PARA INSTALAÇÃO DE ERBS**

Trabalho apresentado à Escola Politécnica  
da Universidade de São Paulo para obtenção  
do Título de Engenheiro de Computação.

Orientador:

Bruno de Carvalho Albertini

São Paulo  
2018

Dedicatória

# AGRADECIMENTOS

Thanks...

*“Epígrafe”*

-- Autor

# RESUMO

Este projeto de formatura tem como objetivo criar um sistema capaz de calcular posições para a instalação de Estações Radiobase (ERBs) de forma que a área coberta pela rede de ERBs seja máxima. A partir da região dada como entrada, o sistema obterá seus dados geográficos através de um software SIG e utilizará programação linear para a otimização da posição de instalação. Para interface com o usuário do sistema, criaremos uma aplicação Web responsiva que permita selecionar a região na qual se pretende instalar uma ERB e mostra as posições ideais para instalação.

**Palavras-Chave** – Palavra, Palavra, Palavra, Palavra, Palavra.

# ABSTRACT

Abstract...

**Keywords** – Word, Word, Word, Word, Word.



## LISTA DE FIGURAS

## LISTA DE TABELAS

# LISTA DE SÍMBOLOS

Lista de símbolos...

# SUMÁRIO

# 1 INTRODUÇÃO

Na revolução da informação em que vivemos hoje, em que cada vez mais pessoas estão conectadas à rede, o acesso à Internet tem se tornado cada vez mais essencial no dia-a-dia, até mesmo a populações consideradas isoladas. Empresas bem conhecidas, como Vivo e Claro, vêm se empenhando para garantir melhor acesso a mais pessoas, mas se deparam com problemas de engenharia nesta tarefa.

A extensão territorial e a densidade demográfica desigual do Brasil são dois dentre vários fatores que tornam problemas de telecomunicação mais complexos. A dimensão deste problema gera um grande potencial de mercado para empresas terceirizadas, voltadas à instalação de Estações Radiobase (ERBs) para compartilhamento ou aluguel de células telefônicas às grandes empresas de telecomunicação. Dessa forma, há demanda do mercado por ferramentas que simplifiquem e/ou automatizem a tarefa de estudo de localização de ERBs.

## 1.1 Objetivo

O objetivo deste projeto de formatura é criar um sistema que permita calcular posições para a instalação de antenas de telefonia de forma a maximizar o alcance delas. Com esse fim, levaremos em conta dados geográficos para realizarmos os cálculos.

Também é de grande importância que tal sistema tenha uma interface prática para os usuários. Portanto, uma interface web que apresente os dados requisitados é essencial para o projeto.

Outras possíveis ramificações do projeto para showcase ao público geral, que não é o público-alvo, é a localização de antenas a partir do próprio celular do usuário, e a estimativa de posição do dispositivo pelas antenas encontradas.

### 1.1.1 Sistema de Informação Geográfica

SIG (Sistema de Informação Geográfica) é um sistema computacional capaz de obter, gravar, gerir, analisar e visualizar dados geográficos. Seu uso permite tomar decisões, analisar estatísticas e resolver problemas de otimização a partir de dados geográficos. O SIG pode ser usado tanto em lojas de varejo para decidir onde abrir uma nova filial, como em rastrear padrões de migração, controle e o monitoramento do desmatamento, planejamento urbano, etc.

No nosso projeto, usaremos um software SIG para gravar e exibir a posição de ERBs (Estações Radiobase) atuais, o relevo e os consumidores atingidos pela rede de ERBs. Com essas informações, determinaremos as posições ótimas de ERBs de modo a maximizar a área de cobertura do sistema de telefonia. Para tanto, aplicaremos técnicas de programação linear, uma vez que estamos diante de um problema de otimização cuja função a ser otimizada é linear em relação às variáveis de entrada.

O SIG utilizado será integrado à plataforma web Django, pelo módulo GeoDjango, que utiliza como banco de dados o PostGIS (baseado em Postgres). Serão armazenados dados públicos de localização de ERBs, relevo e densidade populacional. Ele será também responsável pelos cálculos realizados para a localização de novas antenas.

### 1.1.2 Interface Web

Para interação com o usuário, criaremos um front-end de uma aplicação Web que permita selecionar a região na qual se pretende instalar alguma ERB. Esta interface se comunicará com o back-end do SIG, para obter e calcular os dados desejados.

O design deverá ser responsivo, podendo ser utilizado em plataformas mobile ou desktop, e simples, com opções simples para apenas verificar a posição ótima de instalação de antenas em determinada área escolhida pelo usuário. Para isso, a interface deverá exibir um mapa, como por exemplo o da plataforma OpenStreetMap, com as informações do SIG, que permita ao usuário selecionar uma área desejada. Os dados serão calculados no back-end e exibidos ao usuário na tela. Para isso, será necessário desenvolver um front-end possivelmente dinâmico.

No projeto, para facilidade de desenvolvimento, utilizaremos o framework Django, escrito em Python. A integração de single-page com o back-end deverá ser feita com o módulo de API REST do Django.

## 1.2 Motivação

### 1.2.1 Análise do setor

Verificamos o mercado de instalação e aluguel de torres telefônicas no Brasil para comparar as tecnologias utilizadas em softwares ou pesquisas de instalação de ERBs. Há várias técnicas empregadas, desde programação neuro-linguística a algoritmos evolutivos, algoritmos de polinização a programação inteira mista. Será feita uma comparação das tecnologias para verificar a que mais se adequa.

Também pesquisamos serviços similares da concorrência. Um dos produtos encontrados, chamado Atoll, é um software de planejamento de células e posições de ERBs, similar ao que desejamos desenvolver, porém com funcionalidades extendidas como manutenção e melhoria de locais pré-estabelecidos, e parâmetros avançados de especificação das antenas, além de módulos para outras tecnologias de telecomunicação como Wi-Fi [1]. Porém, a ferramenta parece muito voltada à instalação urbana.

## 1.3 Justificativa

Sobre potenciais clientes, verificamos a existência de empresas no Brasil para localizar antenas, alugar terrenos para a instalação de antenas ou alugar antenas para empresas de telecomunicação. A maior parte destas empresas foca em um contexto urbano, enquanto que há interesse das empresas de telecomunicação e dos governos estaduais em expansão em áreas rurais.

MyTower é um portal de locação e venda de imóveis para operadoras de telecomunicação [2]. Ele permite que o usuário cadastre seu imóvel e o anuncie para as operadoras após aprovação. O portal então faz a intermediação entre o anunciante e a operadora.

A Skysites é uma empresa que oferece soluções na área da infraestrutura de telecomunicação [3]. Ela gere um portfólio de sítios para instalação de equipamentos de telecomunicação (torres, smallcells, rooftops, etc), além de prover soluções customizadas para empresas de telecomunicação e compartilhar torres entre diferentes empresas. Outros serviços são redes para cobertura *indoor* e pequenas ERBs para melhorar a cobertura em ambiente urbano, as *small cells*.

## 1.4 Organização do Trabalho

## **2 ASPECTOS CONCEITUAIS**



## 3 TECNOLOGIAS UTILIZADAS

### 3.1 Bases de dados utilizadas

Utilizamos o Mapa de ERBs Brasil presente no portal Telebrasil [4]. Essa base contém uma lista de ERBs do Brasil de novembro de 2017, com informação de operadora, endereço, e posição geográfica de cada ERB. Essas informações são essenciais para o cálculo da posição ótima da ERB para maximizar a cobertura da célula.

Utilizamos também o OpenCelliD, da empresa Unwired Labs [5]. Essa base contém uma lista de ERBs do mundo inteiro, com o CGI de cada ERB. Os dados foram obtidos através da colaboração de usuários do aplicativo LocationAPI da Unwired Labs. O LocationAPI trata-se de um serviço de geolocalização que não depende de GPS. Dessa forma, com a base da OpenCelliD, podemos estimar a posição de um celular a partir das ERBs as quais ele está conectado.

## 4 METODOLOGIA DO TRABALHO

## **5 ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS DO SISTEMA**

## 6 PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO

## 7 TESTES E AVALIAÇÃO

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 8.1 Conclusões do Projeto de Formatura

### 8.2 Contribuições

### 8.3 Perspectivas de Continuidade

## REFERÊNCIAS

- [1] Forsk. *Atoll LTE / LTE-A Planning Software — Forsk* Disponível em: <http://www.forsk.com/ltelte-pro> Acesso em: 01º de março de 2018.
- [2] MyTower. *MyTower - Aluguel e Venda de Terrenos e Topos para Operadoras de Telecom* Disponível em: <http://www.mytower.com.br/> Acesso em: 01º de março de 2018.
- [3] Skysites. *Skysites* Disponível em: <http://skysites.com/> Acesso em: 01º de março de 2018.
- [4] Telebrasil. *Mapa de ERBs Brasil (antenas)*. Disponível em: <http://www.telebrasil.org.br/panorama-do-setor/mapa-de-erbs-antenas>. Acesso em: 31 de janeiro de 2018.
- [5] Unwired Labs. *OpenCellID - Largest Open Database of Cell Towers & Geolocation by Unwired Labs*. Disponível em: <https://opencellid.org/> Acesso em: 01º de março de 2018.