

**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 cobertura da rede de ERBs seja máxima. A partir da região dada como entrada, o sistema obterá seus dados geográficos através de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) e utilizará programação específica 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 – Estações Radiobase, Otimização, Sistema de Informações Geográficas, Aplicação Web.

ABSTRACT

This term paper intends to achieve a system capable of calculating the position to install cellular Base Stations (BS) so that we maximize the coverage network. From a given input region, the system will collect geographic data through a Geographical Information System (GIS) and utilize specific programming to optimize the placement position. For interfacing with the system user, we will develop a responsive Web application that allows the selection of a region on which we intended to place a BS, and show the ideal points for installation.

Keywords – Base Stations, Optimization, Geographical Information System, Web Application.

LISTA DE FIGURAS

1	Árvore de pré-requisitos do sistema.	20
---	--	----

LISTA DE TABELAS

LISTA DE SÍMBOLOS

ERB: Estação Radiobase

SIG: Sistema de Informações Geográficas

SUMÁRIO

1	Introdução	12
1.1	Objetivo	12
1.1.1	Sistema de Informação Geográfica	13
1.1.2	Interface Web	13
1.2	Motivação	13
1.3	Justificativa	14
1.4	Organização do Trabalho	14
2	Aspectos Conceituais	16
2.1	Algoritmos Avaliados	16
3	Tecnologias Utilizadas	17
3.1	Framework Web Django	17
3.2	Bases de Dados Utilizadas	17
4	Metodologia do Trabalho	19
5	Especificação de Requisitos do Sistema	20
6	Projeto e Implementação	21
7	Testes e Avaliação	22
8	Considerações Finais	23
8.1	Conclusões do Projeto de Formatura	23
8.2	Contribuições	23
8.3	Perspectivas de Continuidade	23

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

Um 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.

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.

1.2 Motivação

Com uma análise preliminar do setor, verificamos o mercado de instalação e aluguel de torres telefônicas no Brasil para comparar as tecnologias utilizadas em softwares ou pesquisas de de ERBs. Há várias técnicas empregadas, desde programação não-linear a algoritmos evolutivos, algoritmos de polinização a programação inteira mista. Será feita uma comparação das tecnologias para verificar a que mais se adequa ao nosso caso de uso.

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 e análise de infra-estrutura pré-existente, sem foco em uma eventual expansão. Por isso, vemos como que há necessidade do mercado por uma ferramenta voltada à ampliação de uma rede de ERBs.

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

No capítulo “Introdução” deste trabalho, definimos a motivação da realização deste sistema e o que buscamos alcançar neste projeto.

No capítulo “Aspectos Conceituais”, será realizada a contextualização dos conceitos empregados na área de aplicação e a revisão da literatura de base.

No capítulo “Tecnologias Utilizadas”, listaremos as ferramentas, algoritmos e dados necessários para o desenvolvimento do sistema deste trabalho.

No capítulo “Metodologia do Trabalho”, definiremos os processos e fases no desenvolvimento de funcionalidades deste sistema, como concepção, estudo, projeto, implementação e testes.

No capítulo “Especificação de Requisitos do Sistema”, definiremos os requisitos do nosso sistema.

2 ASPECTOS CONCEITUAIS

2.1 Algoritmos Avaliados

Em consulta à literatura pré-existente sobre o problema de otimização de instalação de ERBs, nos deparamos com várias abordagens distintas para o mesmo problema, em diferentes níveis de abstração.

A princípio, nós nos voltamos a duas alternativas: LEE et al. (2015) [6] utiliza conceitos básicos de telecomunicações, através de uma fórmula para calcular a satisfação dos usuários do sistema a partir de medidas de qualidade de banda, se baseando em um algoritmo evolutivo para otimizar a cobertura da rede. Já KARULKAR & OH (2016) [7] se baseia em uma abordagem de limites geográficos impostos no processo de projeto de antenas, utilizando programação não-linear para identificar a posição ótima.

3 TECNOLOGIAS UTILIZADAS

3.1 Framework Web Django

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.

O Django possui funcionalidades de SIG 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.

Para interação com o usuário por um mapa interativo, utilizaremos a biblioteca Leaflet, escrita em JavaScript. Ela se comunicará aos dados pela API REST a ser desenvolvida, tanto para requisições quanto para exibições.

3.2 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.

Outra base de dados em estudo foi o Google Earth Engine, uma API específica para

dados geográficos públicos do Google, como relevo e densidade populacional. Devido à extensão destes dados, será estudada a possibilidade de uma dependência desta base.

4 METODOLOGIA DO TRABALHO

Em uma primeira etapa, definimos com o orientador a proposta e o escopo deste projeto, propondo a pesquisa a ser realizada tanto da perspectiva de implementações quanto de requisitos necessários. Levantados tais requisitos no capítulo “Especificação de Requisitos do Sistema”, a próxima etapa se baseou em projetar a realização de cada um destes requisitos de acordo com as prioridades definidas, isto é, iniciar um processo de decisões definitivas para o andamento do trabalho.

5 ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS DO SISTEMA

Para definir os requisitos do nosso sistema, foi elaborada uma árvore de pré-requisitos, listando a prioridade total dada a cada componente do sistema final na Figura 1.

Como evidenciado pela figura, a ênfase deste projeto será no back-end, em especial na parte de modelagem e programação relacionadas ao cálculo de otimização da posição de antenas. As outras duas partes relevantes do *backend* tratam, respectivamente, do uso do banco de dados como SIG e da comunicação externa de dados via API.

Embora tenha uma ênfase menor, o front-end da interface web também será um requisito fundamental de projeto, separado na experiência do usuário e na visualização do mapa.

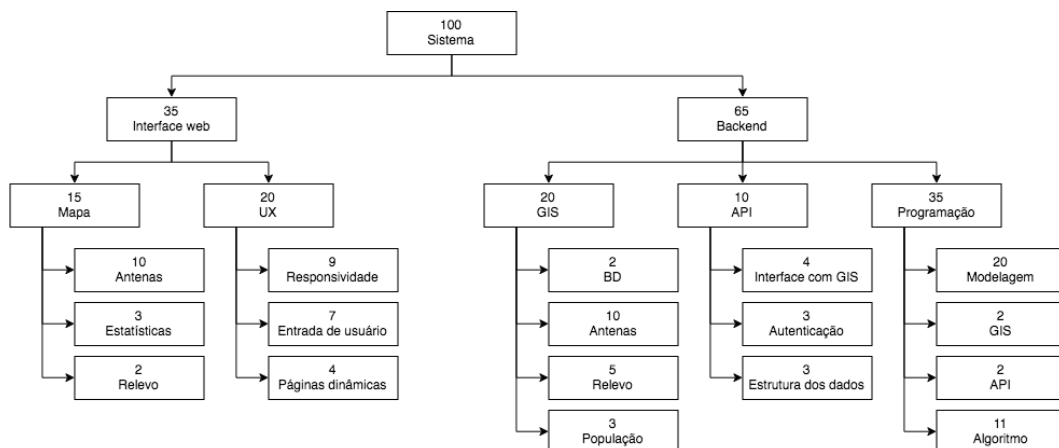


Figura 1: Árvore de pré-requisitos do sistema.

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.
- [6] LEE, S.; LEE, S.; KIM, K.; KIM, YH. *Base Station Placement Algorithm for Large-Scale LTE Heterogeneous Networks*. PLoS ONE 10(10), 2015.
- [7] KARULKAR, S. A.; OH, JY. *Optimal Placement of Base Station for Cellular Network Expansion*. Issues in Information Systems, volume 17, edição II, pg. 215-221, 2016.