

## **Alocação de canais em redes celulares e cognitivas: modelos teóricos em grafos e geometria de distâncias**

**Bruno Dias, Rosiane de Freitas**

Instituto de Computação

Universidade Federal do Amazonas

{bruno.dias, rosiane}@icompu.ufam.edu.br

**Nelson Maculan, Jayme Szwarcfiter**

PESC/COPPE

Universidade Federal do Rio de Janeiro

{maculan, jayme}@cos.ufrj.br

### **RESUMO**

Problemas de alocação de canais (em inglês, *channel assignment problems* - CAPs) são encontrados no planejamento de redes de telecomunicações, consistindo em atribuir um canal para cada chamada efetuada, levando-se em conta restrições de separação entre as estações transmissoras de cada chamada, de forma a otimizar algum critério. A utilização do espectro eletromagnético é determinada de acordo com restrições tecnológicas e governamentais, o que limita a disponibilização de tal recurso para a rede celular. Com a popularização dos serviços móveis, há a necessidade de efetuar um melhor gerenciamento da rede, de forma a garantir a qualidade de serviço para os usuários utilizando os canais disponíveis. Uma das formas mais utilizadas na literatura para abordar tal problema é a correlação com colorações especiais de vértices em grafos, onde os canais correspondem às cores, cada estação da rede celular define um vértice do grafo, as chamadas associadas a cada estação correspondem às demandas de cores e as restrições de interferência entre estações definem pesos nas arestas, de forma que os canais alocados a estações vizinhas devem estar a uma distância relacionada ao peso da aresta entre os vértices das mesmas. Neste trabalho, é apresentada uma forma de modelar as colorações especiais utilizadas em alocação de canais por meio de geometria de distâncias, onde deve-se determinar uma projeção de cada vértice na reta ( $\mathbb{R}^1$ ), sendo que uma solução factível é um conjunto de intersecções de segmentos de reta definidos pelas distâncias entre vértices. São apresentadas características utilizadas em diferentes tipos de conexões no cenário de aplicação, como comunicações unidirecionais, duplex e cenários multimídia. Também é mostrada, como contribuição adicional, uma forma de extensão aplicação dos conceitos utilizados na alocação de canais em redes celulares para a alocação de canais em rádios cognitivos, onde é feito um uso oportunista das faixas subutilizadas do espectro eletromagnético, de forma que tais dispositivos são vistos como soluções para o congestionamento de alguns canais em algumas aplicações.

**PALAVRAS CHAVE.** Telecomunicações, colorações em grafos, geometria de distâncias.

**Áreas Principais:** OC - Otimização Combinatória, TAG - Teoria e Algoritmos em Grafos.

### **ABSTRACT**

Channel assignment problems (CAPs) are part of telecommunications network planning, consisting of assigning a channel for each call made by its users, respecting separation constraints between transmitters, in order to optimize a certain criterium. Usage of the electromagnetic spectrum is determined by technological and governmental restrictions, which limits the availability of such resource for the cellular network. With the growth of demand for mobile services, there is a wider necessity for better management of the network, in order to achieve a minimum quality of service for users using the available channels. One of the most used approaches in the literature to



model the problem is making correlations with special graph coloring, where channels correspond to colors, each station defines a vertex, the calls for each station correspond to color demands and interference constraints define edge weights such that assigned channels between neighbor stations must be apart a distance related to the weight of the edge between their vertices. In this work, we present theoretical models based on distance geometry for the special colorings used in channel assignment, where we have to find an embedding of each vertex on the real number line ( $\mathbb{R}^1$ ). Feasible solutions for these models consist of intersections of line segments defined by the distances between vertices. We present theoretical characteristics of the proposed models that can be used in different application scenarios, such as unidirectional traffic, duplex communications and multimedia networks. We also show, as an additional contribution, a mechanism to apply concepts from cellular channel assignment to cognitive radio networks, where an opportunistic usage of underused spectrum bands is made. Such devices are seen as solutions for applications where there is too much traffic on specific channels.

**KEYWORDS.** Algorithms, graph coloring, branch-prune-and-bound, distance geometry, integer programming, telecommunications.

**Main Areas:** OC - Combinatorial Optimization, TAG - Theory/Algorithms in Graphs.