

ANALISE DE MÉTODOS DE SOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE PROGRAMAÇÃO LINEAR INTEIRA

Renan Samuel da Silva¹, Omir Alves²

¹ Acadêmico(a) do Curso de BCC - bolsista PIPES

² Orientador, Departamento de BCC – omir.alves@udesc.br

Palavras-chave: Otimização combinatória, Programação linear inteira, Modelagem Matemática

Dentro da otimização combinatória existe um conjunto de problemas denominados de problemas de programação linear inteira (PLI). A PLI trata da otimização de modelos matemáticos onde a função objetivo é linear, com um conjunto de pelo menos uma restrição dada por uma desigualdade linear, e as variáveis são inteiras. A PLI divide-se em conjuntos de problemas mais específicos: programação linear inteira binária, onde as variáveis devem ser 0 ou 1; programação inteira mista, onde pelo menos uma variável deve ser inteira e variáveis reais são permitidas.

Este trabalho de pesquisa consistiu de um processo exploratório da literatura em busca dos principais métodos de solução de problemas de PLI, com o objetivo de entender, avaliar e comparar o desempenho dos métodos considerados. Utilizou-se as instâncias da MIPLIB, um conjunto de instâncias de programação inteira, mista e binária utilizado na literatura como instâncias *benchmark*.

Como resultado da revisão da literatura, considerou-se 2 métodos de solução: Branch&Bound e Branch&Cut. O Branch&Bound consiste em um método de enumeração implícita capaz de eliminar regiões do espaço de busca sem a necessidade de explorá-la. O Branch&Cut consiste em um método derivado do Branch&Bound com o diferencial de adicionar restrições extras ao modelo durante o processo de solução, com o objetivo de diminuir o espaço de busca sem remover a solução ótima do problema.

Considerou-se 4 planos de corte nesta pesquisa: cortes de Gomory, cortes por arredondamento inteiro misto (MIR), corte clique e corte de cobertura. Os cortes de Gomory e MIR foram utilizados devido a sua ampla utilização e a capacidade de trabalhar em modelos genéricos de PLI. Os cortes clique e de cobertura aplicam-se apenas para alguns modelos de problemas de PLI, o corte clique funciona apenas na presença de variáveis binárias e o corte de cobertura depende da presença de restrições de cobertura.

Utilizou-se o solver GLPK (Gnu Linear Programming Kit), que é um projeto de software livre, fornecendo acesso rápido ao seu código fonte. Este fato permite assim que sejam feitas alterações no solver, sempre que necessário. O GLPK possui os algoritmos de Branch&Bound e Branch&Cut com os cortes já mencionados. O processo de avaliação consistiu na resolução de todos os problemas da MIPLIP na sua versão 3.0 utilizando-se o GLPK. Estipulou-se um limite arbitrário de 2 horas para o processo de solução.

Branch&Bound			Branch&Cut		
Sucesso	Falha	Erro	Sucesso	Falha	Erro
43	22	6	52	13	11

Fig. 1 Resultado da execução do GLPK na MIPLIB3.0

Na fig. 1 é apresentado o resultado da resolução de todos os problemas da MIPLIB com o GLPK utilizando-se Branch&Bound e Branch&Cut com utilizando os 4 cortes já citados. Como pode ser observado, o Branch&Cut apresentou um aumento significativo no número de problemas resolvidos dentro do mesmo intervalo de tempo. Outro aspecto relevante é que o número de erros encontrados durante o processo de solução também teve um aumento notável. Os erros em sua maioria se referem a perda de precisão devido a utilização de aritmética de ponto flutuante.

Notou-se também que alguns dos problemas que foram resolvidos com o Branch&Bound dentro do tempo limite não foram resolvidos ou tomaram mais tempo quando utilizando Branch&Cut, implicando que a adição de planos de cortes ao problema não é sempre vantajosa. Portanto, realizou-se um novo estudo onde analisou-se o processo de solução utilizando separadamente cada um dos quatro planos de cortes já mencionados. A fig. 2 contém uma análise do número de nós ativos durante a busca, utilizando diferentes planos de cortes.

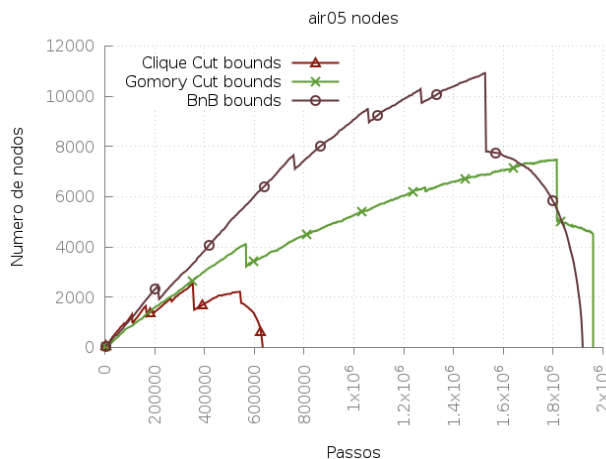


Fig. 2 Número de nós na árvore de enumeração do problema air05.

Com a solução de todos os problemas da MIPLIB3.0 utilizando-se o Branch&Bound e Branch&Cut pode-se observar o impacto da utilização de planos de corte durante o processo de solução. O estudo mais detalhado utilizando individualmente os planos de corte permitiu observar que determinados planos de cortes oferecem diferentes desempenhos para diferentes tipos de problemas de PLI. A análise do número de nós ativos e do *gap* relativo mostrou de forma direta os pontos de impacto da utilização dos planos de cortes. Os resultados mais detalhados foram omitidos neste relatório, mas constam no artigo que foi submetido e aceito para o Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional-SBPO 2016.mateuz.boiani@gmail.com