# TicTech

*Autor: Aster Santana*

*Julho 2020*

Esta é a documentação do estudo de caso *TicTech*, que faz parte do projeto [Learning Mip](https://mip-master.github.io/learning_mip/) mantido por Mip Master.

## Conceitos

* Os três passos para solução de um problema;
* As três componentes de uma formulação;
* Modelagem com variáveis de decisão binárias;
* Chamando um *solver* MIP.

## Enunciado do problema

Mr. Mip foi contatado pela *TicTech*, uma empresa que está passando por uma fase de transformação digital e precisa tomar uma importante decisão. Eles precisam decidir o tipo correto de tecnologia que irá ajuda-los a tomar decisões complexas a medida que o seu negócio cresce.

Depois de ler um [*blog*](https://medium.com/opex-analytics/purpose-built-apps-for-enterprise-decision-making-31ccadad362d) sobre tecnologias para tomada de decisão, Mr. Mip chegou a três opções:

1. Serviços de Consultoria
2. *Software* à pronta-entrega
3. Aplicativos web (*Apps*)

Ao analisar os prós e contras de cada tecnologia no contexto da *TicTech*, Mr. Mip chegou na conclusão - em colaboração com o cliente - que o *score* de cada tecnologia seriam os seguintes: 12 - Consultoria, 17 - *Software*, 25 - *Apps*. Qual tecnologia deve ser escolhida?

Assumindo que Mr. Mip poderá recomendar somente uma tecnologia e a meta é maximizar o *score*, fica óbvio que a *TicTech* deve escolher a tecnologia de *Apps*. Contudo, Mr. Mip é um fanático por MIP! E em algumas ocasiões ele usa MIP por pura diversão, e de vez em quando só para ensinar outras pessoas a usar essa fantástica tecnologia! Então, vamos ver como ele resolveu esse problema usando MIP.

Mr. Mip sempre segmenta os problemas em três passos principais:

1. Entender o problema: Identificando todos os requerimentos dos problemas, incluindo os dados;
2. Formulação Matemática: Escrever uma representação matemática do problema;
3. Otimização e Implementação do Modelo: Codificar a formulação como um modelo de otimização e utilizar um *solver* para computar a melhor solução.

## Formulação

Para Mr. Mip, a formulação é nada mais que a representação precisa de um problema real em terminologia matemática.

Tipicamente, suas formulações têm três componentes principais:

1. Variáveis de decisão;
2. Restrições;
3. Função Objetivo.

### Variáveis de Decisão

Ainda que existam muitas maneiras de se definir variáveis de decisão, escolher um bom conjunto de variáveis é crucial. Pois, uma vez que essas variáveis são definidas, as restrições e a função objetivo são definidas em função delas.

Para esse problema, Mr. Mip definiu três variáveis binárias.

Variáveis de Decisão:

é igual a se consultoria for escolhida, do contrário

é igual a se software for escolhido, do contrário

é igual a se apps forem escolhidos, do contrário

### Constraints

Nesse estudo de caso, existe apenas uma condição: Uma, e somente uma, tecnologia pode ser escolhida.

Mr. Mip formulou essa condição usando apenas uma restrição.

Restrições – Exatamente uma tecnologia:

Você consegue ver porque essa equação modela a condição de que apenas uma tecnologia deve ser escolhida?

Você consegue pensar uma forma alternativa de modelar a mesma condição? Tem uma dica[[1]](#footnote-1) no rodapé da página se você precisar.

### Objetivo

O objetivo desse problema é maximizar o *score*, que o Mr. Mip formulou da seguinte forma:

Objetivo:

Pare um momento para entender porque essa expresão modela o nosso propósito.

### Formulação final

Juntando todas as partes, Mr. Mip chegou à seguinte formulação.

Formulação final:

## Implementação e otimização

Para Mr. Mip, a implementação é a tradução da formulação matemática em uma linguagem que o computador pode interpretar. Enquanto existem muitas linguagens de programação por aí com esse propósito, um dos favoritos do Mr. Mip é o *gurobipy*, a interface em *Python* do *solver* Gurobi. O que ele mais gosta no *gurobipy*, além de ser em *Python*, é que a implementação em código se parece muito com própria formulação.

O próximo passo é a implementação da formulação que vimos a pouco. O código está disponível no repositório do “Mip Master” no GitHub [[link](https://github.com/mip-master/learning_mip/tree/master/tictech)].



Esse código é bem legível, mas deixe-me explicar cada linha:

* Na Linha 1, Mr. Mip importou o pacote do *gurobipy*;
* Na Linha 4, ele inicializa uma instância do modelo e a nomeia;
* Na Linha 7, ele adiciona três variáveis de decisão simultaneamente de uma lista de índices e a nomeia;
* Na Linha 10, ele adiciona uma única restrição ao modelo e a nomeia também;
* Na Linha 13, ele adiciona a função objetivo;
* Na Linha 16, quando o modelo está completamente populado, Mr. Mip chama o *solver*.
* Finalmente, nas linhas 21 e 22, ele extrai e *printa* a solução.

A saída é um dicionário que tem essa estrutura:

**{**1**:** 0.0**,** 2**:** 0.0**,** 3**:** 1.0**}**.

Assim, Mr. Mip conclui que a solução ótima é:

Que significa que a tecnologia de *apps* é a mais adequada para *TicTech*, como já sabíamos.

## Desafie-se

1. Convença a si mesmo de que as seguintes formulações também estão corretas para esse studo de caso;
2. Implemente as duas novas formulações em 1 para conferir se obtém o mesmo resultado;
3. Em sua implementação, tente extrair o resultado usando esses métodos alternativos:





## Resumo

1. Existem três passos importantes para solucionar problemas usando MIP:
   1. Entender o problema;
   2. Escrever uma formulação matemática;
   3. Implementar e solucionar o modelo de otimização.
2. Uma formulação típica tem três componentes:
   1. Variáveis de decisão;
   2. Restrições;
   3. Função Objetivo.
3. Podem haver múltiplas maneiras de formular e solucionar o mesmo problema.
4. É fácil programar e solucionar um modelo de otimização com um *solver*!

1. Que tal usar três restrições, envolvendo duas variáveis ao mesmo tempo? [↑](#footnote-ref-1)