**O problema do mix de produção**

Vamos utilizar o exemplo da página 26 do livro Pesquisa Operacional para Cursos de Engenharia (Belfiore e Fávero, 2013).

*A empresa Venix de brinquedos está revendo seu planejamento de produção de carrinhos e triciclos. O lucro líquido por unidade de carrinho e triciclo produzido é de R$ 12,00 e R$ 60,00, respectivamente.*

*As matérias-primas e os insumos necessários para a fabricação de cada um dos produtos são terceirizados, cabendo à empresa os processos de usinagem, pintura e montagem. O processo de usinagem requer 15 minutos de mão de obra especializada por unidade de carrinho e 30 minutos por unidade de triciclo produzida.*

*O processo de pintura requer 6 minutos de mão de obra especializada por unidade de carrinho e 45 minutos por unidade de triciclo produzida.*

*Já o processo de montagem necessita de 6 minutos e 24 minutos para uma unidade de carrinho e de triciclo produzida, respectivamente.*

*O tempo disponível por semana é de 36, 22 e 15 horas para os processos de usinagem, pintura e montagem, respectivamente.*

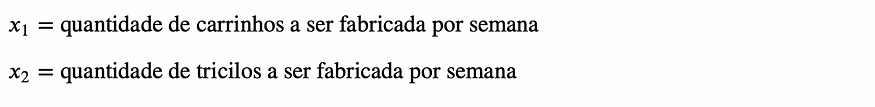
*A empresa quer determinar quanto produzir de cada produto por semana, respeitando as limitações de recursos, de forma a****maximizar o lucro líquido semanal****.*

**Formulação do modelo matemático**

Antes de partir para o código, é importante ter o modelo matemático bem definido.

**Variáveis de decisão**

Já sabemos o quanto a empresa lucra por unidades vendidas de carrinhos (R$ 12,00) e triciclos (R$ 60,00), agora precisamos saber o quanto produzir de cada um deles, para que o lucro semanal seja o maior possível. Se precisamos decidir o quanto produzir de cada produto, as quantidades a serem produzidas são, de fato, a resposta para o nosso problema. Portanto, temos aqui as variáveis de decisão do modelo:



**Função objetivo**

O objetivo do problema é **maximizar** o lucro líquido semanal da empresa, e para que isto aconteça, precisamos decidir o quanto fabricar de carrinhos (𝑥1) e triciclos (𝑥2). O lucro semanal, portanto, é calculado da seguinte forma:

https://miro.medium.com/v2/resize:fit:875/1*XfWmnM3A4pZWHFhk7_eShA.png

A função objetivo (𝑧) é quem relaciona o objetivo do problema com as variáveis de decisão. Portanto, fica definida por:

https://miro.medium.com/v2/resize:fit:875/1*qujyeZcbM5MbZnF625a89g.png

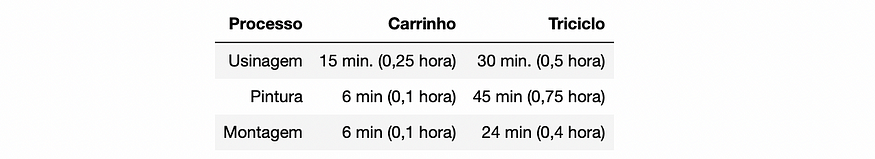
A notação abaixo, no entanto, é mais comum:

https://miro.medium.com/v2/resize:fit:875/1*cMiNJ6Z_p0hAD5teYASi8w.png

**Restrições**

É necessário "informar" para o modelo todas as condições que o problema impõe, sejam limitações de recursos, requisitos de negócio e etc. Portanto, é aqui que incluímos as restrições do modelo.

Neste problema consideraremos que as matérias-primas e os insumos necessários para a fabricação são ilimitados, portanto, são informações desprezadas pelo modelo. No entanto, existem limitações de recursos para os processos de usinagem, pintura e montagem. A tabela abaixo resume o tempo de mão de obra especializada necessário em cada processo, por produto:



**Restrições de disponibilidade de mão de obra**

Para o processo de usinagem, o tempo disponível é de 36 horas. Ou seja, dadas as limitações de recursos (máquinas, equipamentos, colaboradores e etc.), o processo de usinagem deve consumir no máximo 36 horas. Formulamos esta restrição da seguinte forma:

https://miro.medium.com/v2/resize:fit:875/1*8yn_Qsp5-RxRWt15491i8A.png

Quanto ao processo de pintura, o tempo disponível é de 22 horas. Logo:

https://miro.medium.com/v2/resize:fit:875/1*p4ombrviJ0Ts8Txi5JsIuA.png

Por fim, para o processo de pintura o tempo disponível é de 15 horas. Portanto, temos:

https://miro.medium.com/v2/resize:fit:875/1*1OgbIZoE9ebqFa15bzWiIQ.png

**Restrições de não negatividade**

Modelamos as restrições de não negatividade para que o modelo não encontre valores negativos para as variáveis de decisão, uma vez que seria impossível fabricar quantidades negativas de carrinhos e triciclos. Portanto, são elas:



O modelo matemático completo fica definido abaixo:

