

## TER 00084 – Modelagem e Otimização de Sistemas Agrícolas e Ambientais Otimização Multiobjetivo

Marcos A. Teixeira



UFF – Universidade Federal Fluminense  
Engenharia Agrícola e Ambiental  
20/06/2018



## Problema

- Uma mineradora tem 2 minas: Wythe e Giles
- Necessita aumentar produção
- Só aumenta turno em uma mina por mês

Mina	Produção		
	Baixa	Media	Alta
Wythe /turno	10	4	12
Giles /turno	20	4	4
Demanda	100	28	48

Mina	Custo \$/Mês	Resíduos Litros/Mês	Acidentes
Wythe /Turno	40.000	800	0,2
Giles /Turno	32.000	1.250	0,45

## Modelo $X_1, X_2 \geq 0$

$X_1$  = Número de meses c/turno extra em Wythe

$X_2$  = Número de meses c/turno extra em Giles

- Restrições

$12 X_1 + 4 X_2 \geq 48$  – Carvão Elevado (Ton/mês)

$4 X_1 + 4 X_2 \geq 28$  – Carvão Médio (Ton/mês)

$10 X_1 + 20 X_2 \geq 100$  – Carvão Baixo (Ton/mês)

- Funções Objetivas:

$40 X_1 + 32 X_2$  – Custos de Produção (\$/mês) ↓

$800 X_1 + 1250 X_2$  – Resíduo (l/mês) ↓

$0,2 X_1 + 0,45 X_2$  – Acidentes (Acidentes mês) ↓

## Solução Custo

Mina		Número de meses com turno extra	Produção			Mina	Custo \$/Mês	Resíduos Litros/Mês	Acidentes
			Baixa	Media	Alta				
Wythe /turno	2,50	10	4	12	Wythe /Turno	40.000	800	0,2	
Giles /turno	4,50	20	4	4	Giles /Turno	32.000	1.250	0,45	
<b>Total</b>			115	28	48	<b>Custos Produção</b>	244.000	\$	
<b>Demanda</b>			100	28	48	<b>Tóxico produzido</b>	7.625	litros	
						<b>Acidentes</b>	3	acidentes	

## Solução Resíduo

J9 : X ✓ fx =C6\*J5+C7\*J6

Mina de Carvão		Número de meses com turno extra	Produção			Mina	Custo \$/Mês	Resíduos Litros/Mês	Acidentes
Mina			Baixa	Media	Alta				
Withe /turno	4,00	10	4	12	Withe /Turno	40.000	800	0,2	
Giles /turno	3,00	20	4	4	Giles /Turno	32.000	1.250	0,45	
Total		100	28	60	Custos Produção	256.000	\$		
Demanda		100	28	48	Tóxico produzido	6.950	litros		
					Acidentes	2	acidentes		

## Solução Acidente

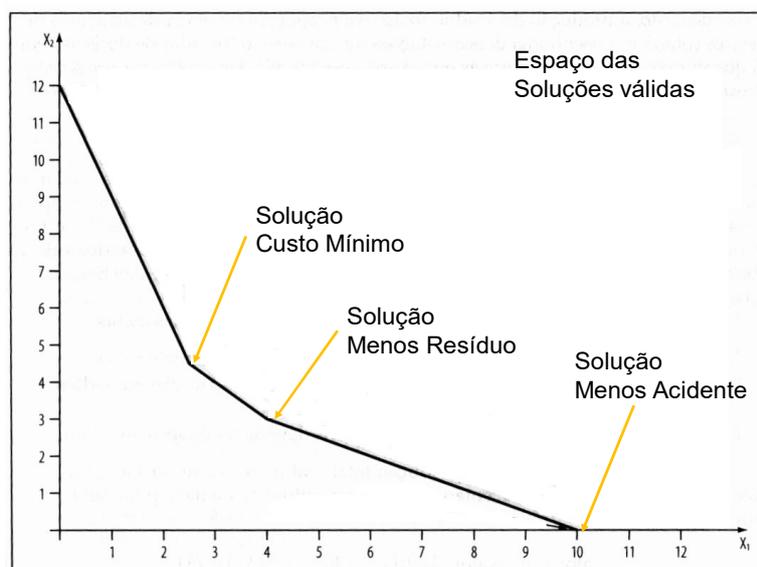
J10 : X ✓ fx =C6\*K5+C7\*K6

Mina de Carvão		Número de meses com turno extra	Produção			Mina	Custo \$/Mês	Resíduos Litros/Mês	Acidentes
Mina			Baixa	Media	Alta				
Withe /turno	10,00	10	4	12	Withe /Turno	40.000	800	0,2	
Giles /turno	0,00	20	4	4	Giles /Turno	32.000	1.250	0,45	
Total		100	40	120	Custos Produção	400.000	\$		
Demanda		100	28	48	Tóxico produzido	8.000	litros		
					Acidentes	2	acidentes		

## Soluções

- **Menor Custo:**  
 $X_1 = 2,5$  meses (Withe) e  $X_2 = 4,5$  (Giles)  
 F.O. = 244 \$ / 7.625 litros / 2,5 acidentes (115-28-48)
- **Menos Resíduos**  
 $X_1 = 4$  meses e  $X_2 = 3$   
 F.O. = 6.950 litros / 256 \$ / 2,15 acidentes (100-28-60)
- **Menos Acidentes**  
 $X_1 = 10$  meses e  $X_2 = 0$   
 F.O. = 2 acidentes / 400 \$ / 8.000 litros (100-40-120)

## E agora?



## Opções?

- Por Metas
  - Variáveis de folga
- “Fundindo” Objetivos?
  - Baseado numa solução
    - Menor Opção
    - Mais relevante
    - Melhor Combinação
  - Otimizar “em volta de”
  - **244 \$ / 6.950 litros / 2 acidentes**
  - Diferenças numéricas adimensionais
  - Pesos...

## Adicionando Solução Base + Desvio %

J12    :    x    ✓    ✕    = (J8-C12)/C12

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1											
2	Mina de Carvão										
3											
4	Mina	Número de meses com turno extra	Produção			Mina	Custo \$/Mês	Resíduos Litros/Mês	Acidentes		
5			Baixa	Media	Alta	Withe /Turno	40.000	800	0,2		
6	Withe /turno	4,00	10	4	12	Giles /Turno	32.000	1.250	0,45		
7	Giles /turno	3,00	20	4	4						
8	Total		100	28	60	Custos Produção	256.000	\$			
9	Demanda		100	28	48	Tóxico produzido	6.950	litros			
10						Acidentes	2	acidentes			
11											
12	Meta proposta	244.000	\$			Desvio Observado	5%				
13		6.950	litros				0%				
14		2	acidentes				8%				
15						Soma	12%				
16											

### Possibilidade dos pesos

Mina	Número de meses com turno extra	Produção			Mina	Custo \$/Mês	Resíduos Litros/Mês	Acidentes
		Baixa	Media	Alta				
Withe /turno	4,00	10	4	12	Withe /Turno	40.000	800	0,2
Giles /turno	3,00	20	4	4	Giles /Turno	32.000	1.250	0,45
<b>Total</b>		100	28	60	<b>Custos Produção</b>		256.000	\$
<b>Demanda</b>		100	28	48	<b>Tóxico produzido</b>		6.950	litros
					<b>Acidentes</b>		2	acidentes

Meta proposta	244.000	\$			Peso	Total		
	6950	litros			Desvio	5%	1,0	5%
	2	acidentes			Observado	0%	2,0	0%
						7%	5,0	37%
					<b>Total</b>	12%	8	42%




## Como está o Modelo?

**Marcos A. Teixeira**  
 Professor Adjunto TER  
 Dep. Engenharia Agrícola e Ambiental  
 UFF – Universidade Federal Fluminense  
 marcos\_teixeira@id.uff.br  
 marcosateixeira@uol.com.br