

3. ESPECIFICAÇÃO DE MATÉRIA PRIMA (ITABIRITO)

PARA A USINA DE CONCENTRAÇÃO DO CAUÊ

AUTORES: P.V. PÓVOA
P.F. FERREIRA

Sumário: Os dados dos relatórios da produção diária, foram utilizados para cálculo dos valores de uma função-objetivo a ser otimizada. A atuação da equipe de controle do processo e também da instrumentação da usina foram assumidos como variáveis aleatórias; o que significa que, para cada pilha alimentada, as características dos produtos dependeram preponderantemente da matéria prima.

Os erros experimentais, juntamente com as diferenças de atuação das equipes e da instrumentação foram quantificados.

Método Utilizado:

Foram considerados os caracterizadores principais da pilha de alimentação (Itabirito do Cauê), os quais estão associados a valores ideais, máximos e mínimos.

CARACTERIZADORES	VALOR (%)		
	IDEAL	REALIZÁVEL	
		MÍNIMO	MÁXIMO
Teor em Fe da Pilha	53,0	48,0	55,0
Teor em Fe (-1/4", + 18#)	66,0	63,0	66,0
Fragão + 18 #	34,0	28,0	36,0
Fragão -200 #	20,0	15,0	26,0
Fragão -1.00 #	44,0	38,0	55,0

Estes intervalos de valores realizáveis foram divididos inicialmente em 6 (seis) intervalos de classe disjuntos, que poderiam ser agrupados. Esta divisão em 6 (seis) intervalos de classe gerou 6^5 combinações.

Um programa do minicomputador (HP 9100 B, com 0,4K*Words de 6 bits) imprimiu os índices dos valores da função-objetivo definindo assim os tipos de combinações dos 5 caracterizadores acima, cada um em um dos 6 intervalos de classe.

Exemplificando, o índice 13562 significa que:

o Teor em Fe da Pilha pertence ao 1º intervalo.

(isto é, está entre 48,0% e 49,1%)

o Teor em Fe ($-1/4''$, $+ 18 \#$) pertence ao 3º intervalo

(isto é, está entre 64,0% e 64,5%)

a fração $+ 18 \#$ pertence ao 5º intervalo

(isto é, está entre 33,2% e 34,6%)

a fração $-200 \#$ pertence ao 6º intervalo

(isto é, está entre 24,0% e 26,0%)

a fração $-100 \#$ pertence ao respectivo 2º intervalo

(isto é, está entre 40,8% e 43,6%)

Dentre os atributos dos produtos da usina, listados nos relatórios diários, foram selecionados os da página seguinte, com os respectivos níveis ideais e níveis permitidos, para a situação atual da usina e demanda do mercado.

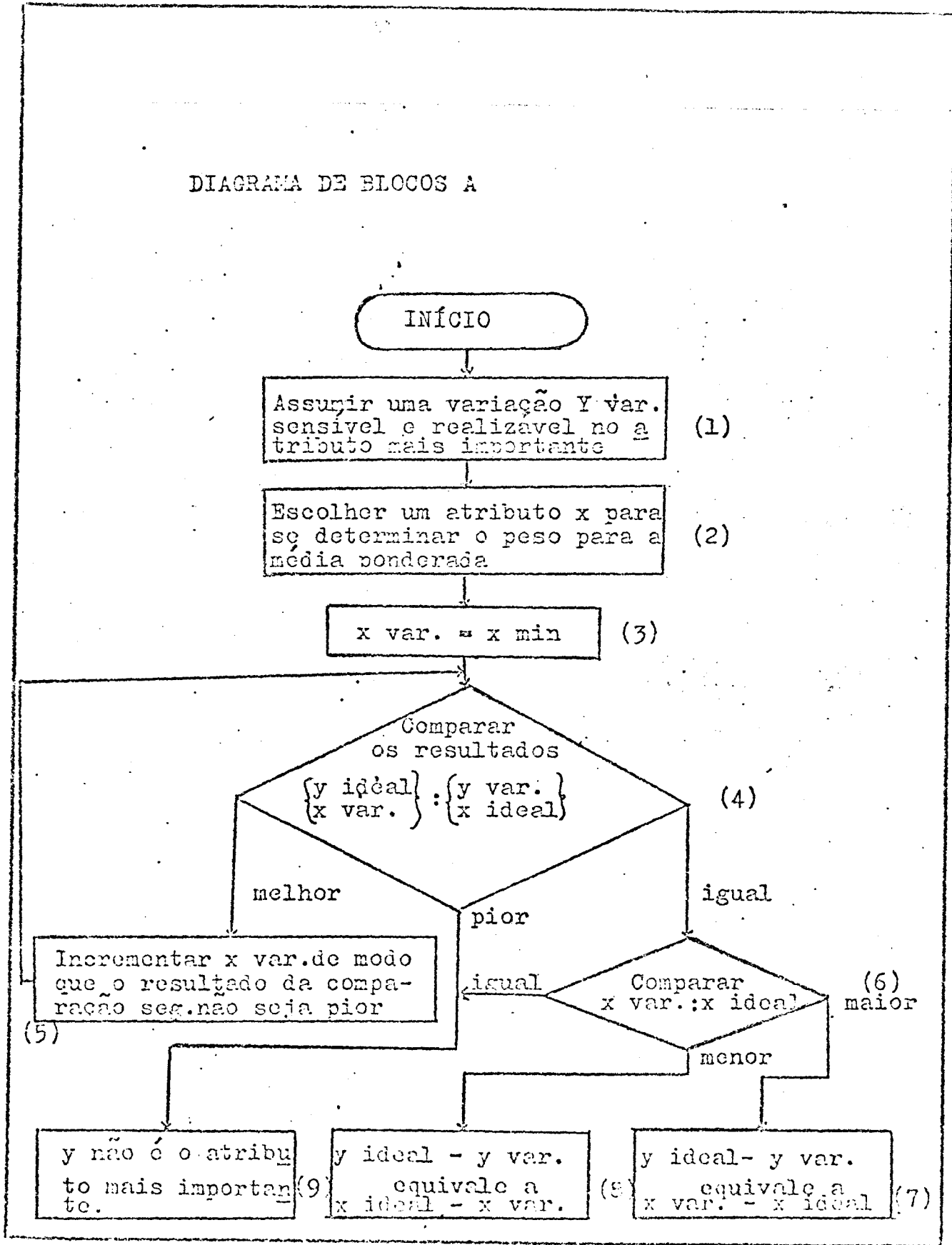
	ATRIBUTO	N Í V E L		
		IDEAL	PERMITIDO	
			MÍNIMO	MÁXIMO
SINTER FEED B (SPB)	Rendimento em Massa	43,0%	36,0%	-
	Fração + 1/4"	7,0%	7,0%	10,0%
	Fração -100 #	36,0%	33,0%	39,5%
	Fração -200 #	15,0%	12,0%	17,0%
	Teor em Fe	66,0%	65,0%	67,5%
PELLET FEED	Rendimento em Massa	22,0%	0,0%	25,0%
	Teor em Fe	67,5%	66,5%	67,5%
CONCENT. JONES	Recuperação Metalúrgica	95,0%	92,0%	97,0%
	Teor em Fe no Rejeito	10,0%	0,0%	15,0%
	Toneladas por hora na linha	140	130	-

A função-objetivo a otimizar foi estabelecida admitindo-se as seguintes hipóteses:

- a) Todos os atributos deveriam influir na função objetivo.
- b) Os efeitos de cada atributo deveriam ser proporcionais aos desvios com relação ao nível ideal do mesmo.
- c) Os efeitos do item b deveriam ser superpostos levando-se em conta as equivalências entre eles.

Com estas hipóteses, chegamos a uma função que nada mais foi que uma média ponderada dos desvios com relação aos respectivos valores ideais. Os pesos desta média ponderada foram estabelecidos através de entrevistas ao engenheiro de Processo, quando foram feitas perguntas sequenciais que obedeceram à seguinte rotina:

DIAGRAMA DE BLOCOS A



Exemplificando:

(Os números entre parênteses referem-se aos blocos do Diagrama A).

- (1) Assumimos como o atributo mais importante o Rendimento em massa do SFB (Y)

Y ideal	Y var.	a qual é { realizável e sensível
43%	40%	

- (2) O atributo escolhido é o Teor em Fe no Rejeito (x)

- (3) X var. = 0 (valor mínimo do Teor em Fe)

- (4) 1ª Comparação $\left\{ \begin{array}{l} Y \text{ ideal} = 43\% \\ X \text{ var.} = 0\% \end{array} \right\} : \left\{ \begin{array}{l} Y \text{ var.} = 40\% \\ X \text{ ideal} = 10\% \end{array} \right\}$

1ª resposta: o 1º conjunto é melhor (portanto, vá para (5))

- (5) X var. = 1% . A etapa seguinte é a (4)

- (4) 2ª Comparação $\left\{ \begin{array}{l} Y \text{ ideal} = 43\% \\ X \text{ var.} = 1\% \end{array} \right\} : \left\{ \begin{array}{l} Y \text{ var.} = 40\% \\ X \text{ ideal} = 10\% \end{array} \right\}$

2ª resposta: o 1º conjunto é melhor (portanto, vá para (5))

- (5) X var. = 3%

- (4) 3ª Comparação $\left\{ \begin{array}{l} Y \text{ ideal} = 43\% \\ X \text{ var.} = 3\% \end{array} \right\} : \left\{ \begin{array}{l} Y \text{ var.} = 40\% \\ X \text{ ideal} = 10\% \end{array} \right\}$

3ª resposta: o 1º conjunto é melhor (portanto, vá para (5)) e assim por diante até quando

- (5) X var. = 14%

Na comparação $\left\{ \begin{array}{l} Y \text{ ideal} = 43\% \\ X \text{ var.} = 14\% \end{array} \right\} : \left\{ \begin{array}{l} Y \text{ var.} = 40\% \\ X \text{ ideal} = 10\% \end{array} \right\}$

Na resposta: Ambos se equivalem (portanto, vá para (6))

- (6) X var. = 14% > X ideal = 10% (portanto, vá para (7))

- (7) (Y ideal - Y var.) equivale a (X var. - X ideal)

(43% - 40%) equivale a (14% - 10%)

Portanto estamos dispostos a elevar o teor em Fe do rejeito (x) em 4% em troca de um aumento de 3% no Rendimento em massa de SFB.

Anteriormente foi executada a rotina da página anterior para os demais atributos e uma vez que todas as equivalências foram estabelecidas com relação ao rendimento em massa de SFB, todos os desvios puderam ser convertidos em uma única diferença equivalente. Tivemos os seguintes resultados para a Usina Cauê:

		N. Ideal	Desvio	Peso	Símbolo
SFB	Rendimento em massa SFB	43,0%	3%	1/3	a
	Fração + 1/4"	7,0%	2%	1/2	b
	Fração - 100 #	36,0%	2%	1/2	c
	Fração - 200 #	15,0%	1%	1	d
	Teor em Fe	66,0%	0,5%	2	e
P.F.	Rendimento em massa	22,0%	6,0%	1/6	f
	Teor em Fe	67,5%	1,0%	1	g
CONC. JONES	Recuperação metalúrgica	95,0%	1,5%	1/1,5	h
	Teor em Fe no rejeito	10,0%	4,0%	1/4	i
ALL- MIN- FRACÃO	Ton/hora na linha	140ton/h	10t/h	1/10	j
Soma dos Pesos = 6,5167					

A função-objetivo deveria levar em conta os sinais dos desvios e convencionou-se: quando um resultado de 1 atributo fosse melhor que o ideal, a parcela do mesmo na função-objetivo seria negativa. Nossa otimização passou a ser: Tornar mínima a função abaixo:

$$F = \frac{1}{3}(43-a) + \frac{1}{2}(b-7) + \frac{1}{2}(c-36) + (d-15) + 2(66-e) + \frac{1}{6}(f-22) +$$

$$+ \frac{1}{6}(67,5-g) + \frac{1}{1,5}(95-h) + \frac{1}{4}(i-10) + \frac{1}{10}(140-j)$$

a qual assume valor zero para os níveis ideais dos atributos, podendo ser negativa.