

Tentativa e Erro

Prof. Daniel Emygdio de Faria Filho
fariafilho@usp.br

1

Tentativa e Erro

Generalização

2

Tentativa e Erro

Representação matemática

Equação de atendimento da exigência nutricional (pelo menos uma)
 $a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n = b$

Equação de quantidade
 $x_1 + x_2 + \dots + x_n = 1$

Restrição de não negatividade
 $x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0$

Onde,
 x_1, x_2, \dots, x_n são os ingredientes e/ou aditivos. Essas são as incógnitas do problema.
 a_1, a_2, \dots, a_n é a composição nutricional associada aos ingredientes e/ou aditivos.
 "n" refere-se ao número de ingredientes e/ou aditivos.
 b é a exigência nutricional.

3

Tentativa e Erro

Tipos de Tentativas

Formas	Descrição	Observações
Aleatória	Cada tentativa é escolhida de forma aleatória.	Pode demorar muito e o processo é muito ineficiente.

Adaptado de Wood (1992)

4

Tentativa e Erro

Tipos de Tentativas

Formas	Descrição	Observações
Aleatória	Cada tentativa é escolhida de forma aleatória.	Pode demorar muito e o processo é muito ineficiente.
Sistemática	Escolhe-se uma regra para variar de uma tentativa para outra.	Normalmente é mais eficiente do que a Aleatória.

Adaptado de Wood (1992)

5

Tentativa e Erro

Tipos de Tentativas

Formas	Descrição	Observações
Aleatória	Cada tentativa é escolhida de forma aleatória.	Pode demorar muito e o processo é muito ineficiente.
Sistemática	Escolhe-se uma regra para variar de uma tentativa para outra.	Normalmente é mais eficiente do que a Aleatória.
Orientada	Faz-se uma tentativa. Caso o problema não tenha sido resolvido, usa-se informações da tentativa anterior para fazer a próxima.	É a forma mais eficiente, contudo a agilidade depende da experiência do formulador. É o método mais recomendado.

Adaptado de Wood (1992)

6

Tentativa e Erro

Exercício 1

- ✓ Considere o milho com 9% de PB na MN e o farelo de soja com 45% de PB na MN. Encontre uma mistura para conter 20% de PB na MN.

Representação matemática?

$$9x_1 + 45x_2 = 20$$

$$x_1 + x_2 = 1$$

$$x_1 \text{ e } x_2 \geq 0$$

x_1 = milho e x_2 = farelo de soja

Use uma Planilha Eletrônica e resolva por Tentativa e Erro.

7

Tentativa e Erro

Exercício 1 – Resposta

Mistura (na matéria natural)

Ingredientes	% em decimais	%
Milho	0,694444	69,4444
Farelo de soja	0,305556	30,5556
Total	1	100

Composição calculada

Proteína bruta (%)	20,00	20,00
--------------------	-------	-------

Solução única **factível**

8

Tentativa e Erro

Exercício 2

- ✓ Considere o sorgo baixo tanino com 700 g/kg de NDT na MN e o feno de braquiária com 450 g/kg de NDT na MN. Encontre uma mistura para conter 620 g/kg de NDT na MN.

Representação matemática?

$$700x_1 + 450x_2 = 620$$

$$x_1 + x_2 = 1$$

$$x_1 \text{ e } x_2 \geq 0$$

x_1 = sorgo baixo tanino e x_2 = feno de braquiária

Use uma Planilha Eletrônica e resolva por Tentativa e Erro

9

Tentativa e Erro

Exercício 2 – Resposta

Mistura (na matéria natural)

Ingredientes	%	g/kg
Feno de braquiária	32	320
Sorgo baixo tanino	68	680
Total	100	1000

Composição calculada

NDT	62	620
-----	----	-----

NDT = nutrientes digestíveis totais

Solução única **factível**

10

Tentativa e Erro

Exercício 3

- ✓ Considere o milho com 3350 kcal/kg e o farelo de soja com 2250 kcal/kg de energia metabolizável. Encontre uma mistura para conter 3000 kcal/kg.

Representação matemática?

$$3350x_1 + 2250x_2 = 3000$$

$$x_1 + x_2 = 1$$

$$x_1 \text{ e } x_2 \geq 0$$

x_1 = Milho e x_2 = Farelo de soja

Use uma Planilha Eletrônica e resolva por Tentativa e Erro

11

Tentativa e Erro

Exercício 3 – Resposta

Mistura (na matéria natural)

Ingredientes	%	% decimais
Milho	68,1818	0,681818
Farelo de soja	31,8182	0,318182
Total	100	1

Composição calculada

Energia metabolizável (kcal/kg)	3000	3000
---------------------------------	------	------

Solução única **factível**

12

Tentativa e Erro

Exercício 4

- ✓ Considere o farelo de algodão com 33% de PB na MS e a farelo de soja com 51% de PB na MS. Encontre uma mistura para conter 22% de PB na MS.

Representação matemática?

$$33x_1 + 51x_2 = 22$$

$$x_1 + x_2 = 1$$

$$x_1 e x_2 \geq 0$$

x_1 = farelo de algodão e x_2 = Farelo de soja

Use uma Planilha Eletrônica e resolva por Tentativa e Erro

13

Tentativa e Erro

Exercício 4 – Resposta

- ✓ Considere o farelo de algodão com 33% de PB na MS e a farelo de soja com 51% de PB na MS. Encontre uma mistura para conter 22% de PB na MS.

- O Exercício 4 tem **solução matemática**, mas essa é **infactível** para formulação de ração. A solução matemática é farelo de algodão = 1,6111 e farelo de soja = -0,6111.

Solução única infactível

14

Tentativa e Erro

Exercício 5 – Exigência relativa

- ✓ Considere o milho com 9% de PB na MN e o farelo de soja com 45% de PB na MN. A exigência nutricional é de 22 g de PB e de 110 g de ração por dia. Encontre a mistura para atender a exigência.

Exigência relativa

110 g ração ---- 22 g de PB

100 g ração ---- **X = 20 g de PB (=20%)**

Representação matemática?

$$9x_1 + 45x_2 = 20$$

$$x_1 + x_2 = 1$$

$$x_1 e x_2 \geq 0$$

x_1 = Milho e x_2 = Farelo de soja

15

Tentativa e Erro

Exercício 5

- ✓ Considere o milho com 9% de PB na MN e o farelo de soja com 45% de PB na MN. A exigência nutricional é de 22 g de PB e de 110 g de ração por dia. Encontre a mistura para atender a exigência.

$$0,09x_1 + 0,45x_2 = 22$$

Representação matemática?

$$x_1 + x_2 = 110$$

$$x_1 e x_2 \geq 0$$

x_1 = Milho e x_2 = Farelo de soja

Use uma Planilha Eletrônica e resolva por Tentativa e Erro

Solução única factível

16

Tentativa e Erro

Exercício 5 – Resposta (= Exercício 1)

Mistura (na matéria natural)

Ingredientes	110 g	%
Milho	76,3888	69,4444
Farelo de soja	33,6112	30,5556
Total	110	100

Composição calculada

Proteína bruta	22,00	20,00
----------------	-------	-------

Solução única factível

17

Tentativa e Erro

Exercício 6

Considere:

Ingredientes	MS (%)	PB (% MS)
Silagem de milho	31	8
Sorgo baixo tanino	88	11
Farelo de soja	89	51

Pede-se:

Encontre uma mistura desses ingredientes para conter 15% de PB na MS. Fixe a silagem de milho em 40% da MS.

18

Tentativa e Erro

Exercício 6

Representação matemática?

x_1 = silagem de milho,
 x_2 = sorgo baixo tanino
 x_3 = farelo de soja

$$8x_1 + 11x_2 + 51x_3 = 15$$

$$x_1 + x_2 + x_3 = 1$$

$$x_1, x_2 \text{ e } x_3 \geq 0$$

A silagem de milho foi fixa em 40%. Então,

$$x_1 = 40\% = 0,40$$

Tentativa e Erro

Exercício 6

Representação matemática?

x_1 = silagem de milho,
 x_2 = sorgo baixo tanino
 x_3 = farelo de soja

Resolva em Planilha
 Eletrônica por
 Tentativa e Erro.

$$x_1 = 40\% = 0,40$$

$$8x_1 + 11x_2 + 51x_3 = 15$$

$$x_1 + x_2 + x_3 = 1$$

$$8 \cdot (0,4) + 11x_2 + 51x_3 = 15$$

$$(0,4) + x_2 + x_3 = 1$$

$$11x_2 + 51x_3 = 15 - 3,2$$

$$x_2 + x_3 = 1 - 0,4$$

$$11x_2 + 51x_3 = 11,8$$

$$x_2 + x_3 = 0,6$$

19

20

Tentativa e Erro

Exercício 6 – Resposta

Mistura (% em decimais)

Ingredientes	MS (%)	Na MS	Na MN
Silagem de milho	31	0,40	0,654826
Sorgo baixo tanino	88	0,47	0,271046
Farelo de soja	89	0,13	0,074128
Total		1	1
Composição calculada			
Proteína bruta (%)		15	

Solução única factível

Tentativa e Erro

Exercício 7

- ✓ **Considere:** um animal que precisa ingerir, diariamente, 10 kg de MS, 1,3 kg de PB na MS e 6,8 kg de NDT na MS.

Composição nutricional na matéria seca.

Ingredientes	MS (%)	PB (%)	NDT (%)
Silagem	30	9	52
Milho grão	91	10	85
Farelo de soja	89	51	81

- ✓ **Pede-se:** encontre uma mistura de feno de braquiária, milho e farelo de soja para atender à exigência nutricional.

21

22

Tentativa e Erro

Exercício 7

Representação matemática?

x_1 = feno de braquiária
 x_2 = milho grão
 x_3 = farelo de soja

Resolva em Planilha
 Eletrônica por
 Tentativa e Erro.

Forma Relativa

$$9x_1 + 10x_2 + 51x_3 = 13$$

$$52x_1 + 85x_2 + 81x_3 = 68$$

$$x_1 + x_2 + x_3 = 1$$

$$x_1, x_2 \text{ e } x_3 \geq 0$$

Forma Absoluta

$$0,09x_1 + 0,10x_2 + 0,51x_3 = 1,3$$

$$0,52x_1 + 0,85x_2 + 0,81x_3 = 6,8$$

$$x_1 + x_2 + x_3 = 10$$

$$x_1, x_2 \text{ e } x_3 \geq 0$$

Tentativa e Erro

Exercício 7 – Resposta

Mistura

Ingredientes	Na MS		Na MN
	% decimais	10 kg	22,28933 kg
Silagem	0,504791	5,04791	16,82637
Milho	0,409726	4,09726	4,50248
Farelo de soja	0,085483	0,85483	0,96048
Total	1	10	22,28933
Composição calculada			
PB	13 (%)	1,3 kg	
NDT	68 (%)	6,8 kg	

Solução única factível

23

24

Tentativa e Erro

Exercício 8

Considere:

- Os ingredientes e aditivos da Tabela 1.
- As exigências nutricionais: 22% de PB, 0,90% de Ca, 0,45% de Pd, 0,20% de Na, 2950 kcal/kg de EM, 0,90% de M+C dig e 1,25% de Lis dig.
- Premix incluso em 4 kg/ton de ração.
- Deixar um espaço de reserva de 7,1%.

Pede-se:

- Formular a ração usando o conceito de espaço de reserva e quadrado de Pearson.

25

Tentativa e Erro

Exercício 8

Considere:

- Os ingredientes e aditivos da Tabela 1.
- As exigências nutricionais: 22% de PB, 0,90% de Ca, 0,45% de Pd, 0,20% de Na, 2950 kcal/kg de EM, 0,90% de M+C dig e 1,25% de Lis dig.
- Premix incluso em 4 kg/ton de ração.
- Deixar um espaço de reserva de 7,1%.

Pede-se:

- Formular a ração usando o conceito de espaço de reserva.
- Resolver o modelo completo por tentativa e erro.

26

Tentativa e Erro

Exercício 8

Representação
matemática?

Dados

Ingrediente	PB (% da MN)
Milho	8
Farelo de soja	45
Exigência	22

Espaço de reserva = 7,1%

$$8x_1 + 45x_2 = 22$$

$$x_1 + x_2 = 0,929$$

$$x_1 \text{ e } x_2 \geq 0$$

x_1 = milho
 x_2 = farelo de soja

Solução única factível

$$x_1 = 0,535270$$

$$x_2 = 0,393730$$

Nessa abordagem deve-se preencher o espaço de reserva com os ingredientes ou aditivos apropriados para atender as exigências dos demais nutrientes.

27

Tentativa e Erro

Exercício 8 – Modelo Completo

$$3380x_1 + 2250x_2 + 8790x_3 + 0x_4 + 0x_5 + 0x_6 + 0x_7 + 0x_8 + 0x_9 = 2950$$

$$8x_1 + 45x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 0x_5 + 0x_6 + 0x_7 + 0x_8 + 0x_9 = 22$$

$$0,06x_1 + 0,20x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 18,5x_5 + 0x_6 + 0x_7 + 0x_8 + 0x_9 = 0,45$$

$$0,03x_1 + 0,25x_2 + 0x_3 + 37,7x_4 + 24,5x_5 + 0x_6 + 0x_7 + 0x_8 + 0x_9 = 0,90$$

$$0,02x_1 + 0,02x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 0x_5 + 39,7x_6 + 0x_7 + 0x_8 + 0x_9 = 0,20$$

$$0,20x_1 + 2,55x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 0x_5 + 0x_6 + 0x_7 + 78x_8 + 0x_9 = 1,25$$

$$0,30x_1 + 1,15x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 0x_5 + 0x_6 + 98x_7 + 0x_8 + 0x_9 = 0,90$$

$$0x_1 + 0x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 0x_5 + 0x_6 + 0x_7 + 0x_8 + 1x_9 = 0,004$$

$$1x_1 + 1x_2 + 1x_3 + 1x_4 + 1x_5 + 1x_6 + 1x_7 + 1x_8 + 1x_9 = 1$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9 \geq 0$$

x_1 = milho, x_2 = farelo de soja, x_3 = óleo de soja, x_4 = calcário calcítico, x_5 = fosfato bicálcico, x_6 = sal comum, x_7 = DL-metionina, x_8 = L-lisina e x_9 = premix.

28

Obrigado!

Prof. Daniel Emygdio de Faria Filho
fariafilho@usp.br



29