



1ª Lista de Exercícios Balanço de Massa

1. (*Singh, Heldman, 2009; Exemplo 1.7*) Determinado alimento possui umidade de 70%. Sabendo que um processo de secagem retira 80% da água contida no produto, determine a concentração de sólidos no produto final. Considere a utilização de 1 kg de matéria prima.

2. Uma empresa pretende processar suco de laranja adoçado e concentrado. Para isso, parte de frutos cujo suco está a 11,0°Brix e açúcar cristal. Após extração, adiciona-se açúcar ao suco até concentração de 13,0°Brix que, após pasteurização, é concentrado até 65,0°Brix.
 - a) Supondo que a vazão inicial de suco seja de 1.000 kg/h, qual a massa de açúcar necessária por hora de produção?
 - b) Qual a vazão de água evaporada?

3. Se a empresa do exercício anterior trocasse o uso de açúcar cristal por açúcar líquido (xarope de sacarose à 60°Brix):
 - a) Qual seria a vazão de açúcar líquido utilizada? Suponha a mesma vazão inicial de suco.
 - b) Qual a vazão de água evaporada?
 - c) Utilizando o açúcar líquido, água potável e/ou açúcar cristal, como se prepararia: 100 kg de xarope a 52°Brix?
 - d) 58 kg de xarope a 63°Brix?
 - e) Do que resultaria a mistura dos xaropes descritos em (c) e (d)?

4. (*Earle, Earle, 1983; Exemplo 2.7*) Uma planta industrial produz carne bovina moída com 15% (m/m) de gordura. Sabendo que a empresa parte de carne de vaca com 23% de gordura e de boi com 5% de gordura, calcule a proporção utilizada das matérias primas.

5. Uma empresa deseja produzir doce de leite, utilizando açúcar cristal e leite integral (cerca de 4,5 g de lactose / 100 g de leite). A concentração inicial máxima de açúcar permitida por lei (Portaria nº354, de 04 de setembro de 1997, MAPA) é de 30% (m/m) da massa de leite, e o rendimento médio dessa produção é de 40%. Para uma produção de 100 kg, determine:
 - a) A concentração de lactose no produto final.
 - b) A concentração de lactose nos açúcares do doce.
 - c) A concentração da gordura do leite (inicialmente cerca de 4g / 100g leite) no produto final.

6. Uma ração animal é preparada com os ingredientes A, B, C e D, segundo a formulação apresentada abaixo. Após mistura dos ingredientes, a massa obtida segue para extrusão, onde além de ter seu volume aumentado, tem sua umidade reduzida para 2,1%.

Ingredientes	Proporção (%)	Umidade (%)
A	30,8	5,0
B	12,4	3,2
C	5,3	15,3
D	51,5	4,8

- Sabendo que foram obtidos 500 kg de massa após a mistura dos ingredientes, qual a umidade dessa massa?
- Qual a massa de água evaporada no extrusor?
- Qual o rendimento do processo?

7. No processamento de doce de abóbora com coco, foram utilizados quatro ingredientes, segundo a formulação à seguir:

Ingredientes	Quantidade (kg)	Sólidos Solúveis (°Brix)*
polpa de abóbora	400	8,2
coco ralado	220	92,0
sacarose	100	100,0
xarope de glicose	90	84,0

* considerando-se (% sólidos solúveis) \approx (% sólidos totais)

- Qual a umidade da mistura desses ingredientes?
- Após concentração dessa mistura em tacho encamisado até 68°Brix, qual a quantidade de água evaporada?
- Quantas latas de 300 g podem ser preenchidas com essa produção se o rendimento na transferência do tacho para as latas (devido às perdas) for de 90%?
- Qual o rendimento total do processo (após envase)?
- Qual o rendimento de sólidos do processo?

8. No processamento de filés de tilápia, os peixes são descabeçados, tem suas vísceras retiradas e então seus filés são retirados por operadores treinados, sendo então embalados e congelados. Supondo que a cabeça dos peixes represente 10% de sua massa corpórea, que suas vísceras representem 13%, que seus ossos representem 12% (à exceção do crânio) e desconsiderando a presença de carne na cabeça, calcule:

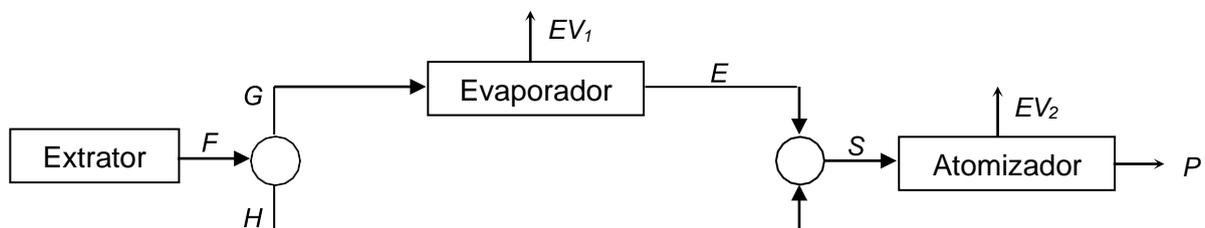
- Qual a massa teórica de carne obtida no processamento de 200 kg de tilápias? Qual o rendimento total teórico desse processo?
- Sabendo que o rendimento em relação à carne na obtenção dos filés seja de 82%, qual a massa de filés obtida?
- Com base na informação do item (b), qual a massa de carne que sobra nos ossos do peixe? Qual o rendimento total do processo?

9. (Silveira Júnior et al., 2013; Exercício Proposto 13.6) O suco concentrado (C) é preparado partindo do suco extraído da fruta (E). Em 100 kg desse suco recém-extraído encontram-se 4% em massa de sólidos solúveis e 10% em massa de sólidos insolúveis. Todos os sólidos insolúveis são retidos em um filtro (F; admita que o filtro retenha apenas os sólidos insolúveis) e o suco filtrado segue para um evaporador. Se a concentração final de suco concentrado deve ser de 20% em massa de sólidos solúveis, qual é a massa de água que deve ser evaporada?

10. Na produção de determinado doce concentra-se uma mistura de fruta (12°Brix) e açúcar cristal em tacho aberto até concentração de 70°Brix. Utiliza-se pectina (1% da massa de açúcar adicionada) para obtenção da textura desejada. Sabendo que a mistura fruta:açúcar é realizada na proporção de 60:40, e que são utilizados 50 kg de fruta por batelada, calcule:

- A quantidade de doce produzida por batelada.
- O rendimento no tacho do processo (em relação à massa de doce presente no tacho ao fim do processo).

11. (Lopes, 2003; adaptado) Na fabricação de café solúvel por atomização, o extrato que sai da bateria de extratores contém cerca de 25% de sólidos, sendo concentrado por evaporação até 42%. O concentrado é então seco em um atomizador ("spray-dryer") até umidade final de 5%. Como a maior parte do aroma perdido é na concentração, uma alternativa bastante utilizada é a separação da corrente de extrato em duas. Em uma delas, que é quatro vezes maior do que a outra, o extrato é concentrado no evaporador, enquanto que a corrente menor não sofre nenhum tratamento. Sendo assim, após concentração da corrente maior, as duas são misturadas (42% de sólidos) e alimentadas no atomizador. O produto obtido dessa forma possui aroma e sabor melhores do que aquele em que todo o extrato sofreu concentração no evaporador. Para uma produção de 100 kg/h de café solúvel, pergunta-se:



- Determine todas as correntes do problema
- Qual a concentração da corrente concentrada antes da mistura com a sem tratamento?
- Qual o rendimento do evaporador? E do atomizador?
- Qual o rendimento do processo em relação ao extrato?

12. Uma empresa deseja fazer geleia extra de abacaxi (65°Brix; mesma proporção de fruta ou equivalente e açúcares na formulação inicial) à partir de suco dessa fruta (11°Brix), pectina e açúcares. Por razões práticas, porém, não utiliza açúcar cristal e sim xaropes. Utilizando dois tipos de xarope, um de sacarose (63°Brix) e outro de glicose (84°Brix), evita-se problemas com cristalização e doçura

excessiva. Sabendo que a concentração de glicose deve ser de um terço da de sacarose, e que fora adicionado 1% de pectina cítrica em relação à massa de açúcares, pergunta-se:

- a) Qual a formulação da geleia, se a produção for de 200 kg?
- b) Qual o rendimento total do processo?
- c) Qual a concentração final de sólidos da fruta na geleia? E nos sólidos da geleia?

13. Em um rótulo de achocolatado em pó, lê-se as seguintes informações:

- Modo de preparo: adicionar 25 g de produto em um copo (200 mL) de leite; adoçar à gosto.
- Na informação nutricional: 25 g de produto contêm 23 g de carboidratos.

Sabendo que o consumidor prepara seu achocolatado líquido seguindo as instruções do rótulo e adicionando mais uma colher rasa de açúcar (10 g) e considerando a densidade do leite 1g/cm^3 e sua concentração de lactose igual a 4,5 g / 100 g, pergunta-se:

- a) Qual a concentração final de carboidratos no achocolatado líquido?
- b) Qual a proporção de lactose nos carboidratos do produto final?

14. (Lopes, 2003; adaptado) Chá solúvel pode ser produzido através do processo descrito a seguir. As folhas (25% de umidade, 25% de sólidos solúveis e 50% de sólidos insolúveis) são trituradas e misturadas com água a 45°C , sendo mantidas sob agitação por determinado tempo para extração dos sólidos solúveis. Após tempo de extração, a suspensão é filtrada, obtendo-se uma solução com 5% de sólidos solúveis, ficando o resíduo com 80% de umidade. A solução é então concentrada em evaporadores a vácuo até 40% de sólidos solúveis, seguindo para um processo de atomização (*spray dryer*) para secagem até 4% de umidade. Sabendo que 90% dos sólidos solúveis das folhas são extraídos, calcule:

- a) A quantidade de folhas de chá necessárias para a produção de 1,0 kg de produto.
- b) A quantidade de água retirada no evaporador e no atomizador.

15. (Singh, Heldman, 2009; Exemplo 1.8) Um sistema de separação por membranas é utilizado para concentração do teor de sólidos em um alimento de 10% para 30%. O sistema é realizado em dois estágios, uma vez que a concentração do produto obtido com apenas um estágio é inferior ao desejado. O primeiro estágio do sistema concentra o produto até 25% de sólidos, sendo que o permeado ainda contém 0,5% de sólidos. O segundo estágio concentra então o produto até 30% de sólidos, sendo seu permeado (2% de sólidos) misturado à corrente de alimentação para garantia de maior eficiência do processo (essa corrente é chamada de corrente de reciclo). Determine a magnitude da corrente de reciclo para a produção de 100 kg/min do produto final.

16. Uma empresa alimentícia produz derivados de tomate a partir desse fruto (3°Brix). Para tal, seleciona uma variedade com bom rendimento de processo, maximizando assim seus lucros. Ao chegar na empresa, tais tomates são lavados, selecionados e triturados à quente (*hot break*), seguindo então

para um despulpador. O produto obtido após remoção de cascas e sementes passa então por um processo UHT (115°C/30s), sendo dividido em duas correntes. A primeira delas, quatro vezes menor do que a outra, segue para a produção de suco de tomate. A segunda corrente segue para concentração, onde são obtidos a polpa concentrada (22°Brix) e o extrato de tomate (30°Brix) (concentrações obtidas na saída do sistema de evaporadores, isto é, antes da adição de sal). Após concentração, a polpa concentrada sofre adição 2% de sal e o extrato de tomate, 3%, sendo então devidamente embalados e comercializados. Sabendo que são retirados do despulpador 1.000 kg/h de tomate triturado sem casca e sem semente e que o total de sal utilizado é igualmente dividido entre a polpa concentrada e o extrato de tomate, calcule:

- a) A quantidade de sal utilizada e a água evaporada.
- b) Misturando-se as correntes de polpa concentrada salgada e extrato de tomate salgado, qual a concentração de sal no produto obtido?
- c) Qual a concentração de sólidos do tomate na mistura?

Respostas

1. 68%
2. a) 23 kg, b) 818,4 kg/h
3. a) 42,6 kg/h, b) 834,1 kg/h, c) 13,3 kg de água + 86,7 kg de açúcar líquido, d) 4,4 kg de açúcar cristal + 53,6 kg de açúcar líquido, e) 158 kg de xarope 56°Brix
4. 55,6 (vaca) / 44,4 (boi)
5. a) 8,7 g/100g, b) 13,0 g/100g, c) 7,7 g/100g
6. a) 5,2%, b) 15,8 kg, c) 96,8%
7. a) 50%, b) 214,4 kg, c) 1.786, d) 66%, e) 90%
8. a) 130 kg, 65%, b) 106,6 kg, c) 23,4 kg e 53%
9. 70 kg
10. a) 56,6 kg, b) 67,8%
11. a) $F = 380 \text{ kg/h}$, $G = 304 \text{ kg/h}$, $H = 76 \text{ kg/h}$, $EV1 = 153,8 \text{ kg/h}$, $EV2 = 126,2 \text{ kg/h}$, $S = 226,2 \text{ kg/h}$, $E = 150,2 \text{ kg/h}$, b) 51%, c) 44,2% (atomizador) e 49,4% (evaporador), d) 26,3%
12. a) 116,0 kg de suco de fruta + 34,5 kg de xarope de glicose + 138,2 kg de xarope de sacarose + 1,2 kg de pectina, b) 70%, c) 6,4% (em relação à geleia) e 9,8% (em relação aos sólidos da geleia)
13. a) 18%, b) 21%
14. a) 4,3 kg; b) 16,8 kg (evaporador) e 1,4 kg (atomizador)
15. 21,7 kg/min
16. a) 2,2 kg/h de sal e 705 kg/h, b) 2,3%, c) 25%

Referências

Earle, R. L.; Earle, M. D. *Unit Operations in Food Processing*. The New Zealand Institute of Food Science & Technology, Web Edition, Disponível em: <<http://www.nzifst.org.nz/unitoperations>>, acesso em 06/02/2014, 1983.

Lopes, C. C. *TA433: Fundamentos de Engenharia de Alimentos (Notas de Aula)*. Campinas: Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), 2003.

Silveira Júnior, V.; Carciofi, B. A. M.; Laurindo, J. B. *Balanço de Massa em Processos*. In: Meireles, M. A. A.; Pereira, C. G. (Ed.). *Fundamentos de Engenharia de Alimentos*. São Paulo: Editora Atheneu, 2013.