

AL — Rendimento na síntese: decomposição do bicarbonato de sódio

11.º Ano Física e Química A 3 páginas Atividade laboratorial

Objetivo: Determinar experimentalmente o **rendimento** de uma reação (síntese/decomposição de um composto) — comparando a **massa prática** com a **teórica** de uma equação balanceada — e **avaliar os resultados** (erros, constância de massa, valores impossíveis).

Material e reagentes

Material / reagente	Função / nota
Bicarbonato de sódio (NaHCO ₃), ≈ 4 g	reagente — reação: $2NaHCO_3 \rightarrow (A) Na_2CO_3 + H_2O + CO_2\uparrow$
Balança analítica (± 0,01 g), cápsula de porcelana/tara	massas inicial e final
Bico de Bunsen/microtigela + tripé + tela	aquecimento
Dessecador (ou cápsula coberta)	arrefecer sem absorver humidade
Óculos de proteção, pinça, luvas	segurança

Normas de segurança

- **Óculos sempre;** cabelo preso; avental — trabalho com chama e vidro quente.
- Aquecer com **pinça/tela**, boca da cápsula afastada de pessoas (pode salpicar pó).
- Não inalar os pós ao transferir; arrefecer **antes** de pesar.
- Chama sempre visível e desligada ao terminar; zona de trabalho desimpedida.

Procedimento

1. **Hipótese:** com aquecimento prolongado, a decomposição fica 100 % completa? Que sinais (massa estacionar)?
 2. Tarar a cápsula; transferir ≈ 4,00 g de NaHCO₃ — registar $m_{inicial}$ (precisão ± 0,01 g).
 3. Aquecer moderadamente 5–10 min (tampa entreaberta), agitando — observar bolhas (H₂O + CO₂).
 4. **Constância de massa:** arrefecer no dessecador, pesar; repetir aquecimento (2 min) + arrefecimento + pesagem até duas massas consecutivas coincidirem (± 0,01 g) — registar m_{final} .
 5. Calcular a **massa teórica** de Na₂CO₃ (e a perda teórica) pela equação balanceada.
 6. Calcular o **rendimento** e o **erro**; **avaliar:** o resultado é possível? O que explicaria > 100 %?
 7. Comunicar: tabela de massas, contas, rendimento ± justificação das discrepâncias.
- Âncora das AE:** «determinar, experimentalmente, o rendimento na síntese de um composto, avaliando os resultados obtidos» — o «avaliar» inclui recusar valores fisicamente impossíveis (> 100 %) e explicá-los.

Registo de dados

Tabela 1 — Massas

Grandeza	Massa (g)
Cápsula + NaHCO ₃ (inicial)	
Cápsula (tara)	
m _{inicial} (NaHCO ₃)	
Cápsula + resíduo (pesagem 1)	
Cápsula + resíduo (pesagem 2 — igual?)	
m _{final} (resíduo)	

Tratamento de resultados

Reação (balanceada):



Massas molares: NaHCO₃ = 84,0 g/mol · Na₂CO₃ = 106,0 g/mol — razão 2 : 1 → 168 : 106.

Massa teórica de Na₂CO₃ (a partir de m_{inicial}):

$$m_{teórica} = m_{inicial} \times 106 / 168$$

Verificação com 4,00 g: m_{teórica} = 4,00 × 106/168 ≈ 2,52 g · perda teórica (H₂O + CO₂) = 4,00 × 62/168 ≈ 1,48 g.

Rendimento (por via do resíduo):

$$Rendimento\ (\%) = (m_{prática} / m_{teórica}) \times 100$$

Via 1 — perda de massa (recomendada): R% = (perda_{prática} / perda_{teórica}) × 100, com perda_{prática} = m_{inicial} – m_{final} — não pressupõe nada sobre a composição do resíduo. Ex.: 4,00 – 2,68 = 1,32 g → 1,32/1,48 × 100 ≈ 89 %.

Via 2 — resíduo (só se o resíduo for puro e seco): R% = m_{resíduo}/2,52 × 100. Ex.: 2,67 g → 106 % — IMPOSSÍVEL! → sinal de resíduo com NaHCO₃ por reagir (ou húmido).

Cruzando as duas vias: resíduo > 100 % e perda < 100 % → decomposição incompleta (aqui: perda 1,33/1,48 = 90 % — a verdadeira).

Leitura cruzada (diagnóstico): as duas vias devem dar o mesmo R — se divergem, o desvio diz o que correu: perda inflada > 100 % → pó perdido · resíduo inflado → húmido/incompleto.

Erro relativo vs 100 %: Er = |R – 100|/100 × 100 % (89 % → 11 % — declarar e justificar).

Análise e conclusão

1. O critério de **constância de massa** foi atingido? Porque é que ele prova que a reação terminou — e porquê é obrigatório antes de concluir?
2. Que caminhos justificam um rendimento < 100 %? (decomposição incompleta, reações paralelas, perdas na transferência...)
3. **Valores impossíveis**: se alguém obtiver 107 %, o que isso denuncia? Enumera as causas (pó perdido — a perda parece maior; resíduo húmido/peso; balança descalibrada) e como se evitam (dessecador, constância, tara).
4. Porque é que o resíduo pode **absorver humidade** (Na_2CO_3 é higroscópico)? Em que sentido isso enviesava o rendimento (para mais ou para menos)?
5. **Avaliação geral**: compara as duas vias (resíduo vs perda de massa) — qual é mais robusta neste experimento? Justifica com as fontes de erro.
6. **Comunicação**: conclusão (4–5 linhas) — massa teórica, rendimento obtido, erro e o que se faria para chegar mais perto de 100 %.

Fontes de erro sistemático

- **Aquecimento incompleto** (dissociação não total) → resíduo com NaHCO_3 → rendimento aparente baixo (ou perda baixa).
- **Resíduo húmido** (pesado sem dessecador) → massa de resíduo inflada → rendimento aparente alto (> 100 %).
- **Perda de pó** ao transferir/agitar → perda inflada → > 100 % pela via da perda.
- Balança não tarada; arrefecimento com convecção (correntes de ar com pó).

Conclusão-chave: rendimento = $\text{massa prática} \div \text{massa teórica} \times 100$ — teórica vem sempre da **equação balanceada** (168 : 106). Um rendimento < 100 % é normal (perdas, incompletude); **> 100 % é impossível** e denuncia erro de método (húmido/pó/balança) — «avaliar os resultados» é exatamente isto: não celebrar o número, mas **explicá-lo**. Na indústria, cada % de rendimento é matéria-prima e dinheiro — a química verde começa aqui.

Nota: AL das AE de FQ-A 11.º ano — domínio «Aspetos quantitativos das reações químicas» (rendimento na síntese + avaliação dos resultados). Liga: ficha 8 (estequiometria, rendimento, química verde) · método da perda de massa repetível.