

# INFORME-SE SOBRE A QUÍMICA

Eduardo Leite do Canto

Autor de *Química na Abordagem do Cotidiano* – Editora Saraiva

## Como avaliar a tensão em ciclanos?

*Método simples envolve apenas as entalpias-padrão de combustão.*

É conceito bem estabelecido da Química Orgânica que, dentre os ciclanos, é o ciclo-hexano que apresenta a estrutura tridimensional que torna mínimas as **tensões angulares** e as **tensões torcionais**. A minimização das tensões angulares ocorre porque os ângulos de ligação são  $109^{\circ}28'$  e a minimização das tensões torcionais se deve à maior distância possível entre os hidrogênios de carbonos vizinhos.

Como quantificar o efeito dessas tensões nos demais ciclanos, comparando-os ao ciclo-hexano?

Isso pode ser feito a partir dos valores experimentais de **entalpia-padrão de combustão** (ou, corriqueiramente, **calor de combustão**). A segunda coluna da tabela mostra  $\Delta H_c^{\circ}(\text{exp.})$  para os ciclanos de três a dez carbonos.

A fórmula geral dos ciclanos é  $C_nH_{2n}$ , ou seja, eles apresentam a fórmula mínima  $CH_2$ . Consideremos  $\Delta H_c^{\circ}(\text{exp.})$  do ciclo-hexano:  $3.920 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Como esse composto tem fórmula  $(CH_2)_6$ , podemos dividir o valor por 6, encontrando o calor de combustão **por  $CH_2$** :  $653,33 \text{ kJ mol}^{-1}$ .

Vejam, agora, o caso do ciclo-propano,  $(CH_2)_3$ . Se multiplicarmos  $653,33 \text{ kJ mol}^{-1}$  por 3, chegaremos a  $1.960 \text{ kJ mol}^{-1}$  como valor teoricamente calculado para o  $\Delta H_c^{\circ}$ . No entanto, o valor experimental é  $2.091 \text{ kJ mol}^{-1}$ . A diferença entre  $\Delta H_c^{\circ}(\text{exp.})$  e  $\Delta H_c^{\circ}(\text{calc.})$ , que é de  $131 \text{ kJ mol}^{-1}$ , indica que o

ciclo-propano tem conteúdo energético **maior** do que seria de se esperar tomando o ciclo-hexano por base. Em outras palavras, quando o ciclo-propano sofre combustão, ocorre a **liberação adicional de energia** de  $131 \text{ kJ mol}^{-1}$  **proveniente das tensões** existentes nesse composto.

Os valores de  $\Delta H_c^{\circ}(\text{calc.})$  estão na terceira coluna da tabela. A quarta coluna mostra a diferença [ $\Delta H_c^{\circ}(\text{exp.}) - \Delta H_c^{\circ}(\text{calc.})$ ]. Os valores confirmam que o **ciclo-hexano é o mais estável deles**, pois a diferença não é negativa em nenhum dos casos. Os ciclos de três e quatro carbonos apresentam, respectivamente, a maior e a segunda maior diferenças, resultado da considerável tensão angular nesses compostos. Também pode-se perceber que (ao contrário do que alguns pensam) ciclos de 7 a 10 carbonos não são tão estáveis quanto o ciclo-hexano.

E se desejássemos fazer essa comparação entre ciclanos usando entalpias-padrão de formação, como deveríamos proceder?

### E isso tem a ver com...

- Termoquímica — v. 2, unidade F, e vu, cap. 21
- Substituição em ciclanos — v. 3, cap. 16, e vu, cap. 30

*Química na Abordagem do Cotidiano*, 3 volumes.  
*Química na Abordagem do Cotidiano*, volume único.



### Entalpia-padrão de combustão, experimental e calculada, de ciclanos de 3 a 10 carbonos.

Carbonos	$\Delta H_c^{\circ}(\text{exp.})$ ( $\text{kJ mol}^{-1}$ )	$\Delta H_c^{\circ}(\text{calc.})$ ( $\text{kJ mol}^{-1}$ )	Diferença ( $\text{kJ mol}^{-1}$ )
3	2.091	1.960	131
4	2.721	2.613	108
5	3.291	3.267	24
6	3.920	3.920	0
7	4.599	4.573	26
8	5.267	5.227	40
9	5.933	5.880	53
10	6.587	6.533	54

Maiores tensões

Menores tensões