

## Fusão a Frio para Principiantes

Edmund Storms  
Lattice Energy, LLC

Traduzido para o português por Sergio Bacchi (sergio\_bacchi@yahoo.com.br)

O campo e o nome “Fusão a Frio” apareceu em 1989, quando os químicos Stanley Pons da Universidade de Utah e Martin Fleischmann da Universidade de Southampton, reportaram a produção de excesso de aquecimento numa célula eletrolítica e concluíram que só poderia ser produzido por um processo nuclear [1, 2]. Este anúncio foi baseado numa extraordinária quantidade de energia que apareceu. Através dos anos anúncios adicionais de reações nucleares inesperadas surgiram baseadas na produção de energia e produtos nucleares. Estes resultados foram e continuam sendo replicados por alguns laboratórios, mas não por outros. Conseqüentemente, a realidade dos anúncios é freqüentemente rejeitada e fica como objeto de controvérsia [3]. Algumas pessoas chegam mesmo ao extremo de achar que isto é o exemplo de uma pseudo-ciência [4]. Pode-se encontrar uma história detalhada da controvérsia em dois livros recentes sobre o assunto [5, 6].

Três questões básicas precisam resposta: Porque existem algumas pessoas tão hostis aos anúncios; porque uma pessoa poderia crer que os anúncios são reais; e alguém se importaria se o anunciado é real ou não?

Responderemos cada questão em ordem, mas antes é importante uma ambientação.

As reações nucleares, normalmente, partem com nêutrons ou partículas elementares de alta energia. O processo em tais condições é bem conhecido e é a base para o campo conhecido como física nuclear. Quando um plasma<sup>1</sup> é usado para produzir a fusão entre dois deutérios, o processo é chamado “fusão a quente”. Esta reação, é sabido, emite nêutrons<sup>2</sup> e produz trítio<sup>3</sup> em quantidade igual quantidade. A experiência passada e a teoria estabelecida demonstrou que as reações nucleares não podem iniciar sem a aplicação de energia significativa, devido da barreira de carga entre os núcleos, chamada barreira<sup>4</sup> de Coulomb, não pode ser ultrapassada de nenhuma outra forma. Os nêutrons passam através da barreira porque não possuem carga. Contudo, os nêutrons são produzidos por processos muito bem compreendidos e não se conhece sua existência como partículas livres em materiais ordinários.

Os professores Pons e Fleischmann, e outros até então, propõem que se pode iniciar reações nucleares sem a energia extra ou aplicação de nêutrons, somente criando um material sólido, onde o deutério está presente, o assim chamado ambiente nuclear ativo (NAE – Nuclear

---

<sup>1</sup> Plasma é uma coleção muito quente de íons isolados. É considerado, por alguns como o quarto estado da matéria porque difere muito de um gás, um sólido ou um líquido.

<sup>2</sup> Nêutron é uma partícula encontrada no núcleo dos átomos que não tem carga elétrica. Quando for a do núcleo, rapidamente se decompõem em um eletrom e um protom.

<sup>3</sup> Trítio é um isótopo radioativo de hidrogênio, cujo núcleo é composto de um protom e dois nêutrons. Porque sua vida é de só 12,3 anos, sua quantidade no meio ambiente é muito pequena.

<sup>4</sup> A barreira de Coulomb ocorre devido que todo núcleo possui carga elétrica positiva que é igual ao seu número atômico. Por isso um repele o outro.

Active Environment). Quando a fusão do deutério tem lugar neste ambiente, anunciam que o produto principal é o hélio<sup>5</sup> ordinário antes que nêutrons e trítio. Além disso, estudos subseqüentes anunciam que reações nucleares mais complexas podem ocorrer, que são capazes de converter um elemento em outro<sup>6</sup>, um processo para o qual a barreira de Coulomb é ainda maior que entre os núcleos de deutério. A teoria convencional não pode explicar estes fatos anunciados e as observações têm sido difíceis de reproduzir. Estes dois fatos são usados para rejeitar os anúncios. Além disso, alguns anúncios podem ser explicados por erros ou processos prosaicos não reconhecidos. Como resultado, muitos jornais científicos não publicam documentos sobre o assunto e o US Patent and Trademark Office está muito relutante em entregar patentes baseadas em tais anúncios.

Apesar destas objeções, os estudos do efeito continuam por 16 anos [7], e agora envolve laboratórios de oito países<sup>7</sup>. Foram apresentadas evidências de uma variedade de processos nucleares, incluindo transmutação, fusão e fissão. Por esta razão, os termos “Reações Nucleares de Baixa Energia” (LENR – Low Energy Nuclear Reactions), “Reações Nucleares Quimicamente Assistidas” (CANR - Chemically Assisted Nuclear Reactions) e “Ciência Nuclear de Condensação da Matéria” (CMNS - Condensed Matter Nuclear Science) são agora usados para descrever os trabalhos nesta área de estudo. Muitas teorias foram exploradas para identificar um possível mecanismo, contudo nenhuma ainda não ganhou aceitação pela ciência convencional. Muitos documentos e conferências<sup>8</sup> internacionais foram feitos sobre o tema e apresentados regularmente em reuniões da American Physical Society, American Nuclear Society e American Chemical Society nos USA e em conferências em outros países. Existe um website onde a maior parte da informação sobre o tema está disponível<sup>9</sup>. Como resultado, muito mais é conhecido agora sobre o processo que quando se desenvolveu tal ceticismo. Conseqüentemente é melhor examinar algumas destas novas informações antes de se chegar a uma opinião sobre a realidade dos anúncios.

A produção de excesso de aquecimento é uma característica importante do efeito e criou o maior criticismo. Isto é compreensível porque a calorimetria<sup>10</sup> [8] é de difícil medida e não é bem compreendida pela maioria dos cientistas. Além disso as medições originais, bem como em alguns poucos estudos, foram baseados em métodos complexos e não convencionais para a medição da energia. Todavia, evidências baseadas em métodos bem desenvolvidos e bem compreendidos estão disponíveis. Por exemplo, McKubre *et al.* [9] em SRI consumiu milhões de dólares no desenvolvimento de um calorímetro de fluxo avançado, que foi usado para estudar muitas amostras que mostraram a produção significativa de energia anômala. Mais de 36 estudos similares [10] foram observados o mesmo comportamento geral foram reportados pelos experimentadores. Claro, todos os resultados positivos poderiam ser causados por erros. Esta

---

<sup>5</sup> O hélio resultante contém dois nêutrons e dois prótons em seu núcleo, i. e., hélio ordinário.

<sup>6</sup> Este processo é chamado transmutação, sendo a fusão um caso especial deste processo.

<sup>7</sup> Os países onde o processo está sendo estudado ativamente são China, Japão, Itália, Israel, Rússia, Ucrânia, França e USA.

<sup>8</sup> A Conferência Internacional sobre Fusão a Frio (ICCF) já foi realizada 12 vezes em cinco países.

<sup>9</sup> O website [www.lenr-canr.org](http://www.lenr-canr.org). Muitos outros sítios podem ser acessados através dos 'inks' deste sítio.

<sup>10</sup> A calorimetria é o método usado para medir a quantidade de potência ou energia associada ao aquecimento. O método tem muitas variantes e erros potenciais, mas chegou a um estandarte muito alto em seus duzentos e tantos anos de desenvolvimento.

possibilidade foi explorada em muitos documentos, que foram revistos e sumarizados por Storm [11]. Contudo uns poucos dos erros sugeridos podem ter afetado alguns dos estudos, mas nenhum erro pode ser identificado que explique todos os resultados positivos, especialmente aqueles que usam métodos bem constituídos. Neste momento, é justo concluir que houve produção de energia anômala, sem considerar-se sua fonte. Esta conclusão é importante, independentemente se sua fonte são reações nucleares ou não e precisa ser reconhecida independentemente da controvérsia da explicação nuclear.

Para que uma reação nuclear seja a fonte de energia é necessário mostrar que a quantidade de energia é igual que a quantidade do produto nuclear. Até o trabalho de Miles *et al.* [12, 13], vários produtos nucleares inesperados foram detetados mas nunca em quantidades suficientes. Miles *et al.* mostrou que o hélio era gerado quando se média aquecimento anômalo e a relação entre as duas medidas era consistente com a quantidade de energia conhecida da fusão de dois deutérios. Até então cinco outros estudos [14] observaram a mesma relação. Claro está que algum hélio pode ser daquele que está normalmente no ar. Também a medição do calor pode ser errônea na quantia exata a cada medição realizada. Pode mesmo que estas possibilidades expliquem um estudo, mas é despropositado que esta vantajosa combinação de erros possa explicar todos os resultados, especialmente quando se envidam esforços ativos para reduzir esses erros. Atualmente o aquecimento e o surgimento de hélio estão relacionados, mas o processo nuclear que produz o hélio ainda está por ser determinado.

Além de hélio outros produtos nucleares foram detetados em muito menores quantidades. No início desta história, foram feitos muitos esforços para detetar nêutrons, um produto nuclear da reação de fusão de dois deutérios. Exceto em ocasionais rajadas, a taxa de emissão detetada ou está cerca do limite de detecção possível ou completamente ausente. Este fato foi usado para rejeitar o anúncio inicial. Agora se crê que os poucos nêutrons observados são causados por alguma reação nuclear secundária, que possivelmente não tem nada a ver com a reação de produção de hélio. O trítio é outro produto esperado da fusão de dois deutérios, que foi buscado. Muito pouco trítio foi detetado, assim, outra vez os anúncios originais eram inconsistentes com as expectativas. Contudo, a quantidade de trítio detetada não pode ser explicada por nenhum processo prosaico, depois de tudo, todas as possibilidades foram completamente exploradas. A fonte do trítio é ainda ignorada, contudo resulta claramente de reações nucleares iniciadas no aparelho. Vários produtos nucleares normalmente associados à fusão de dois deutérios também foram detetadas, tal como emissões energéticas, mas em taxas muito baixas. Claramente processos nucleares fora do normal ocorrem num material onde não deveriam ser encontrados.

Finalmente, a presença de elementos pesados com isótopos fora do natural e em quantidades grandes inesperadas são detetados em determinadas condições. Estes são os assim chamados produtos da transmutação. Alguns trabalhos no Japão [15-19] abriram um aspecto inteiramente novo do fenômeno, mostrando que elementos de impureza no paládio, através do qual se passa  $D_2$ , são convertidos em elementos mais pesados aos quais foram aderidos  $11\ 2D$ ,  $4D$  ou  $6D$ . O anunciado foi repetido no Japão e se está tentando replicar no Naval Research Laboratory.

---

<sup>1</sup> <sup>1</sup> Este trabalho mostra que algumas das reações nucleares envolvem duplas de deutério que facilmente entram no núcleo de elementos pesados muitas vezes, produzindo uma seqüência de produtos.

Apesar de que as observações iniciais foram feitas usando uma célula eletrolítica, onde o material ativo era o paládio e a fonte de combustível era  $D_2O$ , muitos outros métodos são agora anunciados que produzem as mesmas formas de reações nucleares<sup>12</sup>. Além disso, o material ativo pode ser diversos outros materiais além do paládio, todos os quais devem ter uma estrutura única e geralmente apresentam dimensões reduzidíssimas (nano metros).

Foram exploradas muitas teorias, alguns exemplos das quais são:

1. Redução da barreira de Coulomb por elétrons concentrados entre os núcleos;
2. Conversão do deutério numa estrutura ondulatória que ignora a barreira de Coulomb;
3. Criação ou emissão de nêutrons dentro da estrutura, que aderem ao núcleo presente;
4. Criação de grupos de deutérios que interagem como unidades;
5. Envolvimento de fonons<sup>13</sup> para concentrar a energia no local da reação e evacuar a energia que se desprende;
6. Modelos que mostram que a barreira de Coulomb não é tão intensa como se pensava em certas condições.

Todos esses mecanismos são possíveis se uma treliça de átomos e elétrons está presente e porque normalmente a forte energia aplicada não encombrea estes processos penetrantes. Aqui não são aplicáveis modelos baseados na experiência usando alta energia e/ou plasma, onde este conjunto regular de átomos não está presente. Resumindo, a crença na realidade dos anúncios agora está baseada num número crescente de replicações, numa relação clara entre a produção de calor e o aparecimento de produtos nucleares, e numa compreensão crescente do processo.

Se os anúncios são reais, sem tomar em conta sua explicação, quais seriam as consequências para a sociedade? Como a “fusão a quente”, que é suportada pelo ITER<sup>14</sup>, a fusão a frio se propõem produzir energia da reação de fusão. A diferença da “fusão a quente”, a fusão a frio somente produz hélio sem produtos radioativos<sup>15</sup>. Como a “fusão a quente”, a fonte principal de energia é o deutério, que está presente em pequenas concentrações em toda água. Como resultado, o suprimento é quase inesgotável. A “fusão a quente” exige instalações gigantescas para ser prática. Em contraste, na “fusão a frio” a expectativa é de ser prática em pequenas escalas, talvez tão pequenas como as baterias convencionais. Conseqüentemente se conseguirmos fazer a fusão a frio funcionar em escala comercial, a espécie humana pode esperar possuir energia livre de poluição, sem os riscos postos por produtos radioativos, por muitos séculos. Não

---

<sup>12</sup> Estes outros métodos incluem bombardeamento, exposição ao gás  $D_2$ , implantação sônica e descargas em plasma de baixa energia. Muitas variações destes métodos foram usadas, algumas com sucesso.

<sup>13</sup> O conceito de fonon é usado para descrever como a energia pode ser transportada numa treliça pela vibração dos átomos ou elétrons.

<sup>14</sup> O esforço internacional para explorar a “fusão a quente”, agora localizado na França, gastou mais de 50 anos e mais de 20 bilhões de US dólares para gerar mais energia que as necessárias para por em marcha as máquinas. Mais adiante este esforço falhou em gerar mais energia que a usada no processo. Além disso muitas das condições de engenharia requeridas para fazer da aplicação algo praticável não se explorou ainda.

<sup>15</sup> No processo de fusão a quente se espera a produção de grandes quantidades de trítio e grandes quantidades de elementos radioativos criados pela ativação de nêutrons dos materiais de sua construção.

é possível dar, ao menos, o benefício da dúvida aos anúncios? Um novo livro, que está disponível na internet, explora estas conseqüências mais detalhadamente [20].

## Referências

1. Fleischmann, M., S. Pons, and M. Hawkins, *Electrochemically induced nuclear fusion of deuterium*, in *J. Electroanal. Chem.* 1989. p. 301 and errata in Vol. 263 <http://lenr-canr.org/acrobat/Fleischmanelectroche.pdf>
2. Pons, S. and M. Fleischmann, *Calorimetry of the Palladium-Deuterium System*, in *The First Annual Conference on Cold Fusion*, F. Will, Editor. 1990, National Cold Fusion Institute: University of Utah Research Park, Salt Lake City, Utah. p. 1.
3. Huizenga, J.R., *Cold Fusion: The Scientific Fiasco of the Century*. 1993, Oxford University Press: New York. p. 319.
4. Park, R., *Voodoo Science*. 2000, Oxford University Press: New York, NY. p. 211 pages.
5. Beaudette, C.G., *Excess Heat. Why Cold Fusion Research Prevailed*. 2000, Oak Grove Press (Infinite Energy, Distributor): Concord, NH. p. 365 pages.
6. Krivit, S.B. and N. Winocur, *The Rebirth of Cold Fusion; Real Science, Real Hope, Real Energy*. 2004, Pacific Oaks Press: Los Angeles, CA.
7. Storms, E., *A Student's Guide to Cold Fusion*. 2003, LENR-CANR.org. <http://lenr-canr.org/acrobat/StormsEastudentsg.pdf>
8. Storms, E., *Calorimetry 101 for cold fusion*. 2004, LENR-CANR.org. <http://lenr-canr.org/acrobat/StormsEcalorimetr.pdf>
9. McKubre, M.C.H., et al., *Isothermal Flow Calorimetric Investigations of the D/Pd and H/Pd Systems*, in *J. Electroanal. Chem.* 1994. p. 55. <http://lenr-canr.org/acrobat/McKubreMCHisothermala.pdf>
10. Storms, E., *A critical evaluation of the Pons-Fleischmann effect: Part 1*, in *Infinite Energy*. 2000. p. 10. <http://lenr-canr.org/acrobat/StormsEacriticale.pdf>
11. Storms, E., *A critical evaluation of the Pons-Fleischmann effect: Part 2*, in *Infinite Energy*. 2000. p. 52.
12. Bush, B.F., et al., *Helium production during the electrolysis of D2O in cold fusion experiments*, in *J. Electroanal. Chem.* 1991. p. 271. <http://lenr-canr.org/acrobat/BushBFheliumprod.pdf>
13. Miles, M., *NEDO Final Report - Electrochemical Calorimetric Studies Of Palladium And Palladium Alloys In Heavy Water*. 2004, University of La Verne. p. 42. <http://lenr-canr.org/acrobat/MilesMnedofinalr.pdf>
14. Miles, M., *Correlation Of Excess Enthalpy And Helium-4 Production: A Review*, in *Tenth International Conference on Cold Fusion*. 2003, LENR-CANR.org: Cambridge, MA. <http://lenr-canr.org/acrobat/MilesMcorrelatioa.pdf>
15. Iwamura, Y., et al., *Detection of anomalous elements, x-ray, and excess heat in a D2-Pd system and its interpretation by the electron-induced nuclear reaction model*, in *Fusion Technol.* 1998. p. 476. See also: <http://lenr-canr.org/acrobat/IwamuraYdetectionoa.pdf>
16. Iwamura, Y., T. Itoh, and M. Sakano, *Nuclear Products and Their Time Dependence Induced by Continuous Diffusion of Deuterium Through Multi-layer Palladium Containing Low Work*

- Function Material*, in *8th International Conference on Cold Fusion*, F. Scaramuzzi, Editor. 2000, Italian Physical Society, Bologna, Italy: Lerici (La Spezia), Italy. p. 141. <http://lenr-canr.org/acrobat/IwamuraYnuclearpro.pdf>
17. Iwamura, Y., M. Sakano, and T. Itoh, *Elemental Analysis of Pd Complexes: Effects of D2 Gas Permeation*, in *Jpn. J. Appl. Phys. A*. 2002. p. 4642. <http://lenr-canr.org/acrobat/IwamuraYelementalaa.pdf>
  18. Iwamura, Y., et al., *Low Energy Nuclear Transmutation In Condensed Matter Induced By D2 Gas Permeation Through Pd Complexes: Correlation Between Deuterium Flux And Nuclear Products*, in *Tenth International Conference on Cold Fusion*. 2003, LENR-CANR.org: Cambridge, MA. <http://lenr-canr.org/acrobat/IwamuraYlowenergyn.pdf>
  19. Iwamura, Y., et al., *Observation of Nuclear Transmutation Reactions induced by D2 Gas Permeation through Pd Complexes*, in *ICCF-11, International Conference on Condensed Matter Nuclear Science*, J.P. Biberian, Editor. 2004, LENR-CANR.org: Marseilles, France. <http://lenr-canr.org/acrobat/IwamuraYobservatiob.pdf>
  20. Rothwell, J., *Cold Fusion and the Future*. 2005, LENR-CANR.org. <http://lenr-canr.org/acrobat/RothwellJcoldfusiona.pdf>