

AJ02952

Instituto Jones dos Santos Neves  
Biblioteca

16 — EDUCAÇÃO

FOLHA DE S. PAULO

Sábado, 29 de setembro de 1979

*Ciência e Tecnologia*

# A procura de novas fontes de energia

O hidrogênio é um dos combustíveis pesquisados como substituto do petróleo

*Síntese*

*Crise energética e  
alternativa química*



A crise de petróleo, desde 1973, tem motivado a procura de substitutos do óleo diesel e da gasolina. A Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) também participa dessa busca de novos combustíveis. Um dos resultados está pronto: o processo desenvolvido no Instituto de Física da Unicamp, pela equipe chefiada pelo professor Marcos Zwanziger, leva à produção de hidrogênio através de energia elétrica, isto é, por eletrólise catalítica da água. Esta forma de obtenção de hidrogênio é tradicional e nada haveria de novo se não tivesse sido desenvolvida a tecnologia para chegar à embalagem do hidrogênio. É que a aparelhagem necessária era toda importada e os pesquisadores da Unicamp projetaram e construíram a sua aqui.

A idéia da pesquisa partiu da necessidade de aproveitar melhor o potencial hidroelétrico do País. Como o processo de obtenção do hidrogênio por eletrólise da água é reversível, os pesquisadores de Campinas concluíram que esta poderia ser uma ótima forma de armazenar a energia e resolveram iniciar as pesquisas. Os estudos começaram há quatro anos e enfrentaram o preconceito de que o controle de um produto químico (o hidrogênio) pode representar uma ambiguidade na condução de energia, ou seja, na utilização do hidrogênio os custos de produção seriam muito altos. O grupo de pesquisas, entretanto, tinha a seu favor um trabalho feito pela Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) onde se afirmava que mesmo com um custo de produção momentaneamente superior aos importados, qualquer atividade de substituição do petróleo seria vantajosa. Primeiro pelos benefícios sociais de empreendimentos desse tipo e depois, pela vantagem política obtida a médio e longo prazos com uma estratégia de independência energética do País.

Por outro lado, argumentava-se contra o hidrogênio como condutor de energia, por problemas técnicos, afirmando os opositores que seria absurdo desperdiçar energia ao tentar armazená-la. É que no processo de transformações seria degradado o valor termodinâmico da eletricidade. O grupo de pesquisas afirma, porém, que essa perda pode ser contraposta aos desperdícios ocorridos entre a forma final de energia e a fonte primária. Segundo eles, desperdiçar energia é um fato no mundo inteiro. Desde as perdas de um chuveiro elétrico até as de caldeiras a óleo, para vapor de baixa temperatura.

As pesquisas começaram com verbas cedidas pela Finep (Financiamento de Estudos e Projetos) e pela Cesp (Companhia Energética de São Paulo). Trinta pesquisadores trabalharam no projeto, que consumiu 1,5 milhão de dólares em quatro anos. Os estudos estão prontos a nível de laboratório e o próximo passo será a fábrica piloto, que já tem contrato acertado com a Cesp e cujas obras deverão ser iniciadas brevemente.

Os pesquisadores da Unicamp pretenderam

## A solução para a embalagem

Um dos grandes problemas no transporte do hidrogênio era o tamanho do bujão e seu peso. Por este motivo, a equipe do Instituto de Física da Unicamp se preocupou em encontrar uma forma melhor de embalar-lo. A solução ultrapassou as expectativas, pois reduzia tamanho e peso e poderia ser utilizada como armazenadora de energia.

fornece a tecnologia necessária à substituição de derivados do petróleo por derivados químicos da eletricidade. O hidrogênio, segundo foi comprovado, é um ótimo exemplo. Ele pode ser utilizado no refino do próprio petróleo, na fabricação de fertilizantes, como combustível para veículos de transporte pesado, ou na obtenção de amônia a partir do nitrogênio (em lugar de obtê-la como subproduto da nafta). Porém seu uso mais interessante é como armazenador de energia, utilizando a propriedade de alguns metais que absorvem o hidrogênio, liberando calor, e o devolvem ao lhes ser fornecida a mesma energia.

Na Unicamp há um caminhãozinho movido por uma mistura de óleo diesel e hidrogênio. Os testes com este veículo modificado, que antes funcionava somente a diesel, começaram em junho deste ano. As modificações introduzidas no caminhão não atingiram o motor, a não ser na colocação de mais uma válvula, por onde é introduzido o hidrogênio para a queima.

O recipiente, que provisoriamente abastece o veículo com o novo combustível, é grande e pesado mas, segundo explica o professor Marcus Zwanziger, do Instituto de Física da Unicamp e responsável pela pesquisa, logo será substituído por pequenos tanques desenvolvidos pela equipe de Campinas.

Uma conclusão já é certa: o hidrogênio como combustível é mais aconselhado para navios, trens ou aviões. Carros ou ônibus não são bons candidatos à substituição por um motivo muito simples, explicado por Zwanziger: "O grande investimento que teria de ser feito para implantar uma rede distribuidora do hidrogênio nas cidades e rodovias do país".

O que está em jogo, conforme análise feita pelos pesquisadores, é o interesse em nacionalizar ao máximo a geração de energia, minimizando os custos sociais e financeiros das possíveis estratégias que venham a ser adotadas. Quanto ao hidrogênio eletrolítico, eles aconselham que o próprio setor elétrico seja seu produtor. Outro fator a ser considerado é o de divisas economizadas com a utilização do potencial elétrico brasileiro. Cerca de 80 por cento do custo de geração da energia elétrica são pagos em cruzeiros, enquanto que pelo menos a mesma percentagem, no custo dos combustíveis derivados do petróleo, são pagos em divisas, segundo os cálculos do grupo de Campinas. Essa seria uma forma estratégica de substituição parcial dos derivados do petróleo, mesmo enfrentando o ônus adicional de um acréscimo de produção no setor elétrico.

"Nosso propósito primordial — diz Marcos Zwanziger — é desenvolver tecnologia nacional. Os resultados das pesquisas estão à disposição de qualquer interessado em utilizá-las. Nós temos grandes cérebros no Brasil, para a pesquisa. O que nos falta é mais verbas e menos burocracia para recebê-las. Afinal, somos pagos para pensar e não para perder tempo em assinar papeladas".

Depois pode ser recarregado inúmeras vezes. Tantas, que o grupo que trabalha nas pesquisas na Unicamp ainda não conseguiu determinar o número de recargas que ele permite. A liga só precisará ser ativada de novo no caso de entrarem impurezas no recipiente, misturadas ao hidrogênio.

As ligas hidrogenizadas podem ter diversas



O professor Marcos Zwanziger, da Unicamp, chefiando a equipe que desenvolve as pesquisas sobre o hidrogênio.



O veículo movido a hidrogênio ainda utiliza um grande tanque, que terá seu tamanho reduzido.

Petróleo é hoje o calcanhar de Aquiles de grande parte das nações desenvolvidas ou não do Ocidente, especialmente dos Estados Unidos. Energia é atualmente o grande desafio para a sobrevivência da civilização humana. Fontes alternativas de energia serão viáveis, talvez, dentro de algumas décadas. Cientistas e engenheiros do Instituto de Tecnologia de Massachussets (MIT) propõem investimentos maciços em pesquisa e desenvolvimento de combustíveis sintéticos, especialmente os derivados do carvão mineral. A proposta é de produção de seis milhões de barris de óleo cru sintético por dia, volume equivalente ao atualmente importado em petróleo natural.

A maior oposição ao desenvolvimento do programa é que a produção deste imenso volume de óleo cru sintético demandaria volumes inviáveis de água, especialmente em locais onde a água já é escassa, como nas proximidades de grandes minas de carvão.

Entretanto, este argumento é rebatido pelos técnicos do MIT, que postulam que água não é absolutamente necessária para refrigeração do sistema térmico de produção.

Países como a África do Sul e o Canadá já estarão produzindo cem mil barris de óleo cru sintético a partir de 1980.

## Onda de matéria, o novo laser

Lasers usuais funcionam fornecendo-se de algum modo, energia aos elétrons de um meio material, normalmente passando-se uma corrente elétrica ou com uma lâmpada de alta potência, em seguida fazendo-se com que esses elétrons emitam luz através de processo de amplificação coerente, por meio de reflexões múltiplas da radiação emitida.

Este procedimento de excitação de elétrons de um meio material, como gás, líquido ou sólido, resulta em lasers, em geral, com emissões características do material e essencialmente emissões descontínuas em frequência.

Um laser que use elétrons livres, isto é, elétrons não ligados a átomos ou moléculas, não possui emissão de luz em comprimentos de ondas características mas sim dependentes da energia dos elétrons, podendo assim operar num grande intervalo de frequências.

É bem conhecido em física quântica que partículas sub-atômicas, como o elétron, tem características duais de partícula-onda. Um feixe de elétrons, é ao mesmo tempo um trem de ondas caminhanças.

Tendo isto em mente, H.Schwartz propõe um laser que consistiria de dois feixes de elétrons de energias próximas, interferindo entre si. Interferência essa que significa que no feixe de elétrons resultante haveria pontos de maior densidade e rarefação de elétrons.

Essa oscilação na densidade de elétrons no feixe, resultado do batimento entre as duas ondas de matéria associadas aos feixes, seria responsável por emissão de luz em frequências que dependem da energia dos feixes.

Assim poderia ser obtido um laser de frequência variável, variando-se a energia dos feixes de elétrons que interferem entre si.



energia.

Nos novos bujões foi utilizada uma liga de metais que tem a propriedade de absorver o hidrogênio. O material é granulado e colocado em contato com o gás, que é mais absorvido quanto mais superfícies estiverem em contato com ele. Submetendo-se a liga a alta pressão e temperatura e logo em seguida provocando-se um vácuo são provocadas rachaduras nos grãos do metal, aumentando a superfície.

A liga mais eficiente, entre as testadas, é a de ferro e titânio, não só por absorver boa quantidade do hidrogênio como pela abundância desses minérios no Brasil. Além disso, não se inflama em contato com o ar, eliminando o perigo de explosão em caso de quebra ou rachadura no vasilhame. A pressão interna do bujão é mínima e, dessa forma, o processo é bastante seguro.

O processo de ativação da liga só é necessário na primeira vez que o metal vai ser utilizado.

As ligas hidrogenizadas podem ter diversas aplicações. Podem ser simplesmente armazenadoras deste gás para suas aplicações normais, ou permitir a transformação novamente da energia química em energia elétrica. Pela reversão do processo de obtenção eletrolítica do hidrogênio a partir da água, recupera-se energia calorífica que seria liberada. Desta forma poderia ser eletrificada uma ferrovia, por exemplo.

O hidrogênio, assim, estaria funcionando como acumulador de energia no tempo de fatura, para ser utilizada na época de escassez.

Além dessas vantagens, o fato do hidrogênio poder ser utilizado como opção de combustível tem ainda uma vantagem: não causa poluição, pois o produto da combustão é vapor de água (duas partes de hidrogênio se combinam com uma do oxigênio do ar, resultando água).

# Balanço da Química nos anos 70

PROF. DÉBORA DE QUEIROZ-TAVARES

*Amostras analisadas de solo lunar, ou análises automáticas feitas sobre Marte e Venus e transmitidas a distância: em matéria de sucesso a química mineral não tem competidores.*

*Mas e as queixas (quando não proibições) dos cidamatos, sacarinas, DDT corantes alimentares nitrilos nos presuntos? O crime dos desfoliantes, dos cloretos e mercúrios nos rios? Tudo isto sustenta hoje a maldição da química, sinônimo de perigo, de bebê sem braços, de câncer, da pureza vendida ao preço de: "garantido sem produto químico".*

*Este criticismo já colhe seus frutos, impondo aos químicos a necessidade de definir as motivações de seu trabalho, seus objetivos fundamentais ou aplicados e análise dos resultados de suas aplicações.*

*Mas a década de 70 na química será caracterizada por uma colheita de resultados excepcionalmente interessantes.*

*O acesso aos grandes bancos de dados revoluciona os problemas de documentação, mas também a identificação de contaminantes ecológicos e até a concepção de esquemas de síntese ou reconhecimento de estruturas.*

*No plano da instrumentação, o uso de microprocessadores e de pequenos computadores para monitorar grandes aparelhos, explorar suas respostas, transformá-las, recombiná-las com informações colaterais, aumentou imensamente a eficiência dos espectômetros de massa, dos espectômetros de ressonância magnética nuclear.*

*Os grandes computadores determinaram um impacto sobre a química teórica. As previsões estruturais de moléculas isoladas atingiram um nível de perfeição surpreendente, e foi também possível se calcular as variações de energia no decorrer da reação, de definir-se a direção de uma reação. Às vezes a confiança dos químicos na validade de seus cálculos quânticos aproximados é tal que eles se arriscam muito. Por exemplo, a primeira substância contendo um átomo de carbono tetravalente plana e não tetraédrica vem de ser "descoberta". Ela resultou de cálculo: está faltando... sintetizá-la!*

*Um problema clássico é o estudo da estrutura fina da superfície dos sólidos. O conhecimento das superfícies revela propriedades importantes: adesão e corrosão, abrasão e usinagem, mas sobretudo propriedades catalíticas que estão colocadas na base vital da indústria química.*

*Neste decênio desenvolveu-se de muito a utilização paralela dos métodos físicos verdadeiramente adaptados ao estudo preciso das superfícies sólidas: análise morfológica e elemental pelos microscópios eletrônicos de varredura e microsondas, espectroscopia dos elétrons arrancados dos átomos superficiais por feixe de raios X (ESCA), difusão de elétrons lentos, impactos de jatos moleculares. As consequências práticas destes estudos devem surgir.*

*Na química mineral, a química do boro, do silício, do enxofre ou do fósforo, continuam a produzir substâncias inesperadas e às vezes reativos muitíssimos úteis. Entretanto, os anos 70 estão se caracterizando como a época flores-*

*cente dos compostos de metais de transição e dos amontoados polimetálicos. "cachos" nos quais se encontram ligados uns aos outros, átomos metálicos diversos. O estudo de suas estruturas não teria sido possível sem a utilização sistemática da radiocristalografia, onde os resultados são representados, com frequência, por diagramas estereoscópicos.*

*Entre os complexos dos metais de transição, os mais importantes para o futuro, são certamente aqueles que permitem fixar temporariamente, e de transformar cataliticamente, pequenas moléculas como as do azoto (para permitir a síntese a frio do amoníaco), do CO, do CO<sub>2</sub>, etc.*

*A pesquisa de novos elementos nesta década causou muita celeuma: foi anunciada a existência de elementos "superpesados" (por exemplo de peso atômico 126), mas a seguir foi desmentida. O fato é que em matéria de química mineral as alegrias das revelações estão reservadas para os analísadores das amostras lunares ou das transmitidas de Marte e Venus.*

*Esta é sempre aquela a impregnar mais diretamente a vida cotidiana: aditivos alimentares, medicamentos, corantes, têxteis, polímeros, pesticidas, perfumes. Nos anos 70 assistiu-se a resultados pouco comuns: início do decifrar da linguagem química dos insetos e seu diálogo com as plantas, primeiras vitórias quimioterápicas sobre certos cânceres, descoberta de muitas famílias novas de antibióticos, etc., etc. Sínteses das mais complexas foram realizadas: da vitamina B<sub>12</sub>, da critromicina, do Acido Gilberético, das prostaglandinas. Enfim a preparação de polímeros sofisticados, dotados de propriedades elétricas abriu aos químicos o domínio dos condutores. É preciso mencionar a extraordinária variedade de substâncias químicas fabricadas pelos organismos marinhos, e do estudo dos seus aspectos bioquímicos que prosseguirão.*

*Foi totalmente inesperado encontrar-se a marca sob forma de "fósseis moleculares" de origem bacteriana, presentes e mesmo abundantes em todos os petróleos, carvões, linhitos, xistos, etc. e que são provavelmente substâncias orgânicas complexas bem definidas e abundantes sobre a Terra.*

*Para concluir, cite-se a invenção de uma nova química, esta das "supermoléculas", formadas por um substrato e por um receptor. Partindo dos criptados, moléculas escavadas, construídas para englobar, esconder um cation de dimensões adaptadas do talhe da cavidade, chegou-se a construção de complexantes de anions e de receptores macrocíclicos funcionando como catalisadores intramoleculares, modelos abióticos de enzimas.*

*"A química criou seu objeto", disse Berthelot, mas para que ela possa continuar a perseguir seus objetivos internos, ela deve mais do que nunca se preocupar em justificá-los, de apreciar o que se fará de seus resultados: serviços rendidos à ciência e à sociedade. Os verdadeiros problemas não são jamais exclusivamente químicos, mas há bem poucos problemas que não tenham algum componente químico.*

## A expansão do universo

Pesquisadores da Universidade da Califórnia, em Berkeley, estão estudando a polarização da radiação cósmica. Se o Universo está se expandindo igualmente em todas as direções, a radiação na faixa do micro-ondas recebida na Terra deveria ser não polarizada. Caso contrário, isto é, se a radiação for polarizada, significa que o Universo está se expandindo mais numa direção que em outra.

As medidas estão sendo feitas a uma altitude de 25 mil metros, para evitar distorções devido à atmosfera terrestre. Os resultados experimentais mostram que o Universo é "mais quente" em uma direção, talvez devido ao movimento de nossa galáxia através do espaço.

Usando radiação na região de micro-ondas como radiação de fundo do Universo, o cálculo da velocidade da Terra, na direção da constelação do Leão, foi estimada como sendo de dois milhões de quilômetros por hora.

## Enriquecimento de urânio

Urânio natural precisa ser enriquecido como o isótopo U<sup>235</sup> para uso como combustível nuclear num reator. Até o presente, esse enriquecimento é feito por difusão térmica e centrifugadoras para gases estão sendo desenvolvidos.

Mas, comparados com a separação de isótopos usando lasers, esses processos são muito caros e grandes consumidores de energia.

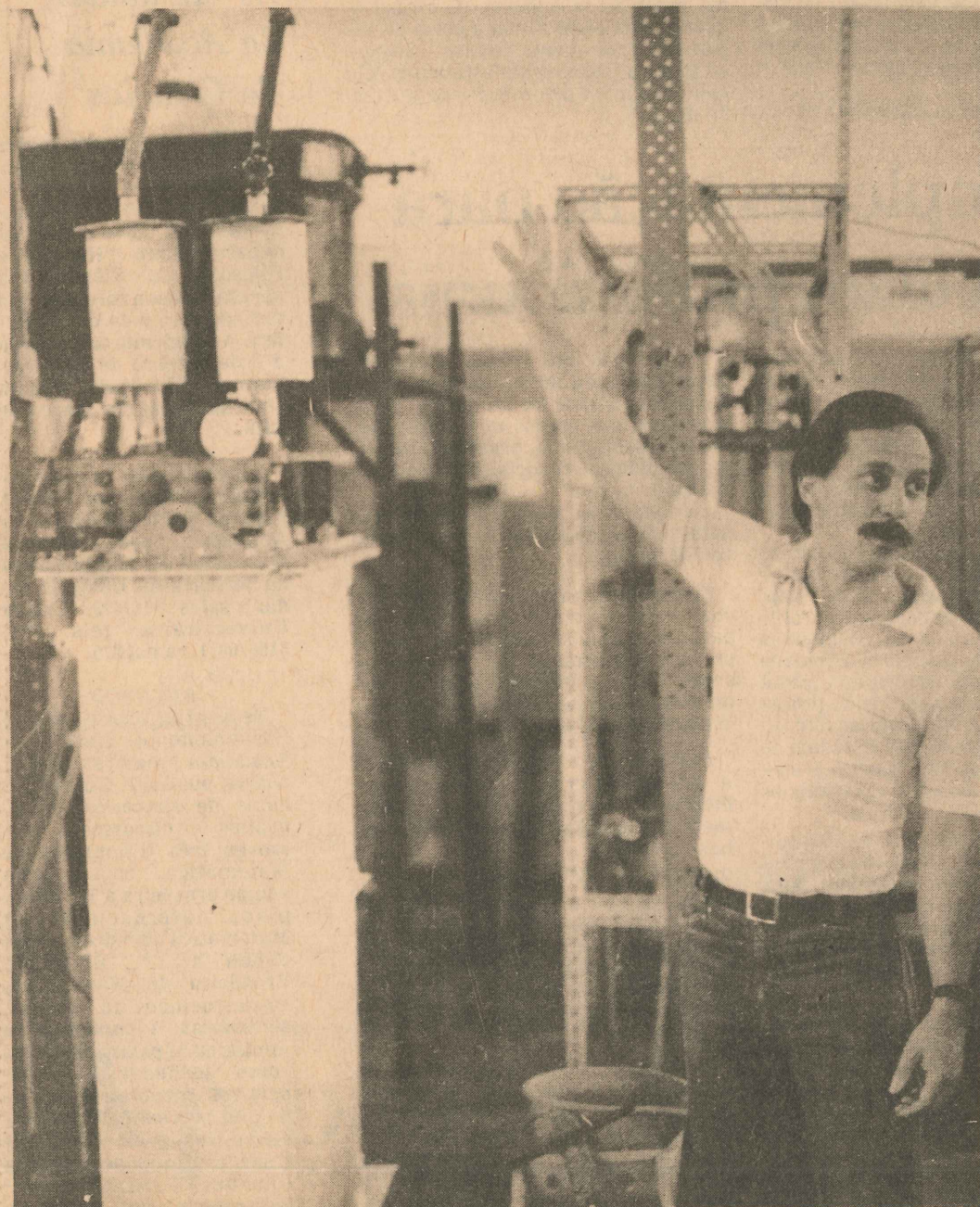
Há duas patentes sobre métodos de separação por laser: uma que usa laser de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e que sugere compostos com o "hexametóxido de Urânio" facilmente sinterizável e que é fotodissociado pelo laser. A outra patente é sobre a separação de urânio contido em hexafluoreto de urânio usando uma combinação de tipos de lasers. Um laser de hexafluoreto de carbono excita as moléculas contendo urânio à níveis que a molécula pode vir a ser dissociada pelo laser de CO<sub>2</sub>.

## Carro movido a energia solar

Foi desenvolvido na Suíça um pequeno carro, para dois passageiros, inteiramente movido a energia solar. A velocidade máxima alcançada pelo protótipo é de 50 km/h.

O carro é movido por um motor elétrico alimentado por oito baterias comuns de carro. As baterias são carregadas por 50 células solares, localizadas no exterior do carro. Num dia ensolarado o carro tem autonomia de 60 km.

Foi considerado excelente meio de transporte nas cidades — evita acidentes e não polui.



Os pesquisadores de Campinas buscam fontes alternativas de energia mas lutam com falta de verbas.