

A Petrobras não pode ser um fim em si mesma

Argemiro Pertence (*)

A espécie humana tem marcado sua presença no planeta ao longo do tempo pelo crescimento do consumo de energia. O consumo de energia está associado ao desenvolvimento e ao progresso. Este consumo ampliado de energia, todavia, tem seus limites e exige cada vez mais inteligência, já que o uso desmesurado e incentivado de algumas fontes de energia produz efeitos negativos sobre a Natureza e sobre a vida em suas diferentes formas.

Ninguém mais discute que a queima de combustíveis fósseis para a geração de energia é nociva ao ambiente e à vida. Sem esquecer que as máquinas que utilizam a energia gerada pela queima desses fósseis são máquinas de baixíssimo rendimento mecânico, ou seja, produzem muito pouco trabalho em relação à energia disponível, tornando onerosa e pouco útil sua operação.

Os motores de combustão interna dos veículos de transporte terrestre, por exemplo, têm rendimentos na faixa de 25% a 35%, o que, convenhamos, é um fracasso em termos de engenharia. Se agregarmos a este número que uma parcela significativa dos automóveis de passeio passa horas parada ou em baixas velocidades no trânsito congestionado das grandes cidades do mundo de hoje, este rendimento cai para algo próximo de 10% ou menos ainda.



Congestionamento de trânsito em São Paulo – desperdício de energia

Em cidades como São Paulo, Rio de Janeiro, Pequim, México, Xangai, Nova Delhi, Buenos Aires, Istambul, Moscou, Teerã e dezenas de diversas outras é normal que um usuário de automóvel perca entre 3 e 4 horas por dia nos congestionamentos de trânsito, algo próximo de 15% da duração total de um dia ou quase 22% do seu tempo diário acordado.

Concebido como uma comodidade destinada a facilitar a vida das pessoas, o automóvel tornou-se um problema para quem os utiliza nas metrópoles. O pior de tudo é que os usuários não se dão conta do problema, já que em alguns casos prevalece o consumismo e o “status”; em outros, o usuário não tem opção, já que não há transporte coletivo decente em sua área.

Entretanto, a maciça publicidade em favor desses veículos tem contribuído para grandes demandas dessas máquinas atrasadas. Para compensar o atraso na parte motora do veículo, os fabricantes têm-nos equipado com capricho e praticidade na decoração do espaço interno, renovado seu painel de instrumentos e aprimorado sua parte mecânica não motora (suspensão e direção).

Observando o excessivo número de veículos nas grandes cidades de todo o mundo, não se pode admitir, em sã consciência, que estes continuem a ser fabricados sem qualquer restrição. Graças à publicidade, ao apelo ao consumo, à falta de planejamento e ao interesse das grandes produtoras de petróleo, esses veículos prosseguem, mesmo sem espaço, asfixiando milhões de pessoas, numa orgia sem qualquer sentido.

Na outra ponta da queima de fósseis para geração de energia estão as máquinas voadoras. Estas máquinas, os aviões, não ficam nada a dever aos veículos terrestres de combustão interna em matéria de rendimento energético.

Os modernos aviões militares são acionados por turborreatores de alta rotação, são acionados por gases resultantes da queima de um combustível fóssil, o querosene de aviação – o QAV. A mistura ar-combustível promove a combustão no interior de uma das câmaras da máquina e gera gases de combustão em altas pressões e temperaturas que se dirigem a outra câmara da máquina onde acionam uma turbina a gás e são descarregados na atmosfera gerando empuxo por reação para deslocar a aeronave.

A temperatura de descarga na atmosfera desses gases é um indicador da baixa eficiência da turbina. Gases muito quentes na descarga indicam que nem toda a energia da combustão foi transformada em trabalho.



Moderno caça bombardeiro de última geração Lockheed F-35B (observe detalhe da temperatura da saída de gases na traseira do avião) – desperdício de energia

Raramente as turbinas aeronáuticas têm rendimento superior a 35%. Ou seja, desperdiçam, também, muita energia.

O mesmo se passa com os grandes jatos comerciais, apenas com uma diferença de escala: dezenas de milhares desses aviões sujaram nossa atmosfera dia e noite com seus gases de efeito-estufa descarregados por seus reatores sem qualquer pudor em todos os nossos céus.

Há ainda os modais de transportes ferroviário e marítimo também altamente dependentes da queima de derivados de petróleo para o acionamento de seus propulsores. Como nos casos anteriores, em ambas as situações, o desperdício de energia é uma constante, assim como a agressão atmosférica e à vida no planeta.

Pode-se afirmar que 70% do petróleo consumido no mundo se destina ao transporte de pessoas e cargas. Uma parcela menor é consumida por veículos bélicos, como os caças supersônicos e a jato. Todas essas máquinas têm baixo rendimento, desperdiçam energia e lançam gases de efeito-estufa na atmosfera.

Uma energia suja

Transformado em símbolo de poder e riqueza, o petróleo vem aos poucos vestindo sua roupagem de fonte de energia suja. Não somente pelos gases liberados em sua queima para gerar energia, mas também por sua

agressão à Natureza quando da crescente quantidade de seus derramamentos e vazamentos, especialmente em áreas produtoras. Milhares ou mesmo milhões de animais de inúmeras espécies são mortos anualmente pela contaminação de seu *habitat* pelos vazamentos de óleo.



Ave marinha agonizante após ter sido alcançada pelas águas contaminadas de um vazamento monstro de petróleo no Golfo do México em 2010

Negócio para as gigantes do capital

Durante o século passado, empresas cresceram e se tornaram gigantes por força de seus negócios com petróleo. Não se falava em sujeira e poluição. Até então, o petróleo era uma forma de energia abundante e barata. As grandes potências cuidavam de assegurar o controle das fontes de petróleo onde quer que fosse.

Foi assim que o Oriente Médio e particularmente o Golfo Pérsico passou a ser encarado como zona estratégica e palco de guerras. Os EUA gastam bilhões de dólares anuais para operar dezenas de bases militares na região visando garantir suas necessidades de petróleo, já que quase 25% de todo o petróleo produzido no mundo é consumido neste país.

Passaram-se décadas em que as grandes empresas do petróleo mundial controlaram os negócios com combustíveis, quase sempre com apoio bélico das instituições oficiais de seus países-sede. Eram chamadas de “as sete irmãs”.

Hoje, as “irmãs” não são mais sete. Algumas se fundiram e outras se concentraram em outras áreas de negócios. Atualmente, até a brasileira Petrobras está entre as “irmãs”. O negócio da Petrobras é o mesmo das gigantes Shell, ExxonMobil, Chevron, British Petroleum e muitas outras.



Logomarcas das grandes do petróleo da atualidade

Cada vez mais a energia obtida a partir da queima de derivados de petróleo é vista com antipatia por crescentes setores da sociedade.

Recentemente, o Papa Francisco, em sua encíclica “Laudato Si”, foi claro ao demonstrar que se o que a comunidade científica mundial diz fosse ouvido, outros seriam os resultados dos encontros organizados pela ONU sobre o aquecimento global e a crescente erosão da biodiversidade.

O Papa qualifica nosso planeta de “nossa Casa Comum”. Esta casa não pode continuar sendo agredida apenas para produzir lucro para alguns e energia mal aproveitada. O Papa destaca que “como nunca antes na história o destino comum nos obriga a buscar um novo começo...”.

A encíclica conclui esta parte acertadamente ao dizer: “a análise mostrou a necessidade de uma mudança de rumo... devemos sair da espiral de autodestruição em que nos estamos afundando”. Não se trata de uma reforma, mas, citando a Carta da Terra, de buscar “um novo começo”. A interdependência de todos com todos nos leva a pensar “num só mundo com um projeto comum”.

Enfatiza o Papa repetidamente que um novo modo de vida deve ser buscado em nossa Casa Comum. O excesso de consumo de energia para fins cada vez menos nobres precisa ser extirpado. O desperdício de energia do qual todos somos testemunhas trabalha contra a vida, incluindo a da espécie humana.

Especialistas no assunto já admitem que nosso futuro oscila entre a crise e a catástrofe. Estudiosos da questão creem que os últimos dados científicos indicam que nossa vez já chegou se não houver mudanças drásticas em nossos hábitos. Fizemos tantas e tão graves agressões contra a mãe Terra que já não merecemos mais viver sobre ela. Ademais, de ano em ano são mais de três mil espécies que chegam ao seu clímax e naturalmente desaparecem do processo da evolução. Por que não poderá ter chegado a nossa vez?



América do Norte - concentração do consumo de energia

Iniciativas sóbrias para a contenção do consumo de petróleo

Não bastasse a Encíclica Papal, a Cúpula de Paris sobre o Clima, a ocorrer em dezembro deste ano, ainda carrega uma esperança de reformas para que o sistema da ONU tenha maior controle sobre políticas de emissões de gases de efeito estufa, que são os culpados por ondas de calor, inundações, secas e aumento dos níveis do mar. Paris pode marcar uma mudança de rumo das duas décadas de diplomacia climática em direção a um sistema mais tecnocrático, que permitiria que compromissos nacionais para ações climáticas fossem comparados e fortalecidos nos próximos anos.

Graças aos esforços de muitos líderes, como a chanceler alemã Angela Merkel, ao Papa Francisco, à cobertura do jornal britânico *The*

Guardian sobre o desinvestimento em combustíveis fósseis e a pesquisas incríveis de grupos como o World Resources Institute, a maioria dos especialistas agora acredita que a maré está virando. Já é possível antever um novo planeta livre de combustíveis fósseis.

Já em 2006, a respeitada revista médica britânica *The Lancet* afirmava em um artigo que há ligação entre saúde e mudanças climáticas. “O último Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas (PIAC) indicou diversas questões relacionadas à saúde”. A mudança climática já está induzindo uma variedade de alterações nas condições ambientais, aumentando a exposição da saúde a riscos e piorando a condição da saúde das populações.

É válido esperar por mudanças na próxima Conferência das Partes (COP21) a se realizar em dezembro de 2015, em Paris. O setor de saúde é parte da solução para uma luta contra a mudança no clima. Para que os governos assinem tratados vinculantes e adotem medidas efetivas de adaptação e políticas de mitigação, nossas mensagens-chave (de saúde) para a COP21 deverão seguir os passos abaixo:

- Todos deveriam reconhecer que a adaptação à mudança climática é essencialmente uma questão de proteção à saúde pública básica. A mudança climática e o *stress* ambiental deveriam ajudar a mudar o foco dos compromissos políticos e financeiros;

- A proteção das futuras gerações e no curto prazo, o desenvolvimento de escolhas que protejam a saúde pública. Se os benefícios das políticas de mitigação são, em geral, vistos como investimentos de longo prazo e com muitas incertezas, os benefícios laterais imediatos para a saúde podem ser argumentos bem melhores.” ⁽¹⁾

Além da COP21, em Paris, em dezembro deste ano, que surge como esperança para alguma mudança, já temos iniciativas locais, especialmente na Europa, que nos dão também um alento.

A França já planeja eliminar gradualmente a utilização de óleo diesel em carros de passeio e vai colocar em prática um sistema para identificar os veículos mais poluentes. No próximo ano, o governo vai lançar um sistema de identificação dos carros que irá classificar os veículos pela quantidade de gases poluentes que emitem e, com isso, limitar o acesso às cidades dos carros que mais poluïrem.

Agora, depois de mais de uma semana com altos picos de poluição, Paris e 22 municípios de sua região metropolitana passam a aplicar a partir da segunda-feira (17 de junho) um rodízio de veículos. Em dias alternados, apenas os carros e motos com final de placa ímpar ou par poderão circular. Cerca de 700 policiais estarão posicionados em 60 pontos da região parisiense para multar os infratores.

Ademais, já se nota uma redução no número total de carros de passeio na França.

Em outros países, como Holanda, Bélgica, Dinamarca, Suécia e Noruega é crescente o número de pessoas que preferem caminhar ou usar bicicletas para se deslocar. Estas medidas vão mudando a paisagem gradualmente e motivando gente em outros países. A associação do hábito de caminhar ao uso de bicicleta e à redução da poluição faz todo sentido num mundo como o nosso.

A quantidade de carros hoje – mais de 800 milhões no mundo inteiro e mais de 46 milhões somente no Brasil - causa uma série de problemas: engarrafamentos, poluição, sucateamento do transporte público e o consequente desgaste físico e emocional para milhões de cidadãos, além de outros problemas de saúde como o *stress*, as complicações cardíacas e a inalação de gases tóxicos. Não há mais espaço para novos carros nas nossas grandes cidades. Não há espaço físico nem espaço moral. O aumento do número de carros é de uma estupidez sem par.

Estão, portanto, postas as questões que justificam a redução do uso de derivados de petróleo em nosso dia-a-dia.

Excesso de consumo de energia

Outro dado importante é o excessivo consumo de energia em nosso modo de vida, especialmente em alguns países e regiões de nosso planeta. Desde a Revolução Industrial estabeleceu-se o dogma que afirma que o processo de industrialização representa forçosamente progresso social.

Por outro lado, uma avaliação mais detalhada do tema demonstra que, como qualquer outro dogma, este também está lastreado em elevada dose de mentira. Houve época em que a indústria dedicou boa parte de seu esforço para produzir bens de fato úteis à vida humana como os tecidos, as habitações e os metais.

Hoje, entretanto, a indústria está ocupada em produzir uma enorme quantidade de inutilidades e bens fora do alcance dos cidadãos comuns. Em primeiro lugar, por seu consumo específico de energia, está a indústria produtora de plásticos – a petroquímica – não por acaso também ligada à indústria do petróleo. Embora tenham alguma aplicação, esses plásticos, em sua maior parte, são aplicados em produtos descartáveis. Como ainda não se observou a degradação química desses materiais, esses descartáveis sobrecarregam as montanhas de lixo geradas nas grandes cidades, produzindo um alto índice de poluição. Aparentemente, a reciclagem desses plásticos não interessa financeiramente, pois até agora nada sensível foi feito nesta direção.

Outro ramo da indústria que pode gerar benefícios à sociedade é a indústria farmacêutica. Incessante pesquisa é feita pela parceria Estado-universidade-empresa privada, resultando em cada vez mais medicamentos para tratamento e cura dos mais diversos males da saúde humana. Todavia, esses novos medicamentos estão, em geral, fora do alcance do cidadão comum em virtude de seus elevados preços. Este problema é mais sentido nos países mais pobres. Como se vê, a industrialização está longe de ser um sinal de progresso social.

A indústria metalúrgica e em especial a indústria siderúrgica consome energia e agride a Natureza e a vida desde a mineração até o embarque do metal acabado.



Poluição ambiental causada por uma usina siderúrgica – agressão atmosférica

A produção de aço seria, sem dúvida, um trabalho elogiável, desde que não provocasse doenças respiratórias nas pessoas que vivem nas vizinhanças da usina. Não pode ser sério alguém que considera a usina mostrada na foto acima um sinal de progresso.

A produção aços seria, sem dúvida, um trabalho útil, mas a produção de aços para a fabricação de veículos urbanos em excesso, como é o caso atual, é nociva como já vimos.

Também neste caso, como no dos plásticos, a reciclagem não é cogitada em larga escala, já que não deve ser financeiramente vantajosa.

Este é outro exemplo de que a industrialização não resulta mandatoriamente em progresso. Haveria muitos outros exemplos que confirmam este fato, como o da indústria cimenteira, o da indústria química e o da indústria elétrica.

Há ainda outro aspecto a ser mencionado no caso da indústria. É fato reconhecido que os bens produzidos pela indústria atual têm cada vez mais seu tempo de vida útil reduzido visando aumentar seu consumo e o faturamento das empresas. Para conseguir isto, as empresas usam materiais de qualidade cada vez mais duvidosa ou mesmo menor. Este tipo de ética (ou de falta de ética) não pode ser aceito por uma sociedade que se acredita digna. As empresas que assim procedem precisam ser localizadas, investigadas e extirpadas do espaço empresarial.

Fontes de energia renováveis

Em vista dos dados até aqui expostos, é essencial que seja ampliada a oferta de fontes de energia renováveis e não agressivas.

As fontes com essas características já conhecidas e exploradas atualmente em escala-piloto são:

- Energia solar;
- Energia eólica;
- Energia das ondas e das marés;
- Energia de pequenas centrais hidrelétricas;
- Energia da biomassa;
- Energia geotérmica;
- Energia das células de hidrogênio.

1. Energia solar

A energia solar é obtida a partir da radiação solar incidente sobre a Terra. A radiação solar é composta por diferentes tipos de radiação. Os Painéis solares fotovoltaicos são dispositivos utilizados para converter a energia da luz solar em energia elétrica. Os painéis solares fotovoltaicos são compostos por células solares, assim designadas já que captam, em geral, a luz do Sol. Estas células são, por vezes, e com maior propriedade, chamadas de células fotovoltaicas, ou seja, criam uma diferença de potencial elétrico por ação da luz. As células solares empregam seu efeito fotovoltaico para absorver a energia do sol e transformá-la em corrente elétrica.



Painéis fotovoltaicos

Há também os painéis solares para aquecimento de água. São, em geral, de uso doméstico. Um sistema básico de Aquecimento de água por Energia Solar é composto de coletores solares (placas) e reservatório térmico (boiler).

As placas coletoras são responsáveis pela absorção da radiação solar. O calor do sol, captado pelas placas do aquecedor solar, é transferido para a água que circula no interior de suas tubulações de cobre.

O reservatório térmico, também conhecido como boiler, é um recipiente para armazenamento da água aquecida. São cilindros de cobre, aço inoxidável ou polipropileno isolados termicamente com poliuretano expandido. Desta forma, a água é conservada aquecida para consumo posterior. A caixa de água fria alimenta o reservatório térmico do aquecedor solar, mantendo-o sempre cheio.



Sistema aquecedor solar de pequeno porte

2. Energia eólica

A energia eólica, produzida pela ação do vento, já era usada pelos fenícios, romanos, gregos e outros povos antigos para mover seus barcos ao inflar suas velas. Hoje, esta mesma energia eólica é abundante, renovável, limpa e está disponível em muitos lugares. Essa energia é gerada por meio de aerogeradores, nas quais a força do vento é captada por hélices ligadas a uma turbina que aciona um gerador elétrico. A quantidade de energia transferida é função da densidade do ar, da área coberta pela rotação das pás (hélices) e da velocidade do vento.

Para que a energia eólica seja considerada tecnicamente aproveitável, é necessário que sua densidade seja maior ou igual a 500 W/m^2 , a uma altura de 50 metros, o que requer uma velocidade mínima do vento de 7 a 8 m/s. Segundo a Organização Mundial de Meteorologia, o vento apresenta velocidade média igual ou superior a 7 m/s, a uma altura de 50 m, em apenas 13% da superfície terrestre. Essa proporção varia muito entre regiões e continentes, chegando a 32% na Europa Ocidental.



Parque aerogerador no interior da Bahia

Há, entretanto, desvantagens no emprego da energia eólica: um deles é o impacto visual dos aerogeradores na paisagem. Há ainda o risco para a fauna da região no caso das aves migratórias (que pode ser minimizado no projeto), o ruído gerado pelo movimento das hélices e a intermitência dos ventos.

Os benefícios da energia eólica, contudo, compensam de longe esses inconvenientes. A ausência de poluição e de contaminação do solo são os principais ganhos neste caso.

Energia das ondas e das marés

O aproveitamento do comprovado potencial energético dos oceanos apresenta-se como uma possibilidade promissora para produzir energia limpa. Marés, **ondas** e correntes marinhas são recursos renováveis, cujo aproveitamento para a geração de eletricidade registra significativos avanços tecnológicos e apresenta vantagens, em termos de acessibilidade, disponibilidade e aceitabilidade, que vêm sendo propagadas pelo Conselho Mundial de Energia para o desenvolvimento de alternativas energéticas.

No Brasil, está prevista a construção e instalação de um protótipo piloto de 50 kW de potência, a ser expandido até 500 kW. O conceito desenvolvido pela COPPE/UFRJ, a partir de testes experimentais no Tanque Oceânico e no Laboratório de Tecnologia Submarina, é baseado no princípio de armazenamento de água sob alta pressão numa câmara hiperbárica, obtida pelo bombeamento realizado pela ação das ondas nos flutuadores. A câmara, que libera jato d'água, com pressão e vazão controlados, aciona turbina acoplada a gerador produzindo eletricidade.



Equipamento protótipo para geração elétrica a partir das ondas – COPPE/UFRJ

A **energia das marés** é aquela gerada a partir do potencial energético contido no fluxo das marés. É uma fonte de energia renovável, limpa e alternativa.

Nos oceanos existem desníveis no solo abaixo da água. Instalando barragens e um sistema de geradores é possível gerar energia elétrica. A água é represada durante o período de maré alta num reservatório instalado no oceano (geralmente próximo ao litoral). No período de maré baixa a água sai e movimentada as turbinas. Um sistema de conversão possibilita a geração de eletricidade.



Instalações para geração de energia elétrica a partir da energia das marés

Energia de pequenas centrais hidrelétricas

As pequenas centrais hidrelétricas são, por vezes, a única forma amigável com o meio ambiente de prover energia elétrica de baixo custo em algumas áreas, servindo para a iluminação, a preparação e o resfriamento de alimentos, bem como para o estímulo econômico de regiões afastadas.

Nos países em desenvolvimento, as PCH são uma alternativa limpa e renovável aos geradores a diesel. Nos países industrializados, a demanda por pequenas centrais hidrelétricas continua em alta, uma vez que elas podem dar uma grande contribuição à produção de energia nos países e efetivamente promover a substituição de fontes de energia poluentes e finitas.



Pequena central hidrelétrica

Energia da biomassa

É a energia gerada por meio da decomposição de materiais orgânicos (esterco, sobra de alimentos, resíduos agrícolas) que produzem o gás metano, sendo este utilizado na geração de energia. Para fazê-la são utilizados materiais como biomassa originária das árvores, sobra de serragem, vegetais e frutas, bagaço de cana e alguns tipos de esgotos. Ela é transformada em energia por meio dos processos de combustão, gaseificação, fermentação ou na produção de substâncias líquidas.

A energia de biomassa é renovável, garante o fornecimento de energia e, quando de origem vegetal, também auxilia na redução do CO₂ na atmosfera, pois seus materiais originais já removeram CO₂ da atmosfera durante sua vida, em seu processo regular de fotossíntese. Há ainda formas de produção de combustíveis líquidos a partir de um material vegetal. Pode ser feita de duas formas: conversão biológica, onde os açúcares da cana, do milho ou da beterraba são transformados quimicamente em etanol. No Brasil, já se usa há algum tempo o etanol como combustível para veículos. Adicionalmente, encontra-se em uso o biodiesel, que é uma mistura de óleo diesel destilado de petróleo com óleos de grãos como a soja, o milho e outros.



Plantação de cana-de-açúcar para produção de etanol

Já a conversão térmica ocorre quando o material vegetal se decompõe sem o oxigênio e sob um forte calor. Nesse processo, pode ocorrer a produção de combustíveis líquidos e gasosos.

Energia geotérmica

Energia geotérmica é a energia adquirida a partir do calor procedente do interior da Terra. Em vista da necessidade de gerar energia elétrica de uma forma mais limpa e em quantidades cada vez maiores, foi desenvolvido um modo de usufruir esse calor para a geração de eletricidade. Para uma melhor compreensão da forma como é aproveitada a energia do calor da Terra deve-se antes conhecer como o nosso planeta é formado. A Terra é formada por grandes placas que nos separam do seu interior, onde se encontra o magma, formado por rochas fundidas. Com o aumento da profundidade a temperatura vai crescendo. Há, no entanto, zonas de intrusões magmáticas, onde a temperatura é muito maior. Essas são as zonas onde existe elevado potencial geotérmico. Os vulcões ativos e os gêiseres são exemplos de áreas de intrusão magmática.



Fluido aquecido procedente do interior da Terra

O vapor das centrais geotérmicas fornece a energia que alimenta a turbina que, por sua vez, aciona um gerador e produz a energia elétrica. A água geotérmica usada é depois reenviada ao reservatório através de um poço de injeção, para ser reaquecida, para assim manter a pressão e suportar o reservatório.



Central geotérmica

Uma das limitações, entretanto, das usinas geotérmicas é que os fluidos provenientes do interior da Terra e que dão origem à geração de energia, são, em geral, tóxicos ou corrosivos. Assim, os fluidos que dão início ao processo, no caso o vapor, deve ser tratado previamente para poder ser útil. Também, os fluidos oriundos do processo de geração não podem ser descartados em rios ou no solo da região.

Energia das Células de Hidrogênio

A **Célula de Hidrogênio ou Célula de Combustível** é um dispositivo eletroquímico que combina hidrogênio (H) e oxigênio (O) e produz eletricidade (corrente elétrica), que é o movimento ordenado de elétrons (e^-), produzindo ainda água e gerando calor.

Apesar do fato de que, na prática das aplicações, para que se obtenha os níveis de potência desejados, é preciso que várias Células de Combustível sejam agrupadas, formando aquilo que denominamos uma Pilha de Células de Combustível. Na sua forma elementar, uma única Célula de Combustível é constituída três partes: dois eletrodos - um anodo e um catodo - com um eletrólito entre eles.

Todavia, é de fundamental importância, também, a presença de um agente catalisador para provocar as reações químicas de ionização do

combustível (no caso o hidrogênio), reduzindo a energia de ativação da reação, aumentando assim sua velocidade. As células de combustível dependem de catalisadores para ambas as reações: a anódica e a catódica.

Duas reações químicas diferentes ocorrem em sequência: primeiro uma oxidação e depois uma redução nas duas regiões intermediárias, onde se encontra a substância catalisadora que existe nas camadas alojadas entre os três segmentos da célula de combustível. O resultado final dessas duas reações é que o combustível é consumido, a água e calor são gerados e uma corrente elétrica considerável é criada.



Pilha de células de combustível

O hidrogênio é injetado no anodo, para ali ser difundido e em seguida ocorrer a oxidação do hidrogênio, quando ele reage com o catalisador, criando-se, assim, um íon H⁺ com carga positiva e liberando um elétron de carga negativa. O eletrólito é um composto especificamente projetado para que os íons H⁺ possam passar, fluindo através dele, enquanto os elétrons que foram liberados não podem.

Assim, os elétrons liberados só podem sair do anodo por meio de um fio condutor conectado ao terminal do anodo, para criar a corrente elétrica. Já, os íons viajam através do eletrólito, indo em direção ao catodo. Ao chegar ao intermédio catodo, os íons H⁺ são novamente reunidos com os elétrons e agora reagem, também, quimicamente com oxigênio, que ali é injetado, para criar água e, também, calor, em função da energia da reação.

A corrente elétrica será empregada para acionar um motor elétrico que, por sua vez, será usado para movimentar uma máquina. Já há protótipos de veículos acionados por células de combustíveis.

Quando o caos energético começou

O emprego de fontes de energia agressivas à vida e ao ambiente teve início com a chamada Revolução Industrial, em meados do século 18, na Europa. De início, as fábricas utilizavam a queima de carvão mineral para produzir calor e aplicar esta energia para acionar máquinas, especialmente na indústria de tecelagem na Grã-Bretanha, onde havia importantes minas de carvão. O calor da queima era gerado em caldeiras. O calor gerado na caldeira produzia vapor que era utilizado para mover máquinas de tecelagem.

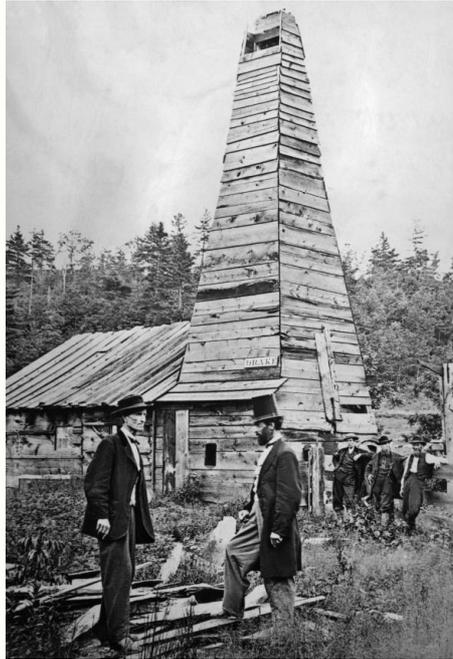
Mais tarde, a máquina a vapor foi utilizada nos transportes com o advento da famosa “Maria fumaça” e dos navios a vapor.



Primitiva locomotiva a vapor

Mais tarde, em meados do século 19, o americano Edwin Drake decidiu explorar de forma mais inteligente os surgimentos superficiais de petróleo que ocorriam em Titusville, Pensilvânia, EUA. Resolveu perfurar o solo utilizando tubos de pequeno diâmetro para que o óleo subisse e para evitar a penetração de água na perfuração.

Numa dessas perfurações, Drake alcançou o reservatório. Foi a primeira vez em que todos os fatores se reuniram: a demanda por óleo iluminante, a tecnologia de uso (a uniformização do combustível) e de produção, (a técnica de perfuração de Drake) se reuniram num mesmo lugar. Nascia ali a indústria do petróleo. Logo ficou claro que o petróleo era uma mistura de diversas frações, desde as mais leves ou de menor densidade, como o gás, às mais pesadas, como o asfalto e os óleos combustíveis.



Primeira perfuração de um poço de petróleo em Titusville, Pensilvania (EUA), em 1859. Drake é o da direita, de cartola

O processamento do petróleo

O petróleo bruto, entretanto, tem muito poucas aplicações práticas. Para obter suas frações úteis é necessário processá-lo ou refiná-lo.

Os principais processos utilizados para o refino do petróleo são:

- Destilação fracionada (atmosférica e a vácuo);
- Craqueamento catalítico (FCC);
- Craqueamento Térmico;
- Coqueamento Retardado;
- Hidrocraqueamento;
- Reforma Catalítica.

Há ainda os processos de acabamento do processo que visam basicamente a redução de impurezas nos derivados, São eles:

- Dessalgação Eletrostática;

- Tratamento Cáustico;
- Tratamento Merox;
- Tratamento Bender;
- Tratamento Dea/Mea;
- Extração com furfural e desparafinação com mec-tolueno (para produção de lubrificantes.
- Hidrotratamento.



Unidades de destilação e craqueamento catalítico

O fato é que parcela significativa dos derivados de petróleo obtida nos processos de refino é empregada como combustível para acionar máquinas, principalmente veículos. Os motores das máquinas acionados pela energia da queima desses derivados apresentam rendimento muito baixo e não foi possível, até aqui, melhorar este desempenho.

É evidente, também, que já está ultrapassado o tempo para a utilização de fonte de energias superadas e sujas como as de origem fóssil. As grandes empresas, inclusive a Petrobras, que se adonaram dos negócios do petróleo fizeram esforços e tiveram sucesso em evitar que outras fontes de energia fossem desenvolvidas. Todavia, a situação atual de nosso planeta do ponto de vista de impureza de nossa atmosfera causada pela queima de derivados de petróleo e carvão caminha para ficar insustentável. É chegada a hora de mudarmos de rumo.

No Brasil ainda há patriotas que defendem o direito de a Petrobras prosseguir sujando sozinha o nosso ambiente. A Petrobras e seu

competente corpo técnico poderiam, por certo, estar dedicados a pesquisar e desenvolver fontes de energias alternativas e renováveis em benefício de toda a gente. Estamos na hora de ir progressivamente reduzindo a participação do petróleo, do carvão e do gás natural na matriz energética mundial e, também, progressivamente ir introduzindo fontes de energia limpa e renovável em seu lugar.

Não se pode mais conviver com máquinas e motores de tão baixo rendimento como os movidos a derivados de petróleo. Precisamos ser inteligentes.

A atual matriz energética global não reflete projeto nem inteligência. O maciço uso da propaganda tem tornado a posse de automóveis e outros veículos movidos a derivados de petróleo um objeto de desejo de muitos, mesmo sabendo que esses veículos não poderão se deslocar livremente nas grandes cidades. É neste quadro que se percebe uma espécie de conluio entre a indústria do petróleo e a indústria automobilística, dois mamutes capitalistas de alcance global. A raça humana não pode nem merece ficar submetida ao interesse de poucos cujo único objetivo é o lucro.

O planeta, a Natureza e a vida merecem respeito.

(*) **Argemiro Pertence** – Engenheiro mecânico, foi engenheiro de equipamentos da Petrobras e dirigente da Associação dos Engenheiros da Petrobras (AEPET) durante 12 anos.

(1) www.thelancet.com Vol 385 June 13, 2015