

UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS



Plínio Marcos Guimarães Mendes

COMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS:

Alternativas para os automóveis

M 21
2005

Meio ambiente

Juiz de Fora

2005

628
M03
200

Plínio Marcos Guimarães Mendes

COMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS:

Alternativas para os automóveis

Monografia de conclusão de curso apresentada ao curso de Tecnologia em Meio Ambiente do Instituto de Estudos Tecnológicos da Universidade Presidente Antonio Carlos como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em meio Ambiente. Orientador: Prof. Vinicius Campos de Almeida



Juiz de Fora

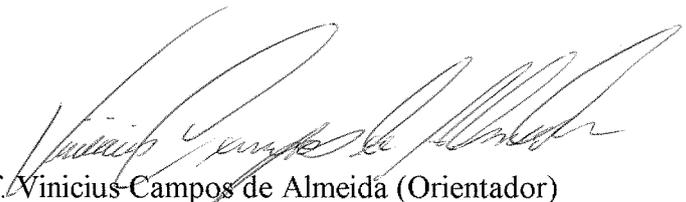
2005

Plínio Marcos Guimarães Mendes

COMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS:

Alternativas para os automóveis

Monografia de conclusão de curso apresentada ao curso de Tecnologia em Meio Ambiente do Instituto de Estudos Tecnológicos da Universidade Presidente Antonio Carlos como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em meio Ambiente. Orientador: Prof. Vinicius Campos de Almeida



Prof. Vinicius-Campos de Almeida (Orientador)

Universidade Presidente Antônio Carlos

Juiz de Fora

2005

RESUMO

A crescente demanda pelos transportes vem criando problemas de qualidade do ar, e alto consumo de combustível não renovável que acabarão por inviabilizar o uso de veículos. Isto é um claro sinal de que serão necessárias mudanças conceituais muito profundas nos veículos, nos combustíveis e nos sistemas de transporte.

Este trabalho tem como objetivo, demonstrar que há alternativas de combustíveis mais limpos que possam substituir os combustíveis fósseis em curto, médio e longo prazo dependendo da tecnologia e logística envolvidas. Inicialmente, as tendências tecnológicas se prenderam à melhoria da eficiência da combustão e do pós-tratamento dos gases expelidos, mas a evolução do veículo como um todo (transmissão, pneus, aerodinâmica, peso etc.) veio em seguida em socorro do controle de emissões. As tecnologias mais modernas exigem também melhor qualidade dos combustíveis, abrindo espaço para a competitividade dos combustíveis limpos e renováveis.

Entretanto, os sistemas de geração de energia passam a se constituir nos alvos principais do desenvolvimento, requerendo combustíveis e materiais especiais, catalisadores e sistemas eletrônicos de gerenciamento de parâmetros, onde ocorrem semelhanças importantes entre os diversos conceitos. Assim, o desenvolvimento de tecnologias de aplicação imediata pode ser em grande parte importante para os sistemas futuros, como por exemplo os biocombustíveis, como o álcool que também poderá ser importante para a era dos veículos a hidrogênio.

Palavras – chave: Bicombustível, Biomassa, Renováveis.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	4
2 – BIOCOMBUSTÍVEIS	6
2.1 – Álcool	7
2.1.1 – Pré - Vaporização do Álcool para Motores	8
2.1.2 – Vantagens	9
2.1.3 – Desvantagens	10
2.2 – Biodiesel	11
2.2.1 – Vantagens	13
2.2.2 – Desvantagens	14
2.3 – Biogás	14
2.3.1 – Vantagens	15
2.3.2 – Desvantagens	15
3 – GÁS NATURAL (GN)	17
3.1 – Gás Natural Veicular (GNV)	17
3.1.1 – Vantagens	18
3.1.2 – Desvantagens	18
4 – VEÍCULOS ELÉTRICOS	19
4.1 – Veículo Elétrico	19
4.1.1 – Vantagens	20
4.1.2 – Desvantagens	20
4.2 – Veículo Elétrico Híbrido	20
4.2.1 – Veículo a Hidrogênio	21
4.2.2 – Vantagens	24
4.2.3 – Desvantagens	24
4.2.4 – Ônibus Eletra	24
5 – VEÍCULO MOVIDO A AR COMPRIMIDO	27
5.1 – Vantagens	28
5.2 – Desvantagens	28
6 – CONCLUSÃO	29
7 – REFERÊNCIAS	30

1 – INTRODUÇÃO

Desde 1900, o consumo de petróleo tem aumentado quase quatro vezes mais rápido que o crescimento populacional, este crescimento foi especialmente rápido durante a década de 60 e início na década de 70, quando o petróleo era abundante e relativamente barato. Nos dez anos seguintes, a primeira crise do petróleo, em 1973, a falta e os altos preços forçaram os consumidores a conservar este recurso e usá-lo de maneira mais eficiente. (CORSON,2002)

O petróleo é um recurso mineral formado por uma grande mistura de compostos. A partir do seu refino, são extraídos diversos produtos, como gasolina, diesel, querosene, gás natural, óleo combustível, lubrificante, parafina e compostos químicos que são matérias-primas para as indústrias de tintas, ceras, vernizes, resinas, extração de óleos e gorduras vegetais, pneus, borrachas, fósforos, chicletes, filmes fotográficos e fertilizantes. A sua formação é o resultado da decomposição orgânica, que por milhões de anos armazenaram biologicamente a energia solar. Admite-se que esta origem esteja ligada à decomposição dos seres que compõem o plâncton - organismos em suspensão nas águas doces ou salgadas tais como protozoários, celenterados e outros - causada pela pouca oxigenação e pela ação de bactérias. (CORSON,2002)

Estes seres decompostos foram, ao longo de milhões de anos, se acumulando no fundo dos mares e dos lagos, sendo pressionados pelos movimentos da crosta terrestre transformando-se na substância oleosa que é o petróleo. Ao contrário do que se pensa, o petróleo não permanece na rocha que foi gerado - a rocha matriz - mas desloca-se até encontrar um terreno apropriado para se concentrar, estes terrenos são denominados bacias sedimentares, formadas por camadas ou lençóis porosos de areia, arenitos ou calcários. O petróleo aloja-se ali, ocupando os poros rochosos formando "lagos". Ele acumula, e forma jazidas, onde são encontrados o gás natural, na parte mais alta, e petróleo e água nas mais baixas. (VIDAL, 2005)

O uso crescente de veículos que teve início no século XX foi o principal responsável pelo aumento de consumo deste valioso recurso mineral. Os impactos sócio-ambientais causados pelos mais de 800 milhões de veículos que existem em circulação em todo o mundo, dos quais seis milhões na região metropolitana de São Paulo, são objetos de estudo de fundamental importância hoje e pelo menos nos próximos 45 anos, uma vez que a estimativa para 2050 é que a frota mundial atinja dois bilhões de automóveis. Diminuir ou eliminar o consumo e a emissão de poluentes produzida pelos veículos movidos a combustíveis fósseis é, portanto, o principal objetivo destas pesquisas. (RICUPERO, 2004)

Sendo consumido em maiores quantidades do que a natureza é capaz de prover, o petróleo pode acabar. O problema é “quando”. Debates sobre o fim das reservas e o atingimento do chamado “Pico de Hubbert”, do nome do geólogo americano King Hubbert, o primeiro a calcular, 50 anos atrás, quando se atingiria, na produção, o ponto mais alto a partir do qual o declínio e a conseqüente explosão dos preços se tornariam irreversíveis, vem se tornando mais intensos. Os pessimistas, minoritários na indústria, afirmam que o pico será atingido entre 2007 e 2010. Os otimistas apostam entre 2020 e 2030. A previsão mais otimista é a do Departamento de Energia dos EUA, que indica que o pico seria alcançado entre 2030 e 2075. (RICUPERO, 2004)

Estudiosos de vários países investem esforços na procura de novas fontes alternativas de energia para os automóveis, como hidrogênio, energia elétrica e os chamados biocombustíveis. (RICUPERO, 2004)

O combustível renovável cria novas perspectivas para os países pobres e de sustentabilidade para os países ricos. Atualmente, 85% da energia que movimenta o mundo são de origem fóssil e 80% dessa energia tem seu uso concentrado em cerca de 10 países. (CAMPOS, 2002)

Este trabalho tem o objetivo de demonstrar o que o homem desenvolveu de alternativas para substituição aos combustíveis derivados do petróleo.

2 – BIOCOMBUSTÍVEIS

São combustíveis extraídos da Biomassa, este termo ainda é pouco conhecido fora dos campos da energia e da ecologia, mas já faz parte do cotidiano brasileiro, o álcool por exemplo já é usado a mais de 20 anos em automóveis.

Fonte de energia pouco poluente, a biomassa nada mais é do que a matéria orgânica, de origem animal ou vegetal, que pode ser utilizada na produção de energia. A biomassa responde por um quarto da energia consumida no Brasil. (JARDIN, 2003)

Sendo esses produtos resultantes da captação da radiação solar pela fotossíntese nas plantas, eles são abundantes nas regiões tropicais com expressiva disponibilidade de água doce e grandes extensões de terras ainda não utilizadas. (JARDIN, 2003)

De fato, há mais vantagens nos biocombustíveis do que em relação aos outros combustíveis alternativos, principalmente por suas aplicabilidades. Eles podem ser implementados rapidamente, sem a necessidade de qualquer atualização tecnológica ou ajuste do motor que equipa o setor de transportes coletivos, cargas e insumos, a tecnologia dos combustíveis provenientes da biomassa tem vantagens que não se limitam às questões ambientais. Pode ser que valha a pena pagar mais por este combustível por ele gerar empregos e por ser renovável. O governo brasileiro já tem políticas voltadas para essa tecnologia, como o proálcool. (CAMPOS, 2003)

A perspectiva de o Brasil se consolidar como o principal supridor mundial de combustíveis renováveis de elevado conteúdo energético, é viável graças à sua dimensão continental localizada numa área tropical, e por possuir abundantes recursos hídricos (22 a 24% da água doce do planeta), além de imensas áreas desocupadas. De fato, as características privilegiadas de clima solo e área para agricultura no Brasil favorecem a opção pelos veículos cuja fonte de energia venha da biomassa. (CAMPOS, 2003)

Nesse universo, os biocombustíveis surgem como uma alternativa de diminuição da dependência dos derivados de petróleo e como um novo mercado para os biocombustíveis. A introdução do biodiesel, por exemplo, no mercado representará uma nova dinâmica para a agroindústria, com seu conseqüente efeito multiplicador em outros segmentos da economia, envolvendo óleos vegetais, álcool, óleo diesel e mais os insumos e subprodutos da sua produção. (CAMPOS, 2003)

Além disso, a produção agrícola de óleos vegetais e de cana-de-açúcar é mais do que uma alternativa energética; constitui a base para um modelo de desenvolvimento tecnológico

e industrial autônomo e auto-sustentado, baseado em dados concretos da realidade nacional e na integração do homem a uma realidade econômica em harmonia com o meio ambiente.

O Brasil, que ocupa a posição de segundo produtor e exportador mundial de óleo de soja, poderá se tornar, gradativamente, um importante produtor e consumidor de biodiesel, acrescida da oportunidade de se utilizar aqui outros óleos vegetais característicos das diferentes regiões do País e possibilitar a redução em relação à dependência da importação de óleo diesel, desonerando o balanço de pagamentos e criando riqueza no interior. Desde a década de 1920, o Instituto Nacional de Tecnologia - INT já estudava e testava, no Brasil, combustíveis alternativos e renováveis, como, por exemplo, o álcool de cana-de-açúcar. (CAMPOS, 2003)

2.1 – Álcool



Fig. 1: Cana-de-açúcar. Fonte: eco21.com.br

Em uma entrevista ao jornal The New York Times, publicada em 1925, Henry Ford já profetizava: "O álcool é o combustível do futuro". Demorou cinquenta anos, embalados por duas graves crises no abastecimento de petróleo para que um país adotasse o conselho de um dos pioneiros da indústria automobilística e voltasse seus esforços para a criação de uma alternativa energética aos derivados fósseis. A solução veio do Brasil, um país em desenvolvimento, que implantou um programa de álcool com o propósito de garantir sua segurança energética, iniciando uma verdadeira revolução no setor de combustíveis. (JARDIN, 2003)

O Programa Nacional do Álcool (Proálcool), que começou tímido, com a proposta de aumentar a mistura de álcool na gasolina, ganhou corpo com os investimentos em pesquisa e

desenvolvimento, impulsionando a produção nacional de tal forma que, em meados da década de 80, os veículos movidos exclusivamente ao combustível renovável respondiam por mais de 70% das vendas de carros novos. (JARDIN, 2003)

Mas o mesmo governo que levou o álcool ao seu auge, também provocou a sua derrota na década seguinte. A queda nos preços internacionais do petróleo fez com que o governo revisse a sua estratégia, e abandonasse o Proálcool à própria sorte.

Países em desenvolvimento, como Índia, China e Tailândia, encontra-se em estágios variados em seus programas de mistura de álcool na gasolina para reduzir a poluição e o consumo deste mineral. Essa questão também preocupa dirigentes de países do Primeiro Mundo, como os do bloco europeu e o Japão, compromissados com a redução dos gases causadores do efeito estufa, conforme consta no Protocolo de Kyoto, são clientes potenciais do álcool brasileiro. Sem a interferência do governo desde a década de 90, o setor produtivo de açúcar e álcool passou por uma reestruturação e soube atender às necessidades de consumo, garantindo o abastecimento do mercado interno, que se voltou para o álcool como opção econômica à gasolina. Colaborou para essa retomada o recente lançamento dos veículos "flexíveis", que rodam a álcool, à gasolina e a qualquer mistura entre os dois - usando uma tecnologia desenvolvida no Brasil. (JARDIN, 2003)

2.1.1 - Pré-Vaporização de Álcool para Motores (MAPV)

No processo MAPV o combustível líquido proveniente do tanque é aquecido pelo calor liberado pelo sistema de arrefecimento do motor e, com isso, vaporizado. Só depois ele é dosado com o ar formando a mistura combustível gás-gás. A vantagem do sistema está em reaproveitar parte da energia que seria perdida para o meio devido à troca de calor entre o motor e o sistema de refrigeração do mesmo. (CAMERINI. et al, 2002)

O motor funciona da seguinte forma: uma sonda mede a quantidade mínima de combustível que vai precisar para atender as condições que o motorista está exigindo do motor ajustando tal quantidade automática e continuamente, por meios eletrônicos, de forma a sempre utilizar a mínima quantidade possível de combustível. Usando o calor do sistema de refrigeração do motor aquece-se o álcool e o vaporiza sobre o ar que será usado na mistura, e aí injeta o combustível na câmara de combustão, já em forma de vapor. A queima obtida durante a expansão será quase que integral e a força gerada permanecerá no seu valor máximo por um tempo muito maior que qualquer combustível, resultando em maior potência. (CAMERINI. et al, 2002)

Na maior parte dos motores, o óleo diesel permite um aproveitamento de aproximadamente 20% e a gasolina de 26%. Vale dizer que de 100 litros de gasolina que você coloca no tanque apenas 26 litros serão transformados em energia utilizada pelo carro, o restante, algo como 74 litros serão desperdiçados pela falta de combustão, pela combustão irregular, por transformação em calor ou evaporados quando da abertura do tanque para os reabastecimentos. (CAMERINI, et al, 2002)

O álcool líquido permite um aproveitamento de 42% e o álcool vaporizado atinge a marca de 52%. Aqui cabe uma observação muito importante: o combustível ideal no motor ideal, apresentando um aproveitamento total, geraria o máximo de 60% de rendimento, porque neste processo 40%, obrigatoriamente pelas leis naturais, seriam transformados em calor. Ou seja, quando se consegue 52% de aproveitamento na transformação do álcool vaporizado em energia está se conseguindo atingir quase a totalidade dos 60% possíveis. Além do ganho real no bolso, despolui a natureza. (CAMERINE, et al. 2002)

De modo geral, o MAPV foi capaz de manter emissões tão baixas que poderiam atender até mesmo às normas do estado da Califórnia (1983), conhecidas por serem as mais rígidas do mundo. Sem o uso de catalizadores.

Então é possível, a esta altura, reconhecer o álcool como um forte candidato ao combustível ideal, pois o álcool, em virtude de sua temperatura única de ebulição pode ser facilmente vaporizado de maneira controlada utilizando-se os gases de escape do motor ou até mesmo sua água de resfriamento. (CAMERINE, et al. 2002)

2.1.2 – Vantagens

- o álcool não contém enxofre, compostos aromáticos ou olefinicos;
- produção de energia sem exportação de nutrientes minerais;
- produção integrável, permitindo objetivos diversificados;
- produção paralela de proteínas, energia calorífica e insumos para diversos fins;
- é uma solução universal. Não requer modificações nos sistemas que o utilizam (tanques, bombas e motores), nem capacitação técnica especial; (JARDIN, 2003)
- gera mais potência em motores;
- consome energia própria e produz excedentes para outras aplicações;
- baixo custo de produção: poderá ser produzido e comercializado em moeda nacional, desvinculado da moeda americana, ao contrário do petróleo nacional e gás natural;

- fixação do homem no campo em condições dignas, reduzindo a necessidade de novos investimentos em infra-estrutura nas cidades, conseqüente da migração intensiva de trabalhadores rurais desempregados;
- geração de novos empregos - diretos e indiretos - tendo como resultado a redução da violência urbana entre outras, com a possível reversão das migrações;
- ocupação de grandes áreas, ameaçadas por interesses internacionais, com um programa de grande alcance social e estratégico;
- distribuição de renda mais eqüitativa;
- o álcool provém da cana-de-açúcar que reabsorve o CO₂ liberado durante a sua combustão;
- não provoca danos ecológicos por vazamentos em oleodutos, navios, tanques, etc. É biodegradável e permite a preservação ambiental; (JARDIN, 2003)
- proporciona a melhor forma de tornar o país auto-suficiente e exportador de combustíveis líquidos indefinidamente;
- propicia economia de divisas, pela redução gradativa das importações de petróleo e derivados;
- permite menores custos, pela possibilidade de produção local;
- assegura suprimento seguro de energia, sem temores quanto a conflitos internacionais e nacionais (guerras, greves etc.);
- assegura uma política energética flexível;
- aumenta o prestígio internacional do país, com a implantação de um programa ecologicamente equilibrado (selo verde);

2.1.3 – Desvantagens

- monocultura;
- desmatamento para plantio de cana de açúcar;
- competição na ocupação do solo com o cultivo de alimento;

2.2 – Biodiesel

É oportuno lembrar aqui que Rudolf Diesel, inventor do motor que leva seu nome, em certa ocasião afirmou de forma premonitória que “o motor a Diesel pode ser alimentado com óleos vegetais e pode ajudar no desenvolvimento dos países que o utilizem”.

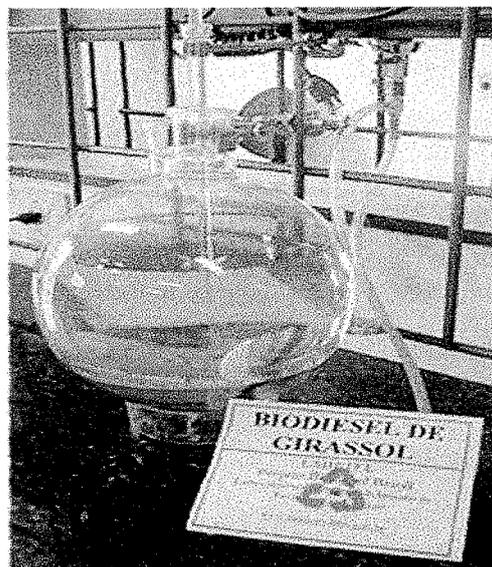


Fig. 2: Biodiesel de Girassol. Fonte: eco21.com.br

Biodiesel é um combustível diesel de queima limpa derivado de fontes naturais e renováveis como os vegetais. É um produto originário da reação química entre o óleo de soja, ou qualquer outro óleo vegetal como álcool etílico ou metílico. Durante o processo químico ocorre a reação conhecida por Transesterificação, onde os componentes do óleo (triglicerídeos) são convertidos a ácidos graxos e finalmente a ésteres dos respectivos ácidos gerados, estes ésteres podem ser de base etílica, se for usado o etanol ou metílica, se empregar-se o metanol. (CAMPOS, 2003)

Atualmente, o biodiesel é produzido por um processo chamado transesterificação. O óleo vegetal é filtrado, e então processado com materiais alcalinos para remover gorduras ácidas. É então misturado com álcool, às reações formam então ésteres e glicerol, que é separado, o biodiesel pode utilizar-se em motores diesel, em mistura com o petrodiesel (geralmente, na proporção de 5 a 30%) ou puro. Exige, por vezes, pequenas transformações do motor de acordo com a percentagem de mistura, o fabricante e o modelo do motor.

É uma fonte de energética renovável, a exemplo de todos os produtos originários do ciclo produtivo da agro-industrial. Nesse ciclo, a energia, que esta armazenada nos vegetais,

no caso do grão da soja, é transformado em combustível e depois da combustão, parte destina-se à operação de um sistema como um motor, e parte retorna para a nova plantação na forma de CO₂. O CO₂ combinado com energia solar realimenta o ciclo. (CAMPOS, 2003)

É obtido principalmente de girassol, amendoim, mamona, sementes de algodão e até animal, como óleo de peixe. No caso do combustível feito a partir de óleo de mamona, que tem uma viscosidade maior, ele precisa ser misturado na proporção de 20% de biodiesel para 80% de diesel comum, uma alternativa para os combustíveis tradicionais, derivados do petróleo, que não são renováveis.

O biodiesel reduz 78% das emissões poluentes como o dióxido de carbono que é o gás responsável pelo efeito estufa que está alterando o clima em escala mundial, e 98% de enxofre na atmosfera.

A produção de oleaginosas poderá expandir significativamente para atender o aumento da demanda por óleo para a produção de biodiesel, destacando-se o potencial de 70 milhões de hectares com aptidão para o cultivo do dendê, localizado principalmente na região Amazônica e no Leste do Estado da Bahia. O Brasil tem apenas 50 mil hectares plantados com dendê. (CAMPOS, 2003)

O mercado internacional de óleo de dendê cresce a um ritmo de 7% ao ano na indústria alimentícia e oleoquímica. A produção do ano 2000 foi de 21 milhões de toneladas e está projetada para 32 milhões de toneladas para o ano 2010. O Brasil, após 35 anos de pesquisa e plantio, tem tecnologia apropriada para aumentar a área plantada desta cultura, com produtividade de até 6 toneladas de óleo por hectare/ano. (CAMPOS, 2003)

As curvas do preço do óleo de dendê e de soja decrescem à taxa de 3% ao ano, em dólares deflacionados (média dos últimos 20 anos), enquanto que as curvas de preço do óleo diesel é crescente, em função da escassez de combustíveis fósseis.

O consumo anual de diesel no Brasil é da ordem de 36 bilhões de litros, sendo 20% importado. A região Sudeste consome 44%, a região Sul 20%, o Nordeste 15%, o Centro-Oeste 12% e a região Norte 9%. O diesel se utiliza preferencialmente para transporte 80% e 20% para sistemas elétricos isolados, agroindústria e usinas emergenciais de eletricidade (1000 MW instalados). (CAMPOS, 2003)

Além de trazer benefícios ambientais, também possibilita a geração de empregos, tanto na fase de coleta como de processamento. Promove o desenvolvimento da agricultura nas zonas rurais mais desfavorecidas, criando emprego e evitando a desertificação, isto porque reduz a dependência energética do nosso país e a saída de divisas pela poupança feita na importação do petróleo bruto. Por outro lado, sua capacidade de produção é limitada pois

depende das áreas agrícolas disponíveis (que terão, também, de ser usadas para fins alimentares) e portanto só poderá substituir, parcialmente, o petrodiesel. O preço do biodiesel é ainda elevado, mas as novas tecnologias permitirão reduzir os custos da sua produção. (CAMPOS, 2003)

2.2.1 - Vantagens

- o ponto de combustão do biodiesel na sua forma pura é de mais de 300 F contra 125 F do diesel comum; (SÁ, 2002)
- equipamentos a biodiesel são, mais seguros;
- o uso do biodiesel resulta numa notável redução dos odores, o que é um benefício real em espaços confinados;
- como o biodiesel é oxigenado, ele apresenta uma combustão mais completa; (SÁ, 2002)
- o biodiesel na sua forma natural pode ser armazenado em qualquer lugar onde o petróleo é armazenado, e pelo fato de ter maior ponto de fusão é ainda mais seguro o transporte deste;
- biodiesel funciona em motores diesel convencionais;
- o biodiesel requer mínimas modificações para operar em motores já existentes;
- é renovável, contribuindo para a redução do dióxido de carbono;
- o biodiesel pode ser usado sozinho ou misturado em qualquer quantidade com diesel de petróleo;
- aumenta a vida útil dos motores por ser mais lubrificante;
- o biodiesel é biodegradável e não tóxico;
- seqüestro de carbono, pois aumenta a área verde plantada;
- a mamona (*Ricinus communis* - Euphorbiaceae) é uma planta existente nas regiões secas do Brasil. Está sendo utilizada como combustível renovável, ecologicamente correto, ajudando o sertanejo a ter uma fonte de renda para sua sobrevivência em épocas de estiagem;
- depois de extraído o óleo, a sobra (chamada de torta ou farelo) ainda pode ser usada como ração animal. No caso da mamona, é preciso desintoxicar o farelo antes de transformá-lo em ração;
- é possível também transformar a madeira do caule em adubo. A mamona produz de 15 a 20 toneladas de madeira por hectare;

- na mistura com o óleo diesel á uma redução dos principais poluentes gerados pelos motores do ciclo diesel, denotando que o biodiesel é ideal para ônibus e caminhões. Portanto, existem ganhos ambientais importantes, como redução de óxido de hidrogênio e de CO₂, gases de efeito estufa, material particulado e fuligem, altamente nocivos ao ser humano; (SÁ, 2002)
- ao contrario do álcool, o biodiesel pode ser extraído de vários tipos de vegetais não causando os efeitos negativos da monocultura;

2.2.2 - Desvantagens

- uso de terras produtivas que também serão usadas para plantio de alimento;
- possível desmatamento de áreas para plantação;
- perda de potência nos motores;

2.3 – Biogás

O Biogás é um gás inflamável produzido por microorganismos, quando matérias orgânicas são fermentadas dentro de determinados limites de temperatura, teor de umidade e acidez, em um ambiente impermeável ao ar. (SÁ, 2002)

O metano, principal componente do biogás, não tem cheiro, cor ou sabor, mas os outros gases presentes conferem-lhe um ligeiro odor de alho ou de ovo podre. Por ser extremamente inflamável, oferece condições para seu uso como combustível para motores de combustão interna. (SÁ, 2002)

A produção de biogás representa um importante meio de estímulo a agricultura, promovendo a devolução de produtos vegetais ao solo e aumentando o volume e a qualidade de adubo orgânico. Os excrementos fermentados aumentam o rendimento agrícola.

O desenvolvimento de um programa de biogás também representa um recurso eficiente para tratar os excrementos e melhorar a higiene e o padrão sanitário do meio rural. O lançamento de dejetos humanos e animais num digestor de biogás soluciona os problemas de dar fins aos ovos dos esquistossomos e ancilóstomos, bem como de bactérias, bacilos e outros parasitas. (SÁ, 2002)

A tecnologia de biodigestores já tem pelo menos duas décadas no Brasil. Iniciou-se com modelos provenientes da China e Índia. No entanto, o Brasil teve algumas dificuldades na sua implementação, fazendo com que esta tecnologia caísse em descrédito no meio rural.

Nestas duas décadas houve avanços tecnológicos significativos que possibilitaram a solução de várias dificuldades. Assim, o modelo de biodigestor adotado para o Biosistema Integrado agrega avanços, além de levar em conta a simplicidade de manejo e baixo custo de construção. (SÁ, 2002)

Os objetivos dos biodigestores podem variar de localidade para localidade, podem ser empregados na obtenção de combustível de alta qualidade para as áreas rurais, sendo, ao mesmo tempo, preservado o valor do efluente como adubo; podem visar atender ao duplo objetivo de produção de energia e de tratamento de dejetos, principalmente de animais em fazendas, o que possibilita o manuseio de um material sem odores.

O Brasil dispõe de condições climáticas favoráveis (localidade de clima tropical onde a temperatura é praticamente constante, com média acima de 20°C, os digestores dispensam sistemas adicionais para aquecimento) para explorar a imensa energia derivada dos dejetos animais e restos de cultura e liberar o gás de bujão e o combustível líquido (querosene, gasolina, óleo diesel) para o homem urbano aliviando com isso o país de uma significativa parcela do consumo de derivados do petróleo. (SÁ, 2002)

2.3.1 – Vantagens

- auxilia o homem do campo como combustível para implementos agrícolas;
- recurso eficiente para tratar os excrementos e melhorar a higiene e o padrão sanitário do meio rural;
- aumenta o volume e a qualidade do adubo orgânico;
- o clima do Brasil auxilia na atuação do biodigestor;

2.3.2 - Desvantagens

- motores usados no campo são em grande maioria a diesel, dificultando a adaptação para o uso de biogás;

- dificuldade em se divulgar esta tecnologia no campo;
- Exige um incentivo do governo,

3 - GÁS NATURAL (GN)

Apesar de ser um combustível não renovável, as reservas mundiais deste Gás aumentaram muito nos últimos anos, em uma proporção superior ao aumento do consumo.

Estima-se que as reservas mundiais de gás natural contêm, no mínimo, um suprimento de 60 anos, aos níveis atuais de uso. Muitos países possuem suprimento de gás maiores do que o de petróleo. (CORSON, 2002)

Todavia, a grande maioria das reservas conhecidas está concentrada em poucas áreas, mais da metade está na ex - U.R.S.S e Irã. Os Soviéticos descobriram imensos depósitos de gás na Sibéria e são, agora, os líderes mundiais no consumo e exportação desse combustível.

Sua utilização em motores do ciclo diesel exige adaptações que podem dificultar a implementação de um programa de utilização em larga escala. Adaptações inadequadas de motor podem gerar emissões e consumo piores que o próprio petrodiesel, é uma fonte não renovável e sua eficiência energética e emissões de gases nitrogenados não são irrelevantes. (CORSON, 2002)

3.1 – Gás natural Veicular (GNV)

O gás natural é um combustível gasoso, cujas propriedades químicas se adaptam bem à substituição dos combustíveis tradicionais para motores que funcionam através de ignição por centelhamento. Estes motores usam em geral a gasolina como combustível, porém no Brasil também são comuns os motores que utilizam álcool hidratado (etanol).

Também pode ser usado para propulsão de veículos movidos a diesel (motores de que possuem ignição por compressão). Neste caso, a conversão do veículo é mais complexa e também mais cara, principalmente se houver a necessidade de substituição do motor original ou realização de serviços de retífica. (COLOMBO, 2003)

O GNV sua combustão não produz óxido de enxofre, chumbo e particulados. Dentre os hidrocarbonetos, o gás natural é o que produz a menor quantidade de monóxido de carbono, não emite fumaça preta nem odores; sua combustão é mais lenta permitindo significativa redução de ruído dos motores, especialmente os que utilizam diesel.

O uso do GNV, propicia importante ação na redução dos níveis de poluição atmosférica, uma vez que a sua combustão tende a ser mais completa, liberando apenas dióxido de carbono (CO₂) e água (H₂O). Acrescente-se a isto o fato de que por ser um

combustível gasoso, possui um sistema de abastecimento e alimentação do motor isolado da atmosfera, reduzindo bastante as perdas por manipulação para abastecimento e estocagem (principalmente a evaporação dos combustíveis líquidos que naturalmente ocorrem pelos respiros dos tanques de combustível). No ambiente urbano, o uso adequado deste combustível, se comparado com os combustíveis tradicionais, podem reduzir as emissões de monóxido de carbono (CO) em 76%, de óxidos de nitrogênio (NOx) em 84%, e de hidrocarbonetos pesados (CnHm) em 88%, praticamente eliminando as emissões de benzeno e formaldeídos, que são cancerígenos. (COLOMBO, 2003)

3.1.1 – Vantagens

- polui menos que os outros combustíveis fósseis;
- aumenta a vida útil dos motores e seus lubrificantes;

3.1.2 – Desvantagens

- não é renovável;
- seu custo de adaptação ainda é alto;

4 – VEÍCULOS ELÉTRICOS

4.1 - Veículo Elétrico – (VE)

No VE, o acionamento é feito por um motor elétrico (m.e.) que aciona diretamente as rodas, usando a energia armazenada em um conjunto de baterias (fig. 3). O conceito é bem mais simples que os veículos convencionais (VC) além disso, os motores elétricos são eficientes em todas as velocidades, inclusive na arrancada, dispensando embreagens e caixa de câmbio. São silenciosos, têm uma arrancada suave, poucas vibrações e não emitem poluentes, quando parados no trânsito não gastam energia e os modelos mais modernos têm freios regenerativos. (Fig. 3^A) (HOLLANDA et al, 2003)

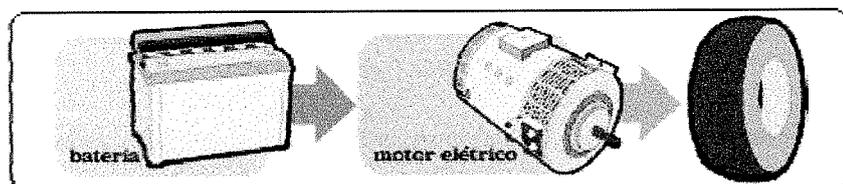


Fig. 3: Veículo Elétrico – Estrutura. Fonte: www.inee.org.br

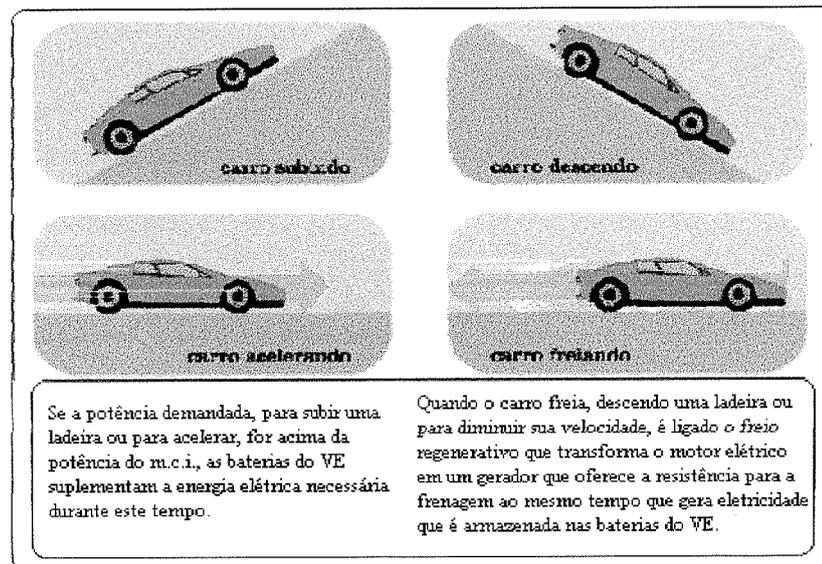


Fig. 3^A: Freio regenerativo. Fonte: www.inee.org.br

Há dois tipos de VE no mercado, os restritos e os que buscam competir com o VC em aparência e performance. Os primeiros, de circulação restrita, atendem nichos de mercados específicos (grandes condomínios, aeroportos, grandes estacionamentos, shopping centers, policiamento, plantas industriais etc.) para transporte em baixas velocidades, com pequenas

cargas, deslocamentos curtos e paradas freqüentes quando podem ser abastecidos. (HOLLANDA et al, 2003)

Por serem silenciosos e não emitirem poluentes, podem operar dentro de prédios, há pouca informação sobre vendas pois não são licenciados.

Do segundo tipo foram lançados diversos modelos de fabricantes tradicionais visando atender o mercado dos veículos convencionais em cidades onde as restrições de emissões veiculares são muito exigentes. Depois de alguns anos, quase todos os fabricantes estão desistindo, aparentemente a questão da autonomia e do tempo de recarga são duas dificuldades importantes e que não foram superadas pelo VE. (HOLLANDA et al, 2003)

4.1.1 – Vantagens

- não emitem ruídos, melhorando este que é um dos maiores problemas nas grandes cidades;
- os VE's são eficientes em todas as velocidades, inclusive na arrancada, dispensando embreagens e caixa de câmbio;
- não emitem poluentes;

4.1.2 – Desvantagens

- grande peso das baterias;
- pouca autonomia;
- tempo de recarga das baterias é demorado;

4.2 - Veículo Elétrico Híbrido (VEH)

O veículo é acionado eletricamente e a energia que demanda é continuamente suprida por um gerador instalado a bordo, dispensando as recargas de baterias. O termo “híbrido” deriva do uso combinado de um motor de combustão interna (para acionar o gerador) e do motor elétrico.(Fig.4) (HOLLANDA et al, 2003)

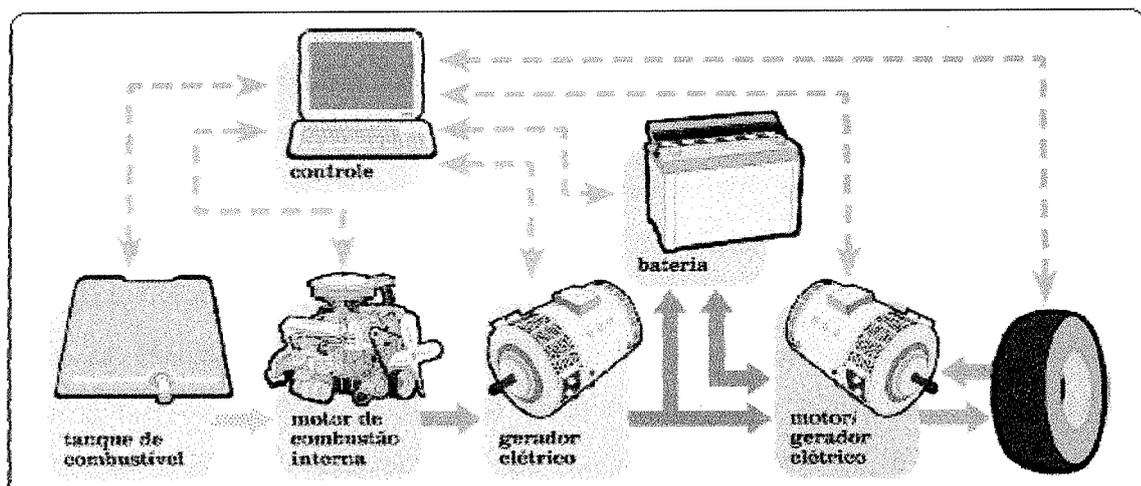


Fig. 4: Veículo Elétrico Híbrido – Estrutura. Fonte: inee.org.br

Esta combinação permite ao veículo grande autonomia e possibilidade de rápido reabastecimento, os usuários, contam ainda com o baixo ruído, aceleração suave e benefícios ambientais característicos do veículo elétrico, sem necessidade de conectar o veículo à rede elétrica para recarga de bateria.

Os benefícios práticos de VEHs incluem comprovada economia de combustível e níveis de emissões muito reduzidos quando comparados com veículos convencionais.

Os VEHs podem ser usados em qualquer meio de transporte pessoal, coletivo e de cargas. Vale lembrar que o VEH pode operar com qualquer combustível ou mais de um combustível como os motores da tecnologia flex-fuel. (HOLLANDA et al, 2003)

Fabricados desde 1998 - inclusive um modelo de ônibus brasileiro - há hoje mais de 200 mil circulando no mundo, já tendo sido superado o estágio experimental. Produzidos em maior escala os preços devem baixar e as vendas aumentarem.

No entanto, um modelo híbrido, preza, tanto pela diminuição significativa na emissão de poluentes, como pela economia de combustível e autonomia tornando uma alternativa mais realista. (HOLLANDA et al, 2003)

4.2.1 - Veículo a Hidrogênio

Na trilha do progresso dos conceitos de projeto dos veículos elétricos híbridos, as células eletrolíticas a hidrogênio podem substituir os motores/geradores a combustão interna, com uma eficiência de conversão energética duas vezes superior. O hidrogênio é um elemento inesgotável, e, ao contrário do petróleo, de sua queima, resulta apenas um inofensivo vapor de

água. O vapor, por sua vez, pode realimentar, ele mesmo, o motor. Pois a água contém hidrogênio, o H da conhecida fórmula H_2O . (HOLLANDA et al, 2003)

Conceitualmente, a célula eletrolítica a hidrogênio quebra a tradição tecnológica que busca a produção de motores que se aproxima do rendimento termodinâmico do ciclo de Carnot, onde a eficiência de conversão energética de 50% é tida como o limite máximo ou meta de projeto. No caso da célula a hidrogênio, a conversão da energia química do combustível em mecânica na roda do veículo não passa pelo estágio da energia térmica, evitando os processos de alta entropia e de perda de energia: a eficiência de uma célula a hidrogênio chega a 80% na transformação de energia química-elétrica, o que nos permite dizer que o físico Carnot nos advertiu há mais de 200 anos que os processos termodinâmicos deveriam ser evitados. Infelizmente a humanidade entendeu que aquelas eficiências deveriam ser tomadas como metas de projeto e, com isso, desperdiçou mais da metade do petróleo que consumiu até hoje, gerando efeito estufa e poluição. (BUSTAMANTE, 2002)

A tecnologia do veículo a hidrogênio encontra-se atualmente em desenvolvimento em diversas frentes. Embora existam protótipos de veículos leves e ônibus em funcionamento em diversas partes do mundo, ainda há muitas questões a serem resolvidas para sua utilização em larga escala pelo mercado mundial. Tais questões referem-se principalmente ao insumo energético a ser utilizado para a geração do hidrogênio. Em princípio, qualquer dos combustíveis utilizados hoje ou no passado pode servir de fonte para a geração de hidrogênio, desde a biomassa (madeira, resíduos agrícolas etc.) até os combustíveis conhecidos, metanol, etanol, gasolina, diesel ou mesmo o gás natural. (BUSTAMANTE, 2002)

Uma vez que as células que compõem as pilhas para geração de eletricidade nesses sistemas possuem uma camada de catalisador à base de platina, o hidrogênio necessita um alto grau de pureza para que possa ser utilizado como “combustível”, o que resulta na necessidade de que os combustíveis dos quais ele será extraído sejam, também, isentos de impurezas. Desta forma, os esforços atuais no sentido de produzir combustíveis mais “limpos” não serão desperdiçados ao pensarmos na substituição futura dos veículos a combustão interna por veículos elétricos.

Neste caso, diversas são as alternativas para a produção do hidrogênio, dentre as quais destacam-se novamente o álcool, principalmente o etanol obtido a partir de fontes renováveis e o gás natural que, embora não seja renovável e necessite de purificação para atingir a qualidade necessária, também figura como um insumo importante. Diferentemente dos derivados de petróleo, que necessitam de grandes instalações para seu refino, o hidrogênio pode ser produzido tanto em grandes plantas centralizadas como por reformadores menores

instalados nos postos de abastecimento, ou mesmo, miniaturizados e embarcados nos próprios veículos (Fig.5). (BUSTAMANTE, 2002)

Dependendo do insumo energético a ser utilizado para a produção de hidrogênio, existe uma grande variedade de processos produtivos a serem explorados. Um dos processos capazes de produzir hidrogênio de alta pureza é a eletrólise da água, o que pode conferir também o status de combustível renovável se a fonte de energia for hidroelétrica, eólica, solar ou da biomassa.

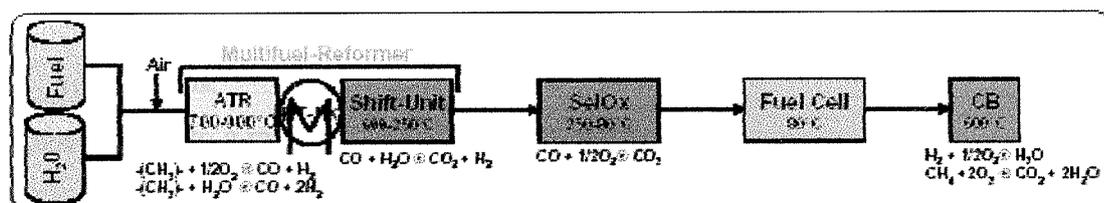


Fig. 5: Processo de reforma de combustíveis para a produção de hidrogênio. Fonte: Xcellsis.

Atualmente, o processo industrial mais utilizado é a reforma de gás natural, porém é necessária uma purificação adicional para evitar a contaminação por CO e enxofre, dois compostos altamente prejudiciais às células eletrolíticas a hidrogênio.

O hidrogênio, entretanto, apresenta uma peculiaridade que o torna um combustível difícil de ser armazenado em um veículo: para ser liquefeito, pressão extremamente elevada e temperatura muito baixa são necessárias, exigindo tanques refrigerados (criogênicos) para o transporte de hidrogênio. Dessa forma, a massa transportada em um tanque convencional (como o dos veículos a GNV, por exemplo) é muito pequena, o que limita a autonomia do veículo e permite a viabilização do abastecimento dos veículos com hidrogênio às frotas cativas restritas à circulação urbana. (ÂNGELO, et al, 2002)

Alternativas vêm sendo estudadas, como a utilização de reservatórios sólidos, à base de hidretos metálicos e nano-tubos de carbono, mas a alternativa mais interessante para os automóveis e veículos particulares parece ser mesmo a reforma *on board*, que permite o abastecimento dos veículos com combustíveis líquidos, dentre os quais, novamente, destacam-se os álcoois – metanol e etanol, preservando-se a utilização da infraestrutura de transporte e distribuição existentes. (ÂNGELO, et al, 2002)

Em todos os processos produtivos, as instalações fixas são possíveis, mas a reforma de combustíveis líquidos ou de gás natural e a eletrólise da água parecem ser as mais plausíveis para instalações menores, dimensionadas para postos de abastecimento ou garagens disseminados pelas cidades. Por último, se a fonte de hidrogênio for um combustível líquido

(gasolina, diesel, metanol ou etanol), a reforma pode ser feita tanto nos postos de abastecimento como a bordo dos próprios veículos. Em todos os casos, o desenvolvimento de materiais e catalisadores parecem ser o maior desafio ao desenvolvimento tecnológico. (ÂNGELO, et al, 2002)

4.2.2 – Vantagens

- permite um menor consumo de combustível;
- diminui significativamente a emissão de poluentes e os níveis de ruído nos grandes centros urbanos;
- o abastecimento é rápido como os veículos convencionais;
- pode operar com qualquer combustível, inclusive os renováveis;
- quando parado no trânsito, o VEH não gasta energia;
- nos VEHs movidos a Hidrogênio, a poluição é zero;

4.2.3 – Desvantagens

- o preço de um VEH ainda é caro em relação aos veículos convencionais;
- a energia gasta para liberar hidrogênio ainda é maior que a energia liberada por ele;

4.2.4 - Ônibus Eletra

A Eletra (empresa do grupo Viação ABC de São Bernardo do Campo/SP), fabrica ônibus de motores híbridos (fig.6). Usa qualquer combustível: diesel, gás ou álcool, economizando o combustível e eliminando a poluição por emissão de partículas em até 90%.



Fig. 6: Ônibus Eletra. Fonte: eletra.com.br

Quando é dada a partida no veículo o motor diesel chega ao seu "ponto ideal" de rotação e assim irá permanecer até o veículo ser desligado novamente, ou seja, opera o tempo todo em rotação constante, para aumentar a capacidade de fornecimento de energia para o motor elétrico de tração, o veículo é dotado de um conjunto de baterias, cuja função é armazenar e fornecer energia adicional quando necessário. (Fig. 7) (DAIBERT et al, 2002)

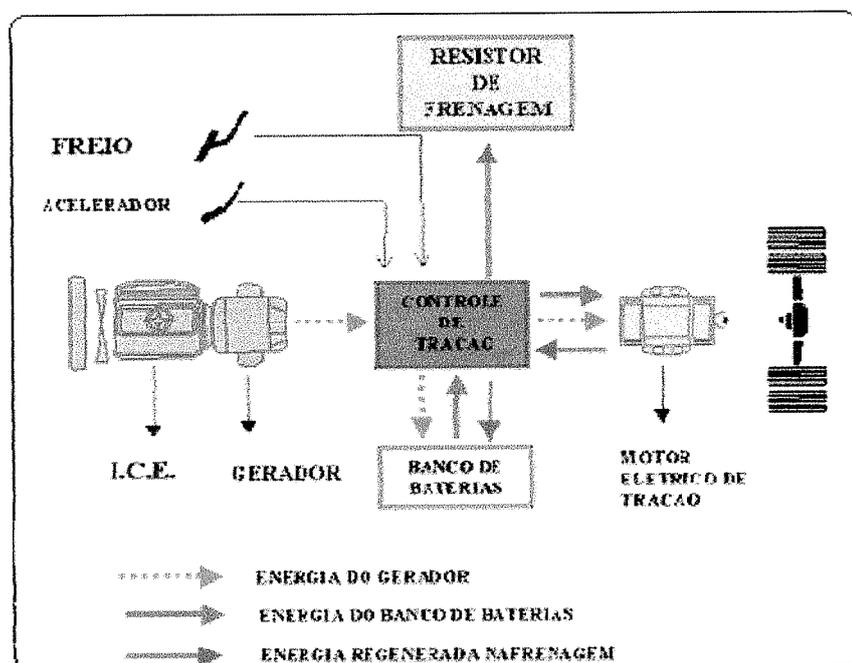


Fig. 7: Ônibus Eletra – Estrutura. Fonte: inee.org.br

A "rotação ideal" de um motor diesel é definida como sendo a rotação para a qual se verifica o menor consumo e emissão de poluentes, ou seja, onde ele consome menos combustível por unidade de potência gerada e emite menos gases poluentes.

O veículo não tem câmbio, sua aceleração e frenagem são elétricas, o motor a combustão, além de pequeno, opera numa condição ideal (rotação fixa). Tanto a aceleração como as frenagens são controladas e todo o sistema tem gerenciamento eletrônico.

Durante o trajeto o motor elétrico recebe energia do grupo motor/gerador + do conjunto de baterias. Quando o veículo está parado para entrada ou saída de passageiros, o conjunto motor gerador está recarregando as baterias. Esta configuração permite que se utilize um motor diesel muito menor, por exemplo: um ônibus a diesel convencional de 12 metros requer um motor de 210HP; para o mesmo ônibus com tração híbrida o motor diesel necessário terá apenas 80HP, sem que haja perda de desempenho. (DAIBERT et al, 2002)

Todo o gerenciamento é eletrônico e de última geração, garantindo uma operação suave e confiável do sistema. Em frenagem ou descidas de rampa o motor elétrico de tração

transforma-se em um gerador e passa a carregar o banco de baterias, mesmo conceito de freio regenerativo dos VEs e VEHs.

Em veículos tradicionais, esta energia é dissipada nos tambores de freio sob a forma de calor e não pode ser reaproveitada. Nos veículos com tração híbrida esta energia recarrega as baterias. (DAIBERT et al, 2002)

Este ônibus tem um gerador a combustão interna, usando diesel, gás ou álcool, e um motor elétrico que usa também a energia de dois grupos de 11 baterias. A energia é transmitida a um motor de tração, controlado por um painel eletrônico que mantém a rotação constante, possibilitando uma economia de combustível de 20 a 30%. A emissão de gases poluentes é reduzida entre 70 e 90%. O veículo é bastante silencioso, porque o gerador é fechado num compartimento forrado de isolante sonoro. O motor a combustão é pequeno, de 80 cavalos, embora mova um ônibus de 12 metros de comprimento, ou de 18 metros, no caso dos ônibus articulados. (DAIBERT et al, 2002)

5 – VEICULO MOVIDO A AR COMPRIMIDO

O engenheiro francês Guy Nègre, inventou um motor com a capacidade de movimentar um carro a uma velocidade de até 110/130 km/h, com um custo R\$ 6,00 (seis Reais) a cada 250/300 km, e, além do mais, tendo a vantagem de não somente não poluir a atmosfera como, também, a de purificar o ar. (CHAYB, 2003)

O grupo MDI - Moteur Developpement International que desenvolveu este veículo limpo foi, apresentado em Londres, Paris e São Paulo. Com mais de 50 licenças de fabricação espalhadas pelo mundo, o MDI pronto em breve estará circulando nas ruas da França, Israel, Espanha, Portugal, Itália, Nova Zelândia, África do Sul, México, Colômbia, Peru e Panamá.

Como o veículo de Nègre não tem combustão, não existe a poluição. O ar da atmosfera que é utilizado, previamente filtrado, se mistura com o ar comprimido no cilindro; isto significa que o processo purifica 90 m³ de ar atmosférico por dia. As três fases do seu funcionamento são:

a) Fase de compressão: no motor o ar atmosférico é comprimido até uma pressão de 20 bars com o pistão e fica transformado em ar quente de 400 °C.

b) Fase de injeção de ar: assim que o pistão para, o ar comprimido dos cilindros é injetado no espaço do motor onde está o ar quente.

c) Fase de expansão: o ar é injetado criando uma maior pressão e fazendo a ativação do motor. A técnica é simples: o primeiro pistão absorve e comprime o ar atmosférico. O ar se desloca para a câmara esférica onde é injetado com alta pressão pelos cilindros. A expansão da mistura do ar atmosférico mais o ar comprimido move o pistão que gera a energia do veículo. (CHAYB, 2003)

No primeiro protótipo finalizado, a autonomia revelou-se duas vezes superior à autonomia do carro elétrico mais sofisticado (entre 200 e 300 km, ou 10 horas de funcionamento). Este é um dado muito importante, porque 80% dos motoristas conduzem menos de 60 km ao dia.

Já existem alguns modelos em produção: um táxi, inspirado nos clássicos ingleses está em circulação experimental em Londres; ele possui diversas vantagens para os passageiros e para o motorista em relação a conforto, economia e ergonomia. Uma Van e uma Pick-up (fig. 8), foram desenvolvidos para simplificar o trabalho de várias profissões urbanas, rurais ou industriais. (CHAYB, 2003)

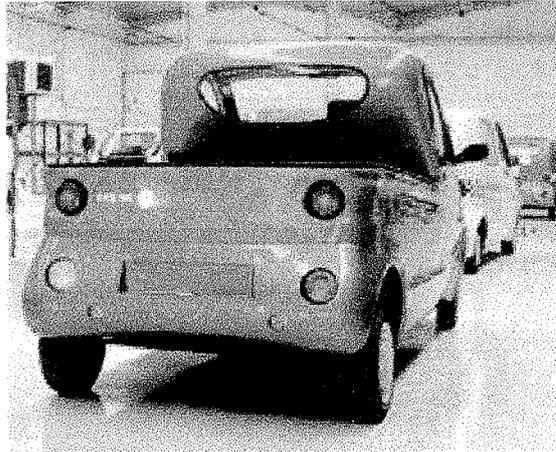


Fig. 8: Veículo a Ar "MiniCat". fonte: eco21.com.br

5.1 – Vantagens

- funciona como "Purificador de Ar" nos grandes centros urbanos;
- tecnologia simples;
- combustível renovável;

5.2 - Desvantagens

- utilização limitada para veículos leves;
- pouca potência disponível;

6 – CONCLUSÃO

Com os dados obtidos nesta monografia fica claro que a posição do governo diante do uso viável destes combustíveis alternativos se torna muito importante.

O esforço governamental deve estar concentrado em saber fazer um bom combustível e fazer valer o preço e as garantias de seu uso. O desenvolvimento das tecnologias dos processos de produção e do uso dos combustíveis alternativos deve estar sempre acompanhado com demonstrações da viabilidade econômica e sócio-ambiental, de competitividade e, também, de promoção e aceitação pelo mercado consumidor.

É importante ressaltar também que existe ainda algum tipo de preconceito com relação a estes tipos de combustíveis. O álcool por exemplo sofre até hoje com a imagem de um combustível inferior à gasolina que só valia a pena por ser mais barato. Esta imagem se deve ao fato de que o álcool, no começo de sua implementação, foi usado em motores originalmente movidos à gasolina e que foram mal adaptados pelas fabricas. Com isso o rendimento deste tipo de motor era inferior em relação ao a gasolina.

Esta imagem vem sendo melhorada com o desenvolvimento de motores projetados especificamente para o uso do álcool ou a mistura gasolina/álcool, os chamados biocombustíveis.

Na verdade os veículos biocombustíveis, são uma prova de que a estrutura energética do Brasil ainda é um tanto instável e que a possibilidade da falta de algum destes dois combustíveis (gasolina e álcool) ainda representa um problema para a sociedade.

Neste caso, a melhor alternativa em curto prazo seria os biocombustíveis, tanto por já estarem em uso quanto pela facilidade de adaptação nos motores já existentes. Além disso, os biocombustíveis podem propiciar um aumento no desenvolvimento dos países com grandes áreas disponíveis e férteis como o Brasil.

A substituição viável do petróleo por combustíveis alternativos se torna importante para aliviar o consumo deste valioso recurso mineral, e deixar seu uso como prioridade para a produção de outros derivados que não tenham ainda um substituto viável.

7 – REFERÊNCIAS

ÂNGELO, Antonio. Célula Combustível de Etanol no Brasil. Revista ECO 21, ed. 73, dezembro 2002. disponível em:

<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./energia/index.html&conteudo=./energia/artigos/celula_combustivel.html> Acesso em: 10 Set. 2005, 00:00

BATISTA, Antonio. C. Biodiesel no tanque. Disponível em:

<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./energia/index.html&conteudo=./energia/artigos/oleo_vegetal.html>. Acesso em: 12 Nov. 2005, 21:00

BUBU, Aurore. Biomassa: Uma energia brasileira. Revista Eco 21, Ano XIV - nº 93 -Agosto - 2004. disponível em:

<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./energia/index.html&conteudo=./energia/artigos/biomassa_energia.html> Acesso em: 04 Nov. 2005, 23:30

BUSTAMANTE, Luiz. "tanque maciço". Coppe/UFRJ. Disponível em:

<<http://inventabrasilnet.t5.com.br/carro.htm>> Acesso em: 13 Out. 2005, 22:30

CAMPOS, Ivonice. Biodiesel e Biomassa: duas fontes para o Brasil. Revista Eco 21, Ano XIII, Edição 80, Julho 2003. disponível em:

<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./energia/index.html&conteudo=./energia/artigos/bio_diesel_massa.html> Acesso em: 03 Set. 2005, 00:30

CHAYB, Lucia. Motor a ar: a revolução. Revista Eco 21, Ano XIII, Edição 79, Junho 2003.

Disponível em:

<<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./energia/index.html&conteudo=./energia/artigos/motorar.html>>. Acesso em: 26 Out. 2005, 00:00

COLOMBO, Oswaldo.F. O GNV no mundo. Ambiente Brasil.com, Outubro 2005.

disponível em:

<<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./energia/index.html&conteudo=./energia/artigos/gnv.html>> Acesso em: 15 de Nov. 2005, 13:30

CAMERINI, Marcos. Pré-Vaporização de Álcool para Motores. disponível em:

<http://www.institutodeengenharia.org.br/memoria_biografias.html> Acesso em: 13 de Mar. 2005, 15:00

CORSON, Walter. H. Manual Global de Ecologia. 4º ed. São Paulo: AUGUSTUS, 2002.

DAIBERT, José. ELETRA. Inventa Brasil, Fevereiro 2005. disponível em:

<<http://inventabrasilnet.t5.com.br/mtorhib.htm>> Acesso em: 13 Out. 2005, 23:40

JARDIN, Arnaldo. Álcool: Solução para o passado presente e futuro. Ambiente Brasil.com, Setembro 2005. disponível em:

<<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./energia/index.html&conteudo=./energia/artigos/alcool.html>> Acesso em: 15 de Nov. 2005, 16:30

RICUPERO, Rubens. Haverá vida na Terra depois do petróleo? Revista Eco 21, Ano XIV, Edição 96, Novembro 2004. disponível em:

<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./energia/index.html&conteudo=./energia/artigos/petroleo_vida.html> Acesso em: 03 Nov. 2005, 09:15

SÁ, Hernani. Biocombustíveis - Álcool, Óleos e Gorduras-Biodiesel. Ambiente Brasil, Dezembro 2002. disponível em:

<<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=energia/index.html&conteudo=./energia/artigos/biocombustivel.html>>. Acesso em: 22 Out. 2005, 23:40

VIDAL, José. W. Se aproxima o fim da era dos combustíveis fósseis. Revista Eco 21, ano XV, Nº 100, março/2005. disponível em:

<<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./energia/index.html&conteudo=./energia/artigos/seaproxima.html>> Acesso em: 03 Nov. 2005, 22:00