

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ
ESCOLA POLITÉCNICA DE SAÚDE JOAQUIM VENÂNCIO
LABORATÓRIO DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL EM TÉCNICAS LABORATORIAIS
EM SAÚDE

Victor Villas Bôas Chaves

MOTOR QUASITURBINE:
um possível avanço na tecnologia de motores a combustão

Rio de Janeiro

2010

Victor Villas Bôas Chaves

MOTOR QUASITURBINE:
um possível avanço na tecnologia de motores a combustão.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio como requisito parcial para aprovação no curso técnico de nível médio em saúde com habilitação em Laboratório de Bodiagnóstico em Saúde.

Orientador: Prof. Marco Antonio F. da Costa

Rio de Janeiro

2010

FICHA CATALOGRÁFICA

Victor Villas Bôas Chaves

MOTOR QUASITURBINE:
um avanço na tecnologia de motores a combustão.

Trabalho de Conclusão de Curso pela Escola
Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio com
objetivo de aprovação no curso técnico de
nível médio em saúde com habilitação em
Laboratório de Bodiagnóstico.

Aprovado em 06/01/2011

BANCA EXAMINADORA

(Profa. Mônica Mendes Caminha Murito – LATEC / EPSJV / FIOCRUZ)

(Profa. Maria Beatriz S. C. de Oliveira – LATEC / EPSJV / FIOCRUZ)

(Prof. Marco Antonio F. da Costa – LATEC / EPSJV / FIOCRUZ)

*Dedico este Trabalho à Vida,
meu falecido animal de estimação.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço principalmente à escola pela oportunidade de escrever este trabalho e também sou grato não somente à instituição, mas também aos profissionais que nela trabalham e que me apoiaram ou deram condições para que eu continuasse esse trabalho.

Não poderia deixar de agradecer aos meus amigos e familiares que não ajudaram em nada na construção da monografia, mas que como professores da disciplina da vida, serviram de exemplo para que eu pudesse realizar tudo o que já fiz até hoje.

“Existe uma coisa que uma longa existência me ensinou: toda a nossa ciência, comparada à realidade, é primitiva e inocente; e, portanto, é o que temos de mais valioso.”
(Albert Einstein)

RESUMO

Este estudo teve como objetivo descrever as tecnologias existentes entre os motores amplamente utilizados atualmente e outras tecnologias disponíveis em pesquisas, sendo a principal delas o motor rotativo chamado quasiturbine. A justificativa para esse estudo, é que, além das vantagens técnicas e ambientais, no Brasil, ainda existe uma lacuna de textos em português sobre esta temática. A discussão focou na diferença de eficiência, comparação de potência e em níveis de produção de energia menos danosos ao meio ambiente. Para tais considerações, foram feitas análises, a partir de pesquisa bibliográfica, de tecnologias relacionadas ao processo de combustão como a ignição do motor tipo diesel, motor de gasolina convencional e novas possibilidades de queima de combustível. Os resultados da comparação teórica foram bastante positivos e apontaram uma tecnologia promissora. O motor quasiturbine é um impressionante avanço em termos de engenharia, mas que ainda carece de certos avanços antes de ser concretizado para criar uma ponte entre o modelo atual de produção e consumo de energia a um modelo superior mais limpo e atenda as necessidades energéticas futuras.

Palavras-Chave: Quasiturbine. Motor de Combustão. Fotodetonação. Ignição. Energia.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Motor de pistão convencional.....	13
Figura 2	Motor Wankel.....	13
Figura 3	Motor Quasiturbine SC.....	14
Figura 4	Motor Quasiturbine AC.....	14
Figura 5	Comparação entre Ignição de Motores.....	15
Figura 6	Compartimentos Internos do Quasiturbine AC.....	17
Figura 7	Carro “Zéro Pollution”.....	19

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
1.1 HISTÓRICO.....	9
1.2 JUSTIFICATIVA.....	10
1.3 OBJETIVOS.....	11
1.3.1 Objetivos Gerais.....	11
1.3.2 Objetivos Específicos.....	11
1.4 METODOLOGIA.....	11
1.5 TECNOLOGIAS E CONCEITOS.....	12
2 ANÁLISES SOBRE A TECNOLOGIA.....	17
3 PROBLEMAS A SEREM ENFRENTADOS.....	21
2.1 TEMPERATURA E ATRITO.....	21
2.2 ALTO CUSTO.....	21
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
REFERÊNCIAS.....	24

1 INTRODUÇÃO

1.1 HISTÓRICO

O modelo atual de motores de combustão mais utilizado é baseado na tecnologia de pistões, também chamado de Ciclo de Otto em homenagem ao engenheiro Nikolaus Otto que implementou com sucesso esse processo de obtenção de energia em 1876 (POYDO, 2001).

Esse processo foi inovador em termos de energia mecânica, que por muito tempo dependeu das conhecidas máquinas a vapor. Posteriormente a invenção de Otto iria ser aprimorada graças a Rudolf Diesel, dando origem ao motor que até hoje recebe seu nome. Mais evoluído que o motor de Otto, o motor Diesel é até hoje visto como uma referência em termos de potência (POYDO, 2001).

Nesse contexto de grandes avanços, os pesquisadores de modelos automobilísticos experimentavam também outra hipótese para obtenção de energia bem diferente da proposta por Diesel e Otto: um motor de simetria radial. Isso significaria um motor rotativo, coisa nunca vista antes e idealizada como um motor futurista.

Por volta de 1930, Felix Wankel patenteia seus primeiros estudos sobre motores rotativos. Ele julgava conseguir solucionar os problemas de durabilidade dos motores padrões da época através da simetria e rotatividade de câmaras. Após anos de luta para solucionar os problemas de vedação, consegue fabricar um modelo de motocicleta aerodinâmica com seu motor de 3 câmaras e quebra diversos recordes da década de 50 (POYDO, 2001).

Diversas fábricas famosas da época adotaram o motor Wankel para seus carros, incluindo fábricas como Mazda, Mercedes-Benz, General Motors e Ford. Em 1967 foi lançado um carro compacto com o motor Wankel de 115 cavalos. Na época isso foi um sucesso de vendas e o modelo recebeu diversos prêmios. Porém, os problemas de vedação retornavam a aparecer com certo tempo de uso e o carro acabou sendo um desastre de durabilidade, acabando com a reputação do motor .

Ainda sim, em 1978 a fábrica Mazda investiu na criação do RX-7, um carro considerado luxuoso e por não ser mais fabricado, uma raridade. Com 260 cavalos, esse carro produzido até meados de 2002 ainda usando o motor Wankel ficou famoso por sua potência, mesmo mantendo baixos níveis de durabilidade. A partir de 2003, a Mazda passou a fabricar o RX-7, usando até hoje o motor Wankel por sua potência superior ao pistão convencional.

Diversos outros modelos em outras fábricas também receberam muitos investimentos para o uso do motor Wankel por sua tecnologia de rotatividade. O Chevrolet Monza chegou a

ser implementado nos EUA, porém o alto índice de poluição dos modelos que usavam o motor Wankel além da durabilidade questionável fez com que a maioria dos projetos fossem abandonados (POYDO, 2001).

Nesse contexto de popularização seguida de um descrédito dos motores rotativos, um grupo de engenheiros chefiado por Gilles Saint-Hilaire criou por volta de 1995 um novo modelo de motor rotativo: o motor quasiturbine.

A idealização desse motor foi concebida para resolver os problemas que o motor Wankel vinha sofrendo. Assim, ao invés de fazer com que o modelo Wankel de três câmaras funcionasse, Saint-Hilaire criou um modelo de quatro câmaras. Essa adaptação aparentemente simples poderia corrigir os problemas de vedação e posteriormente, de emissão de gases poluentes (POYDO, 2001).

Com praticamente 120 anos de distância do motor de pistão introduzido por Otto, este continua sendo o modelo atual. Mesmo o motor Wankel que nos últimos 50 anos conseguiu atrair a atenção de fábricas de todos os continentes não conseguiu substituir o motor de pistão por seu altíssimo custo relacionado a médios benefícios. O quasiturbine, com suas modestas duas décadas de existência, já recebe votos esperançosos de concretização de tal substituição.

Atualmente o motor quasiturbine se encontra em fase de produção de protótipos e não é largamente utilizado, embora já seja empregado na fabricação de motosserras por sua característica de não possuir tanta vibração e danificar menos o braço do usuário (CROM, 2005). Também são utilizados pequenos protótipos movidos a ar comprimido para funcionamento de karts e pequenos carros não poluentes.

1.2 JUSTIFICATIVA

Na atualidade discute-se a substituição total dos mecanismos de produção de energia baseados em combustíveis fósseis. Enquanto tal substituição não se concretiza, fica uma sensação de que não estamos fazendo tudo que é possível. Ainda podemos fazer com que os atuais motores evoluam de forma que enquanto utilizarmos os combustíveis fósseis, os danos sejam menores.

Além disso, também é plausível que desenvolvamos motores que utilizam combustíveis alternativos e ainda aumentar sua eficiência, tornando talvez a substituição dos motores de combustão não tão emergencial. A evolução dos motores torna possível que possamos adequar um estilo de vida sustentável, contribuindo dessa forma para o meio

ambiente, já que é mais seguro para a natureza, enquanto aumentamos também a eficiência das ferramentas de obtenção de energia.

Quando nos deparamos com o motor a pistão, ficamos maravilhados em como poderíamos usar tal tecnologia. Agora, a sensação de motivação é aprimorar a tecnologia de combustão de modo que eliminemos cada vez mais suas desvantagens e possamos um dia chegar mais perto de um motor ideal.

Além desses aspectos técnicos e vantagens ambientais, outro ponto importante, é de que no Brasil, praticamente não existem textos em português sobre esta temática, o que pode tornar esse estudo uma fonte interessante.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivos Gerais

Analisar o funcionamento, vantagens e desvantagens do uso de um motor do tipo quasiturbine e de tecnologias relacionadas às suas qualidades.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Estudar a teoria de funcionamento do motor quasiturbine;
- Levantar uma comparação dos principais aspectos desse modelo com outros tipos de motor;
- Discutir a relevância dessa tecnologia em termos de proteção ao meio ambiente;
- Questionar possíveis dificuldades que o projeto vai enfrentar para concretizar a teoria.

1.4 METODOLOGIA

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica, com caráter descritivo. Foi realizada uma consulta exaustiva do próprio sítio dos desenvolvedores do motor quasiturbine, além de aproveitamento dos diversos sítios citados pelos desenvolvedores no intuito de maior esclarecimento. As análises foram feitas com base nos dados já apresentados e obtidos em um

levantamento bibliográfico de documentações de engenheiros e empresas mencionadas pelo sítio oficial para comparativos teóricos.

1.5 TECNOLOGIAS E CONCEITOS

Atualmente há uma forte pressão na análise da relação dos meios de obtenção de energia com suas conseqüências ao meio ambiente e está presente uma grande polêmica sobre que caminho seguir rumo às fontes de energia renováveis. Entretanto, estudos apontam que essa tecnologia não estará disponível tão cedo e que os motores de combustão continuarão mais eficientes que os motores elétricos (STAUFFER, 2003).

Como as mudanças são emergenciais e necessitamos diminuir a ação devastadora da poluição, devemos não somente pesquisar formas de fundamentar um desenvolvimento sustentável em um futuro distante, mas também atuar de forma imediata no presente tentando aliar eficiência com sustentabilidade. Hoje, o caminho a se seguir é o aprimoramento das tecnologias de motores de combustão e investir numa transição crescente para fontes híbridas de energia (STAUFFER, 2003).

Paralelo à pesquisa de tecnologias que substituam os motores à combustão, há ainda uma forte corrente de pesquisas que visam melhorar a atual tecnologia de aproveitamento da energia dos combustíveis. Assim, ao invés de substituição completa de tecnologia de combustão, procura-se também reduzir o custo, melhorar rendimento e potência dos motores e diminuir a emissão de gases poluentes através de pesquisa de novos motores à combustão e novas misturas de combustíveis.

Os motores de combustão são motores que dependem da queima de algum tipo de substância (fóssil ou não) e por isso, geram significativas quantidades de calor e estão comumente associados a altos níveis de poluição. Entretanto, como as pesquisas de motores alternativos ainda não se encontram suficientemente desenvolvida para substituir os motores de combustão, é possível que sejamos capazes de reduzir o consumo de combustíveis e a emissão de poluentes através de modificações tanto no motor quanto nas fontes de energia.

Diversos motores à combustão já foram projetados e testados. O mais convencional e amplamente utilizado nos carros é o motor a pistão, enquanto outros modelos de motores, como o motor Wankel, visam outra estrutura no mecanismo de válvulas e dutos de entrada e saída de gases. O modelo estudado neste artigo é o motor quasiturbine, que é um aprimoramento da idéia do motor Wankel para câmaras giratórias.



Figura 1 – Motor de pistão convencional
(WIKIPÉDIA, 2011a)

Os motores de pistão usam a queima rápida de combustível para impulsionar as válvulas de forma intermitente (começa com um impulso e espera o pistão retornar a posição original para dar outro impulso, originando o que chamam de “período morto” sem impulso, contando apenas com a energia cinética restante do impulso inicial). Os motores rotativos, entretanto, possuem um período muito menor entre duas queimas, praticamente zerando o período morto do motor (SAINT-HILAIRE, 2007).

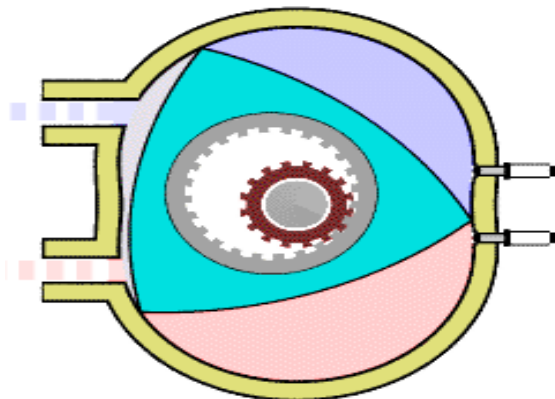


Figura 2 – Motor Wankel
(WIKIPEDIA, 2011b)

O motor quasiturbine se distingue basicamente do motor de Wankel (que também é rotativo) por possuir 4 faces ou 4 compartimentos isolados, enquanto o de Wankel possui apenas três. Mesmo assim, o quasiturbine ainda se divide em dois tipos: simples (SC) e com patins (AC). A implantação dos patins foi uma melhoria capaz de adaptar a teoria do motor quasiturbine a fotodetonação (outro método de ignição) em vista de melhores resultados de consumo de combustível e menor poluição (SAINT-HILAIRE, 2007).

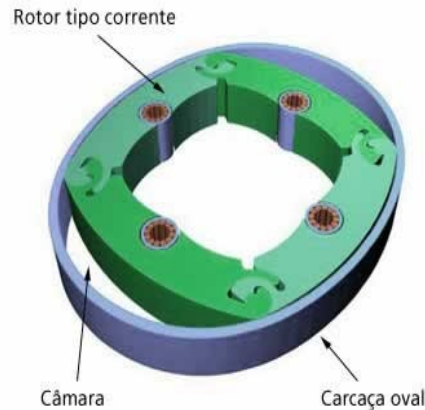


Figura 3 – Motor Quasiturbine SC
(HARRIS, [200-]a)



Figura 4 – Motor Quasiturbine AC
(QUASETURBINE, [200-])

Os novos modelos de ignição de combustíveis podem revolucionar a tecnologia de combustão. A fotodetonação e o HCCI (*Homogeneous Charge Compression Ignition*) são dois grandes passos em linhas de pesquisas no aproveitamento da queima dos combustíveis. Os motores diesel já possuem um sistema semelhante ao HCCI, consistindo basicamente em comprimir a mistura heterogênea de combustível com o ar de tal forma que a mistura sofra

um aquecimento suficiente para provocar a auto-ignição, sem necessidade de centelha para começar o processo de queima.

Teoricamente a tecnologia de auto-ignição de misturas heterogêneas é mais potente em termos de liberação de energia quando comparada à ignição por centelha de misturas homogêneas, mas por haver uma mistura heterogênea do combustível com o ar de dentro do motor, certa parte do combustível não queima e é desperdiçado e lançado diretamente no ar, podendo ser mais poluente que os motores de ignição convencionais. (CROM, 2005).

A fotodetonação veio como um aprimoramento com o sistema HCCI, combinando a homogeneidade da mistura de combustível dos motores de gasolina convencionais com a auto-ignição da mistura heterogênea nos motores diesel. Assim, ela pratica uma auto-ignição de uma mistura homogênea de forma praticamente simultânea em toda a mistura.

Para haver esse tipo de ignição, o compartimento do motor que contém o combustível necessita de pressões altíssimas e formadas de forma muito rápida. Uma consequência dessas condições é que a detonação (diferente da queima gradativa do combustível na câmara do pistão) é imediata e muito violenta. Ela usa praticamente todo o combustível, tornando o desperdício mínimo e liberação máxima de energia. É, portanto, um processo de máximo rendimento e potência, porém muito difícil de se realizar sem destruir o motor (CROM, 2005).

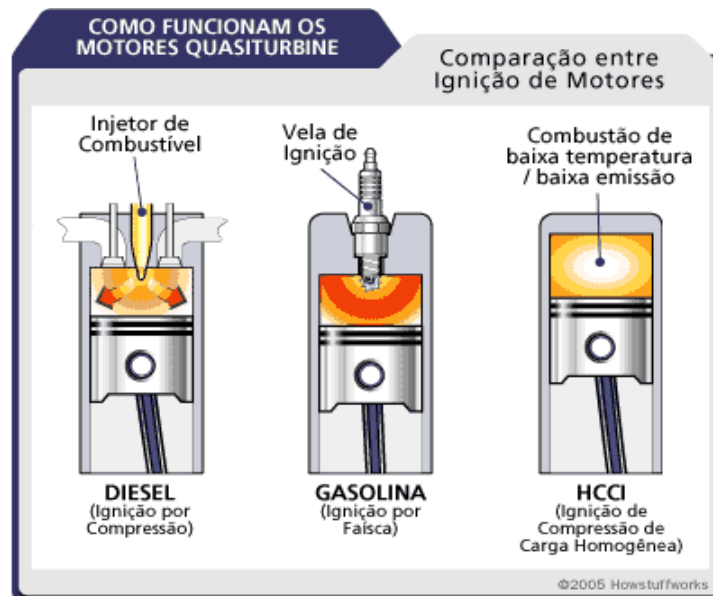


Figura 5 – Comparação entre Ignição de Motores
(HARRIS, [200-]b)

Por não possuir uma simetria favorável ter que lidar com movimentos de impacto mais bruscos que os motores rotativos, os motores de pistão não são capazes de agüentar a imensa força gerada pela fotodetonação. Esse tipo de ignição iria desgastar as paredes que contém o pistão e a câmara de combustível gerando uma pressão acima do limite desejado nas peças. O quasiturbine com patins supre todos os problemas que o motor de pistão poderia encontrar com o uso da fotodetonação (CROM, 2005).

Embora os motores Diesel já estejam mais próximos de níveis de explosão mais altos por usarem auto-ignição da mistura, eles também não são ideais para o uso contínuo de detonação pelos mesmos motivos anteriores, já que as estruturas são muito semelhantes ao pistão de gasolina comum. Os motores Diesel somente conseguem o processo de auto-ignição por não usarem a mistura homogênea: ele comprime somente o ar em pressões altíssimas e depois mistura ao combustível. A fotodetonação requer que essa alta pressão seja alcançada com a mistura homogênea, não sendo possível no motor diesel (CROM, 2005).

2 ANÁLISES SOBRE A TECNOLOGIA

O princípio do quasiturbine é que haja uma combustão contínua, realizando mais ignições que os motores convencionais por ciclo completo de rotação. Dessa forma, ao contrário do pistão, onde após uma ignição é necessário que o compartimento retorne ao estado inicial para haver outra ignição, no quasiturbine cada explosão contribui para a rotação das câmaras, impulsionando assim a continuidade do ciclo.

Quando a mistura de combustível e ar entra na carcaça, conforme ela gira, a mistura é carregada e pressionada com a diminuição do volume da câmara. Nesse momento pode haver tanto a fotodetonação quanto a ignição por centelha ou a auto-ignição simples, como em motores diesel. Depois da ignição, ela continua sendo carregada em torno do eixo central, agora aumentando o volume e diminuindo a pressão até ir de encontro com a janela de saída dos gases. Após isso, ela passa novamente pela janela de admissão.

A característica de possuir 4 ignições por ciclo deixa esse modelo de motor incrivelmente mais forte em baixas velocidades do que os outros modelos. Além disso, por ser teoricamente capaz de agüentar a fotodetonação, ele se torna também mais eficiente. Aliando o menor desperdício de combustível ao menor atrito nas peças por causa das rodas dos patins, temos um rendimento maior ainda no modelo AC (CROM, 2005).

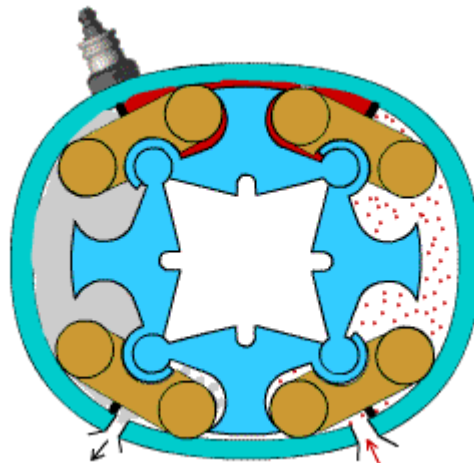


Figura 6 – Compartimentos Internos do Quasiturbine AC
(WIKIPEDIA, 2011c)

Além da vantagem em relação ao aproveitamento de combustível e maior rendimento, o motor conta com outras vantagens, como baixa vibração (um problema para outros motores por eles não possuírem um balanceamento simétrico), pouca necessidade de lubrificação,

menor agressão ao meio ambiente (consome menos e aproveita melhor a queima do combustível), torque muito maior em baixas rotações e uma incrível versatilidade em termos de aceitação de combustível. O quasiturbine pode até mesmo funcionar sem ignição, lidando apenas com pressão de gases e líquidos de forma semelhante a moinhos de hidrelétricas (SAINT-HILAIRE, 2007).

Em vista da preocupação atual com o meio ambiente, é indispensável a característica do motor quasiturbine de ser adaptável a diversos tipos de combustíveis como metanol, gás natural e talvez até mesmo para o hidrogênio. Essa característica de adaptação torna esse motor a melhor opção de transição de um sistema de motores que usam combustíveis fósseis a mecanismos de combustíveis alternativos menos poluentes (TSE, 2003).

Nos motores de pistão tradicionais, praticamente metade do combustível é desperdiçado sem sofrer a queima dentro da câmara de ignição. Esse combustível pulverizado porém não aproveitado também é responsável por cerca de metade dos poluentes liberados pelo motor (TSE, 2003).

Assim, a fotodetonação no quasiturbine torna ele melhor em termos de emissão de poluentes: resolvendo o desperdício, já é meio caminho andado em direção a uma solução para a emissão de gases que contribuem para o efeito estufa. Essa vantagem na qualidade da queima de combustível aliado ao menor consumo e adaptabilidade a tipos diferentes de combustível tornam esse sistema de combustão altamente benéfico em termos de proteção ao meio ambiente (TSE, 2003).

Enquanto a fotodetonação não é possível de ser utilizada, os motores do tipo SC podem ser usados em sistemas menos potentes porém muito menos poluentes. As características de baixa vibração e ciclo contínuo se preservam mesmo nos casos em que ele não é utilizado para combustão.

Atualmente, os protótipos de quasiturbine SC já foram exaustivamente testados e seus benefícios comprovados, sendo atualmente empregado num projeto de construção de um carro 100% livre de poluentes na França. Infelizmente, os protótipos capazes de agüentar a combustão interna tão esperada (modelo AC) ainda não foram concretizados.

Essa organização francesa chamada APUQ (*Assossiation de Promotion des Usages de la Quasiturbine*) trabalha em diversos projetos de inclusão desse motor em áreas distintas. Essas áreas vão desde a substituição dos motores de pistão por motores quasiturbine até a implementação do quasiturbine em chaminés de indústrias, tubulações de alta pressão ou sistemas de resfriamento de forma a aproveitar qualquer tipo de energia aparentemente desperdiçada.

Essa associação mostra não somente que o quasiturbine serve de transição da combustão poluente para uma combustão mais limpa, mas também que esse motor pode substituir completamente a combustão e demonstraram isso criando um carro zero por cento poluente, baseado em energia pneumática. A construção desse carro evidencia inclusive uma das vantagens do quasiturbine: o tamanho do motor.



Figura 7 – Carro “Zéro Pollution”
(AUTO, [200-])

As aplicações do quasiturbine por serem diversas, podem ser muito produtivas mesmo que o motor não tenha a padronização como motor de combustão utilizado em larga escala: pode ser muito útil no que as indústrias costumam chamar de motores híbridos. A hibridização de motores vem se mostrando uma ferramenta impressionante de aumento de eficiência dos automóveis.

Esses híbridos podem contar com uma parte elétrica e uma parte pneumática, uma parte combustível e outra pneumática ou uma parte combustível e outra elétrica. Seja qual for o caso, o quasiturbine pode preencher uma lacuna nos motores híbridos de forma incrível. Pode inclusive ser usado de duas formas: um quasiturbine AC realizando fotodetonação de combustível e um quasiturbine SC usado de forma pneumática e simultaneamente como sistema de resfriamento. Assim, o problema do superaquecimento é revertido em uma vantagem energética (CROM, 2007).

Ainda que o quasiturbine AC não seja adequadamente aceito como motor de combustão mais utilizado, os modelos pneumáticos são uma solução satisfatória para os sistemas de resfriamento. Já que o pistão conta com um rendimento baixíssimo por conta das

perdas de energia através do calor, o retorno dessa energia capturada pelo quasiturbine iria causar um salto de eficiência em qualquer híbrido de combustão (CROM, 2007).

Para motores híbridos que necessitam de baixas rotatividades por mais tempo do que altas rotatividades, o quasiturbine preenche o papel por ser um motor característico de grandes quantidades de força em velocidades baixas e consumo anual médio relativamente baixo. Um motor elétrico ligado a um quasiturbine poderia garantir uma recarga contínua das baterias do motor híbrido durante todo o período de funcionamento, sendo uma vantagem valiosa em relação aos carros elétricos de baterias recarregadas em fontes fixas ou por energia solar (TSE, 2003).

3 PROBLEMAS A SEREM ENFRENTADOS

Embora a idealização da teoria do quasiturbine esteja já com aproximadamente dez anos, ainda é extremamente novo em comparação com a tecnologia do pistão. Há uma grande dificuldade por parte dos desenvolvedores de retirar a teoria do papel e colocá-la em prática, devido a imprecisões e pequenos problemas inerentes a qualquer projeto de engenharia com avanços tão significativos.

3.1 TEMPERATURA E ATRITO

Um desses problemas é a dilatação. O quasiturbine tem seu desempenho extremamente dependente da manutenção da simetria das peças e assim, a menor dilatação na carcaça ou nas lâminas poderia comprometer todas as suas vantagens. Com a dilatação associada à alta pressão de câmaras em movimentos, um vazamento pode ser considerado.

A dilatação das peças no motor quasiturbine também pode reverter uma vantagem em um problema. No motor com patins, não é necessário haver tanta lubrificação em vista dos compartimentos possuírem rodas para auxiliar a locomoção. Porém, com a dilatação, essas rodas, ao invés de prevenir o atrito excessivo, podem provocá-lo, criando um desgaste absurdo das peças internas do motor.

O desgaste também é um grande pesadelo em motores rotativos. A vida útil do motor quasiturbine é muito questionada devido ao contínuo atrito que é necessário e também da grande quantidade de peças articuladas que permitem transferir a rotação das laminas para um eixo de forma homogênea. Entretanto, o quasiturbine é muito mais indicado para níveis altíssimos de energia de combustão, pois possui uma necessidade muito menor de válvulas e engrenagens perfeitamente sincronizadas como o motor a pistão. Inclusive dispensa a existência da peça conhecida como virabrequim, que é responsável por converter a rotação aparentemente desordenada dos pistões em uma rotação contínua (CROM, 2005).

3.2 ALTO CUSTO

Em termos de capital também há uma problemática. O quasiturbine possui um custo de produção relativamente alto por sua complexidade interna e por isso pode sair um pouco caro. Ainda, o motor necessitaria de manutenção preventiva constante, já que certos processos

como a fotodetonação são muito perigosos se não forem controlados corretamente. Por isso, a manutenção poderia sair um pouco mais custosa do que os outros tipos de motores.

É possível questionar se a economia de combustível e o maior rendimento do motor compensam o custo de desenvolvimento, aquisição e manutenção do quasiturbine. Até hoje os engenheiros encarregados não conseguiram submeter o motor quasiturbine a uma combustão adequada o suficiente para considerar o projeto como um sucesso, embora estejam esperançosos de que um dia tais barreiras serão ultrapassadas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados das comparações tecnológicas desse motor com o pistão são positivos. Era de se esperar que o quasiturbine, ainda na infância do desenvolvimento, possuísse seus problemas, assim como até hoje os motores a pistão tem os seus. As discussões técnicas atestam a teoria de funcionamento do motor quasiturbine supera os modelos de pistão comum.

Como as diversas aplicações possíveis para o quasiturbine são inclusive fora do âmbito de produção de energia por combustão, por sua estrutura funcional ser bastante versátil, o quasiturbine pode ainda ser usado para gerar energia através do aproveitamento de pressão. Ainda que ele jamais passe a ser o motor de combustão utilizado em larga escala, o projeto ainda pode adaptar-se a outros objetivos.

Embora o quasiturbine ainda não esteja implementado com todos os seus benefícios postos em prática, pesquisadores e colaboradores estão otimistas pelo uso desse novo produto da engenharia em vista de suas vantagens em termos de poluição e consumo de combustíveis. O alto custo do motor talvez possa ser um dia compensado por tais economias energéticas.

Essa tecnologia é de motor de combustão definitivamente possui futuro e seus avanços foram significativos demais para permanecer com tão pouco uso. É conhecido internacionalmente entre os engenheiros, porém ainda pouco estudado e aparentemente desacreditado pela maioria.

REFERÊNCIAS

- AUTO quaseturbine pneumatique à zéro pollution. **Quaseturbine Agence**. [200-]. 1 fotografia, color. Disponível em: <<http://www.promci.qc.ca/pureinvention/apuq/APUQAutoPneumatique.htm>>. Acesso em: 05 jan. 2011.
- CROM, Carol. Quasiturbine: technical discussion comparing the quasiturbine with other common engines. **Quaseturbine Agence**, out. 2005. Disponível em: <<http://quasiturbine.promci.qc.ca/QTCromWP0510.doc>>. Acesso em: 05 jan. 2011.
- _____. Engine Exhaust Heat Recovery with Quasiturbines offering essential efficiency characteristics. **Energy Central**, [S.l.], mar. 2007. Disponível em: <http://www.energycentral.com/functional/reference/whitepapers_detail.cfm?did=102474>. Acesso em: 05 jan. 2011.
- HARRIS, William. Como funciona o motor quasiturbine. **Howstuffworks.com**. [200-]a. 1 fotografia, color. Disponível em: <<http://carros.hsw.uol.com.br/motor-quasiturbine.htm>>. Acesso em: 05 jan. 2011.
- _____. Como funciona o motor quasiturbine. **Howstuffworks.com**. [200-]b. 1 fotografia, color. Disponível em: <<http://carros.hsw.uol.com.br/motor-quasiturbine.htm>>. Acesso em: 05 jan. 2011.
- POYDO, Paulo Roberto. **Ascensão e queda do motor sem pistões**. [c2001]. Disponível em: <<http://www2.uol.com.br/bestcars/tecprep/wankel-1.htm>> Acesso em: 05 jan. 2011
- QUASITURBINE Model AC for expander or detonation mode. **Quaseturbine Agence**. [200-]. 1 fotografia, color. Disponível em: <<http://quasiturbine.promci.qc.ca/ETypeDetonation.htm>>. Acesso em: 05 jan. 2011.
- SAINT-HILAIRE, G. **Quasiturbine Low RPM High Torque Pressure Driven Turbine for Top Efficiency Power Modulation**, Proceedings of GT 2007, ASME Turbo Expo, Montreal, Canada, Maio 2007. Disponível em: <<http://quasiturbine.promci.qc.ca/QTPapiers/ASME2007QTMontreal.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2011.
- STAUFFER, Nancy. Hydrogen vehicle won't be viable soon, study says. **MIT News**, Massachusetts, EUA, 05 mar. 2003. Disponível em: <<http://web.mit.edu/newsoffice/2003/hydrogen-0305.html>>. Acesso em: 05 jan. 2011.
- TSE, L. **Photo-Detonation Engine for Optimum Environmental Benefits**, Imperial College London, U.K , Junho 2003. Disponível em: <<http://quasiturbine.promci.qc.ca/Visionengineer030608.html>>. Acesso em: 05 jan. 2011.
- WIKIPÉDIA. **Pistão do motor**. 07 jan. 2011a. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Pist%C3%A3o_do_motor>. Acesso em: 07 jan. 2011.

WIKIPÉDIA. **Motor Wankel**. 07 jan. 2011b. Disponível em:
<http://pt.wikipedia.org/wiki/Motor_Wankel>. Acesso em: 07 jan. 2011.

WIKIPÉDIA. **Motor Quasiturbine**. 07 jan. 2011c. Disponível em:
<<http://pt.wikipedia.org/wiki/Quasiturbine>>. Acesso em: 07 jan. 2011.