

**MARINHA DO BRASIL**  
**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA**  
**CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DE MAQUINAS**

**JUAN MANUEL SAYAN SOLDEVILLA**

**AS ENERGIAS RENOVAVEIS E LIMPAS QUE PODEM SER APLICADAS AS**  
**EMBARCAÇÕES E NAVIOS MERCANTES**

**RIO DE JANEIRO**

**2015**

**JUAN MANUEL SAYAN SOLDEVILLA**

**AS ENERGIAS RENOVAVEIS E LIMPAS QUE PODEM SER APLICADAS AS  
EMBARCAÇÕES E NAVIOS MERCANTES**

Monografia apresentada ao curso de aperfeiçoamento para oficiais de maquinas APMA, ministrado pelo CIAGA como pré-requisito para a obtenção do certificado de competência STCW III/2.

Orientador: MSc. Luiz Otavio Ribeiro Carneiro

**RIO DE JANEIRO**

**2015**

**JUAN MANUEL SAYAN SOLDEVILLA**

**AS ENERGIAS RENOVAVEIS E LIMPAS QUE PODEM SER APLICADAS AS  
EMBARCAÇÕES E NAVIOS MERCANTES**

Monografia apresentada ao curso de aperfeiçoamento para oficiais de maquinas APMA, ministrado pelo CIAGA como pré-requisito para a obtenção do certificado de competência STCW III/2.

Data da aprovação: \_\_/\_\_/\_\_

Orientador: MSc. Luiz Otavio Ribeiro Carneiro

---

Assinatura do Orientador

**RIO DE JANEIRO**

**2015**

Dedico este trabalho a minha filha Isabella Sophie, pois ela é a minha principal motivação de tudo na minha vida. Pelos momentos e alegrias que tornaram estes últimos 5 anos os melhores, que graças a ela, eu tenho mais uma razão enorme de querer sempre melhorar minha vida pessoal e profissional.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pelo presente da vida e saúde, e por tudo de bom na minha vida. Quero agradecer também, a minha mãe Mercedes pela educação que tem me brindado em todos estes anos, a minha esposa Camila pela paciência e apoio durante todo o nosso relacionamento, isto inclui as dificuldades que passamos e superamos juntos. Aos professores que tive na EFOMM e agora no APMA, pois o que seria de nossas vidas profissionais sem os conhecimentos dados a nós durante todos estes anos? Um agradecimento muito especial ao meu orientador Luiz Otavio, pela paciência com todos nós no APMA, por todo conhecimento fornecido a nós com muita humildade e dedicação. Aos meus colegas de profissão do curso APMA, pois aprendi muitas coisas com eles durante estes três meses e meio e tenho certeza que construirei com muitos deles amizades que durarão muitos anos senão a vida toda.

Feliz é aquele que transfere o que sabe, e  
aprende o que ensina.

(Cora Coralina)

## RESUMO

A presente monografia tem como finalidade mostrar aos leitores desta, a possibilidade da construção de embarcações e navios mercantes com fontes energéticas renováveis e limpas, que a única dificuldade no momento está na grande indústria petrolífera, pois é ela que por ser bilionárias e poderosas, dificulta o desenvolvimento destas fontes energéticas, tirando informações sobre elas as pessoas no mundo, isto é, manipulando os meios de comunicação e incentivando ainda mais ao consumo excessivo das fontes energéticas por hidrocarbonetos. Por conta disto o mundo ainda é movimentado com petróleo e fontes energéticas por hidrocarbonetos.

Com o uso da internet, existe agora uma quantia considerável de pessoas ao redor do mundo que estão sendo informadas sobre estas fontes energéticas e refere-se a fontes energéticas que ainda não foram difundidas ao público em geral.

A presente monografia visa também mostrar as novas tecnologias que ainda não são conhecidas pela maioria das pessoas no mundo, e com muita mais razão aos caros leitores deste trabalho, pois assim será o começo ou a continuação de uma nova filosofia energética para a marinha mercante no Brasil e no mundo, onde uma embarcação não dependerá mais de alguma fonte energética por hidrocarbonetos para transportar os seus recursos de um lugar para outro, pois estas fontes por hidrocarbonetos afeta muito o planeta e o eco sistema, planeta no qual não só vivemos senão também viverão nossos filhos, netos e descendentes.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Concentrador solar com calhas parabólicas	16
<b>Figura 2</b> As células de cristal único	18
<b>Figura 3</b> As células policristalinas	18
<b>Figura 4</b> Célula Silício amorfo	19
<b>Figura 5</b> Turbina eólica	21
<b>Figura 6</b> Crescimento de Instalações de turbinas eólicas	23
<b>Figura 7:</b> com o passo do tempo as turbinas cresceram e assim geraram mais energia	24
<b>Figura 8:</b> componentes da turbina	26
<b>Figura 9:</b> Carro Airpod da MDI	29
<b>Figura 10:</b> Motor eolico da MDI	30
<b>Figura 11:</b> motor Di Pietro	31
<b>Figura 12:</b> o motor Di Pietro possui um tamanho bem menor do que os motores normais	32
<b>Figura 13</b> uma moto da engineair mostra que este motor exclui varios acessórios do que de uma moto convencional	32
<b>Figura 14:</b> o ar volta a atmosfera do mesmo jeito que foi comprimida	33
<b>Figura 15:</b> Este motor pode energizar qualquer coisa incluindo o propulsor de um navio	33
<b>Figura 16:</b> Um motor limpo acoplado a um kart	33
<b>Figura 17:</b> Prototipo de um motor magnético	34
<b>Figura 18:</b> Polaridade do motor magnético entre os estatores e o rotores	35
<b>Figura 19:</b> Formato de montagem dos ímãs entre estatores e rotores	35
<b>Figura 20:</b> O MS Turanor PlanetSolar navegando	37
<b>Figura 21:</b> MS Turanor na construção	38
<b>Figura 22:</b> Especificações técnicas do navio	39
<b>Figura 23:</b> A Modificação do navio	41

## SUMARIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>8</b>
<b>1.1 Uma Breve História da Energia</b>	<b>11</b>
1.1.1 Os velhos tempos	11
1.1.2 O <i>Boom</i> da energia	12
1.1.3 A Grande queda da energia	13
<b>2. OS TIPOS DE ENERGIAS RENOVÁVEIS</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Energia Solar</b>	<b>13</b>
2.1.1 Coletores solares térmicos	14
2.1.2 Sistemas Solares Térmicos Concentrados	15
2.1.3 Células Fotovoltaicas	16
2.1.4 O Futuro da Energia Solar	19
<b>2.2 Energia eólica</b>	<b>20</b>
2.2.1 A História da Energia Eólica	21
2.2.2 O recurso vento	23
2.2.3 Dirigindo-se à variabilidade de Energia Eólica	25
2.2.4 A Mecânica de turbinas eólicas	25
2.2.5 O Futuro da Energia Eólica	27
<b>3. MOTORES LIMPOS</b>	<b>28</b>
<b>3.1 Motor a ar comprimido da MDI</b>	<b>28</b>
<b>3.2 Motor eólico da engineair (Angelo Di Pietro design)</b>	<b>30</b>
<b>3.3 Motor magnético</b>	<b>34</b>
<b>4. NAVIO A ENERGIA SOLAR</b>	<b>37</b>
<b>4.1 Informações técnica do MS TÛRANOR PlanetSolar</b>	<b>38</b>
<b>4.2 Design e construção</b>	<b>40</b>
<b>5. CONCLUSÃO</b>	<b>42</b>
<b>6. REFERENCIAS</b>	<b>44</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A energia renovável é aquela que vem dos recursos naturais, porém são auto reabastecidos pela própria atividade da natureza como o sol, vento, chuva, marés ou inclusive a energia geotérmica. A energia limpa é aquela que não polui ou polui bem menos que as convencionais, mas este tipo de energia realmente requer aprimoramento constante pelo mesmo fato de não ser muito divulgada, como por exemplo motor magnético, motor movido a água (hidrogênio), motor movido a ar comprimido. Cabe ressaltar que os combustíveis como o petróleo, carvão e gás natural (hidrocarbonetos) provém dos recursos naturais, mas não são renováveis, pois existem em quantidades limitadas. As energias renováveis estão cada vez mais presentes em nossas vidas, como por exemplo, os painéis solares instalados nos tetos das casas ou inclusive as turbinas eólicas que já estão instaladas para abastecer energia nas residências. *(Fabiana Pacheco – Energias renováveis)*.

Fala-se muito em sustentabilidade, proteção ao meio ambiente, efeito estufa causado pelos gases de descarga dos combustíveis fósseis e uma serie de coisas com relação à proteção do meio ambiente em si, mas ainda não foi possível movimentar o planeta com energias renováveis, pois o mundo precisa e usa ainda como fonte de energia principal os hidrocarbonetos. *(Pedro Jacobi - Meio Ambiente e Sustentabilidade)*.

Sabe-se que a indústria do petróleo é uma das maiores indústrias do mundo e por tanto representa um domínio quase que monopólico a nível mundial em questões energéticas, assim antes de colocar as energias renováveis como uma “indústria” é preciso ter em conta o poder que representa a indústria petrolífera no mundo. *(MINADEO, Roberto)*

Por outro lado, fazendo uma análise, da mesma forma que já é usado energias renováveis e limpas para aplicar nas residências, escolas, shoppings centers, e inclusive na área industrial, porque não aplicar estas tecnologias em embarcações e/ou navios mercantes? Neste projeto de monografia será estudando e conhecido estas tecnologias que poderiam ser aplicadas a indústria naval e inclusive a de *offshore* (palavra derivada do inglês que significa “afastado da costa”, mas que em termos marítimos a grosso modo significa “todas as atividades que envolve a perfuração e exploração do petróleo em alto mar”). Além disso será mostrado que estas tecnologias já estão sendo aplicadas em muitas embarcações existentes ao redor do mundo e que futuramente irá mudar e revolucionar a forma de ver e pensar das pessoas em relação ao que se conhece de energia.

## 1.1 Uma Breve História da Energia

### 1.1.1 Os velhos tempos

Antes da revolução industrial, as necessidades energéticas foram bem modestas. Para o calor, se contava com o sol, quando não havia sol, precisava queimar madeira, palha e esterco seco. Para o transporte, se usava os músculos dos cavalos e do poder do vento nas velas dos navios que levou o homem a todos os cantos do mundo. Para o trabalho, foram utilizados animais para fazer trabalhos que o homem não podia fazer com as próprias mãos. A água e o vento impulsionavam as máquinas simples que plantavam os grãos e bombeavam a água.

Máquinas simples com base na capacidade de aproveitar o poder do vapor foram datadas por algumas fontes já na Alexandria antiga. A evolução da máquina a vapor continuou ao longo do tempo, mas decolou significativamente nos séculos 17 e 18. Foram as adaptações significativas de Thomas Newcomen e James Watt em meados dos anos 1700 que deu à luz o motor a vapor moderno, abrindo um mundo de possibilidades. Uma máquina a vapor única, alimentada por carvão escavado das minas, poderia fazer o trabalho de dezenas de cavalos.

Mais conveniente do que o vento e a água, e menos caro do que um estábulo cheio de cavalos, motores a vapor foram logo alimentar locomotivas, fábricas e implementos agrícolas. O carvão também foi utilizado para o aquecimento de edifícios e ferro de fundição em aço. Em 1880, o carvão alimentou um motor a vapor ligado ao primeiro gerador elétrico do mundo. Foi uma planta de Thomas Edison em Nova York providenciando assim a primeira luz elétrica para financistas do Wall Street e do New York Times.

Apenas um ano mais tarde, a primeira usina hidrelétrica do mundo ficou em funcionamento em Appleton, Wisconsin. Caudalosos rios que transformaram rodas para moer milho foram agora moagem para fora em vez de eletricidade. Após alguns anos, Henry Ford contratou seu amigo Edison para ajudar a construir uma pequena usina hidrelétrica para abastecer sua casa em Michigan.

Ao final de 1800, uma nova forma de combustível estava ganhando força, o petróleo. Durante anos ele tinha sido um incômodo, contaminando poços de água potável. Inicialmente vendido por vendedores ambulantes como medicina, o petróleo tornou-se uma mercadoria valiosa para a iluminação, assim a indústria de óleo de baleia diminuiu. Na virada do século, o petróleo, estava fazendo funcionar motores de combustão interna.

Carruagens sem cavalos foram brinquedos de um homem rico até que Henry Ford aperfeiçoou o método de linha de montagem de produção em massa para seu Modelo T.

Curiosamente, os carros elétricos foram brinquedos de uma mulher rica, ao mesmo tempo, eles eram silenciosos e limpos com partida sem manivela de arranque, um esforço que teria sobrecarregado as senhoras suaves do dia. Quando os carros a gasolina que possuíam partida elétrica apareceram no mercado, levou os carros elétricos a sua extinção por conta da autonomia dos mesmos.

Outra invenção chave da época foi a bicicleta de segurança, que tinha duas rodas do mesmo tamanho, colocando o piloto muito mais baixo para o chão do que as bicicletas anteriores. O pneu que usava ar dentro, inventado por John Dunlop, fez da bicicleta o mais confortável veículo para andar sobre as estradas sujas e de paralelepípedos, e com isso as bicicletas se tornaram uma obsessão nacional na década de 1890.

### 1.1.2 O *Boom* da energia

Com o automóvel de baixo custo e a propagação de energia elétrica, o uso de energia da nossa sociedade mudou para sempre. As usinas de energia se tornaram cada vez maiores, até que houberam usinas de carvão enormes e represas hidrelétricas. As linhas de energia se estenderam centenas de milhas entre as cidades, trazendo eletricidade para áreas rurais durante a Grande Depressão. O carro barato fez a expansão dos subúrbios possíveis, que por sua vez se tornaram necessários, aumentando assim o ciclo da expansão suburbana.

A utilização de energia cresceu rapidamente dobrando a cada 10 anos. O custo de produção de energia estava em declínio constante e o uso eficiente não era simplesmente uma preocupação.

Após a Segunda Guerra Mundial se desencadeou a energia nuclear, o governo procurava uma casa para "o átomo pacífico", eles a descobriram na produção de eletricidade.

Mais de 200 usinas nucleares foram planejadas em todo o país, e casas foram construídas com sistemas de aquecimento totalmente elétrico para aproveitar essa energia que seria "muito barato para metros quadrados".

O consumo de gasolina cresceu sem controle também. Os carros ficaram maiores e mais pesados ao longo dos anos 1950 e 1960. Em 1970, a quilometragem média de um carro americano foi de apenas 13,5 milhas por galão, e um galão de gasolina custava menos de um quarto nos dias de hoje.

### 1.1.3 A Grande queda da energia

Em 1973, o apoio americano para Israel na Guerra árabe-israelense levou os países produtores de petróleo árabes a deixar de fornecer petróleo para os Estados Unidos e outras nações ocidentais. Durante a noite, o preço do petróleo triplicou. Em 1979, quando o Xá do Irã foi forçado a sair pelo aiatolá Khomeini, os preços do petróleo saltou de novo, subindo 150 por cento em uma questão de semanas. Os motoristas fizeram fila em postos de gasolina para comprar gasolina, e o presidente Carter foi à televisão para declarar que a conservação de energia era "o equivalente moral da guerra". Em 1980, o preço médio do barril de petróleo foi quase 45 dólares.

Apenas três meses após a queda do Xá, a usina nuclear Three Mile Island sofreu um colapso parcial após uma série de falhas mecânicas e erros do operador. Depois de anos de sensação de que um acidente nuclear nunca poderia acontecer, o público americano ficou chocado. O acidente adicionado à sensação de crise.

Mas o acidente de Three Mile Island foi apenas o mais recente de uma longa linha de problemas que assolam a indústria nuclear. As novas encomendas de plantas nucleares já tinham cessado, por causa de derrapagens de bilhões de dólares de custos, alta inflação e um abrandamento do crescimento da procura de eletricidade, devido aos efeitos iniciais da conservação de energia. Não houve novas encomendas de plantas nucleares depois de 1978, e todos aqueles encomendados desde 1973 foram canceladas.

## **2. OS TIPOS DE ENERGIAS RENOVÁVEIS**

### **2.1 Energia Solar**

A potência da energia solar é um recurso vasto e inesgotável. Uma vez que um sistema está em vigor para convertê-la em energia útil, o combustível é livre e nunca estará sujeito a altos e baixos dos mercados de energia. Além disso, representa uma alternativa limpa aos combustíveis fósseis, que atualmente poluem o nosso ar e água, ameaçam a nossa saúde pública e contribui para o aquecimento global. Dada a abundância e a necessidade pela energia solar, este recurso está preparado para desempenhar um papel de destaque no nosso futuro energético.

No sentido mais amplo, a energia solar suporta toda a vida na Terra e é a base para quase todas as formas de energia que usamos. O sol faz com que as plantas cresçam, o que pode ser queimado como combustível "biomassa" ou, se deixados a apodrecer em pântanos e comprimida no subsolo durante milhões de anos, na forma de carvão e petróleo. O calor do sol faz com que existam diferenças de temperatura entre as diferentes áreas, produzindo vento que pode acionar turbinas eólicas. A água evapora por causa do sol, cai de altitudes elevadas, e corre para o mar e rios, de alguns rios são feitas hidrelétricas que faz girar turbinas. Mas a energia solar geralmente se refere a formas em que a energia do sol pode ser usada para gerar calor diretamente, iluminação e eletricidade.

A quantidade de energia do sol que cai na superfície da Terra é enorme. Se pudéssemos fazer um comparativo, toda a energia armazenada em reservas de carvão, petróleo e gás natural da Terra é equiparada a apenas 20 dias de energia do sol. Fora da atmosfera da Terra, a energia do sol contém cerca de 1.300 watts por metro quadrado. Cerca de um terço desta luz é refletida de volta para o espaço, e parte é absorvida pela atmosfera (e parte desta fazendo com que os ventos soprem).

No momento em que atinge a superfície da Terra, a energia da luz solar cai para cerca de 1.000 watts por metro quadrado ao meio-dia em um dia sem nuvens. Em média, ao longo de toda a superfície do planeta, 24 horas por dia durante um ano, cada metro quadrado recolhe a energia equivalente aproximado de quase um barril de petróleo a cada ano, ou 4,2 quilowatts-hora de energia a cada dia. Desertos, com ar muito seco e pouca cobertura de nuvens, recebem mais sol, mais do que seis quilowatts-hora por dia a cada metro quadrado.

Climas do norte, como Boston, se aproximam de 3,6 quilowatts-hora. A luz solar varia conforme a estação, bem como, com algumas áreas recebendo muito pouco de sol no inverno. Seattle, em dezembro, por exemplo, recebe apenas cerca de 0,7 quilowatts-hora por dia. Deve também notar-se que estes valores representam a energia solar disponível máxima que pode ser capturado e utilizado, mas coletores solares capturar apenas uma porção deste, dependendo da sua eficiência. Por exemplo, um painel solar elétrico um metro quadrado com uma eficiência de 15 por cento iria produzir cerca de um quilowatt-hora de eletricidade por dia no Arizona.

### 2.1.1 Coletores solares térmicos

Além de usar recursos de design para maximizar a sua utilização do sol, alguns lugares têm sistemas que coletam e armazenam a energia solar ativamente. Coletores solares, por exemplo, são colocados nos telhados de edifícios ou casas para coletar a energia solar para

aquecimento de espaços, aquecimento de água, arrefecimento etc. A maioria são reservatórios grandes, lisas pintadas de preto por dentro e cobertos com vidro. Na concepção mais comum, tubos dentro da caixa que transporta líquidos que transferem o calor da caixa para dentro do prédio, este líquido, geralmente uma mistura de água-álcool para evitar o congelamento do mesmo, é utilizado para aquecer a água em um tanque ou é passado através de radiadores que aquecem o ar.

Curiosamente o calor solar também pode acionar um sistema de refrigeração. Em evaporadores dessecantes, o calor de um coletor solar é usado para puxar a umidade do ar. Quando o ar se torna mais seco, ele também se torna mais frio. O ar úmido quente é separado do ar mais frio e ventilado para o exterior. Outra abordagem é um chiller de absorção. A energia solar é utilizada para aquecer um fluido refrigerante sob pressão; quando a pressão é liberada, ela se expande, resfriando o ar em torno dele. Isto é como geladeiras e aparelhos de ar condicionado convencionais, e é uma abordagem particularmente eficaz para casa ou escritório de arrefecimento desde prédios precisam de refrigeração durante a parte mais quente do dia. Estes sistemas estão atualmente trabalhando em climas úmidos do sudeste, como a Flórida.

Os coletores solares foram bastante populares no início de 1980, no rescaldo da crise de energia. Créditos fiscais federais para quem usar coletores solares residenciais também ajudaram. Em 1984, por exemplo, 16 milhões de pés quadrados de coletores foram vendidos nos Estados Unidos, mas, quando os preços dos combustíveis fósseis caíram e créditos fiscais expiraram em meados de 1980, a demanda por coletores solares despencou. Em 1987, as vendas caíram para apenas quatro milhões de pés quadrados. A maioria dos mais de um milhão de coletores solares vendidos na década de 1980 foi utilizada para o aquecimento de banheiras de hidromassagem e piscinas.

### 2.1.2 Sistemas Solares Térmicos Concentrados

Usando espelhos e lentes para concentrar os raios do sol, sistemas solares térmicos podem produzir temperaturas muito elevadas, tão elevadas quanto 3000 graus Celsius. Este calor intenso pode ser usado em aplicações industriais ou para a produção de eletricidade. Um dos maiores benefícios de sistemas térmicos solares em grande escala é a possibilidade de armazenar a energia do calor do sol para uso posterior, o que permite a produção de eletricidade mesmo quando o sol não está brilhando. Sistemas de armazenamento de tamanho adequado, geralmente consistem em sais fundidos, pode transformar uma planta de energia solar em um fornecedor de eletricidade de base contínua. Sistemas solares térmicos que agora

esta em desenvolvimento será capaz de competir na produção e confiabilidade com carvão e usinas nucleares.

Concentradores solares vêm em três projetos principais: calhas parabólicas, discos parabólicos e receptores centrais. O mais comum é as calhas parabólicas, que são espelhos curvos parabólicos que concentra a luz solar a um líquido dentro de um tubo que percorre paralelo ao espelho. O líquido, que esta cerca de 300 graus Celsius, corre para um coletor central, onde se produz vapor que aciona uma turbina elétrica.



**Figura 1** Concentrador solar com calhas parabólicas  
Fonte: [www.ucsusa.org](http://www.ucsusa.org). Acessado em: 09/06/2015.

### 2.1.3 Células Fotovoltaicas

Em 1839, o cientista francês Edmund Becquerel descobriu que certos materiais dariam uma faísca de eletricidade quando batesse com a luz solar. Este efeito fotoelétrico foi usado em células solares primitivas feitas de selênio no final dos anos 1800s. Na década de 1950, cientistas do Bell Labs, revistou a tecnologia novamente e usando silício, produziu células solares que poderiam converter quatro por cento da energia em luz solar diretamente em eletricidade. Dentro de alguns anos, essas células fotovoltaicas (PV) foram alimentando naves espaciais e satélites.

Os componentes mais importantes de uma célula PV são duas camadas de material semicondutor, geralmente composto por cristais de silício. Por si só, o silício cristalizado não é um bom condutor de eletricidade, mas quando são adicionadas algumas impurezas

intencionalmente que é um processo chamado de “dopagem”, o palco está montado para a criação de uma corrente elétrica. A camada inferior da célula fotovoltaica é normalmente dopada com boro, que se liga com o silício, para facilitar uma carga positiva (P). A camada superior é dopada com fósforo, que se liga com o silício, para facilitar uma carga negativa (N).

A superfície resultante entre o "tipo p" e semicondutores "do tipo" n é chamado de junção PN. O movimento de elétrons a esta superfície produz um campo elétrico que permite apenas o fluxo de elétrons da camada do tipo P para a camada do tipo N.

Quando a luz solar entra na célula, sua energia bate elétrons soltos em ambas as camadas. Por causa das cargas opostas das camadas, os elétrons irão querer fluir a partir da camada do tipo n, para a camada do tipo p, mas o campo elétrico na junção PN evita que isto aconteça. A presença de um circuito externo, no entanto, fornece o caminho necessário para que os elétrons na camada do tipo n percorram para a camada do tipo p. Fios extremamente finos que funcionam ao longo do topo da camada do tipo n fornecem este circuito externo, e os elétrons que fluem através deste circuito providenciam eletricidade ao dono das células.

A maioria dos sistemas fotovoltaicos é constituída de células individuais quadrados em média cerca de quatro polegadas de lado. Sozinho, cada célula gera muito pouca energia (menos de dois watts), então eles são frequentemente agrupados em módulos. Os módulos podem então ser agrupados em painéis maiores envolta em vidro ou plástico para proporcionar uma proteção contra as intempéries, e estes painéis, por sua vez, são utilizadas como unidades separadas ou agrupadas em conjuntos maiores.

Os três tipos básicos de células solares de silício são feitas de cristal único, policristalino, e amorfo.

**a) As células de cristal único:** são feitas em cilindros longos e cortado em redondo ou formatos hexagonais. Enquanto este processo utiliza excessivo consumo de energia e desperdício de materiais, também produz as células de maior eficiência que já chegou em até 25 por cento em alguns testes de laboratório. Por conta disso, estas células de elevada eficiência são mais caras, elas também são por vezes usadas em combinação com concentradores, tais como espelhos ou lentes. Estes sistemas de concentração pode aumentar a eficiência de quase 30 por cento. Células de cristal único responde por 29 por cento do mercado global de PV.



**Figura 2** As células de cristal único

**b) as células policristalinas:** são feitas de silício fundido moldado em lingotes ou desenhados em folhas, em seguida, são cortados em quadrados. Embora os custos de produção sejam inferiores, a eficiência das células é também bem inferior, em torno de 15 por cento. Uma vez que as células são quadradas, eles podem ser embalados de forma mais estreita. As células policristalinas compõem 62 por cento do mercado global de PV.



**Figura 3** As células policristalinas

**c) silício amorfo (a-Si):** é uma abordagem radicalmente diferente. O silício é essencialmente pulverizado sobre uma superfície de vidro ou de metal em películas finas, fazendo com que todo o módulo em um passo. Esta abordagem é, de longe, a menos cara, mas o resultado é também muito baixa eficiência. apenas cerca de 5 por cento.



**Figura 4** Célula Silício amorfo

Uma série de outros materiais exóticos do que o silício estão em desenvolvimento, tais como arsenieto de gálio (Ga-As), cobre índio disseleneto ( $\text{CuInSe}_2$ ), e cádmio-telureto (CdTe). Estes materiais oferecem uma maior eficiência e outras propriedades interessantes, incluindo a capacidade de fabricar as células amorfas que são sensíveis a diferentes partes do espectro de luz. Empilhando células em múltiplas camadas, que podem capturar mais luz disponível. Embora o Si represente apenas cinco por cento do mercado global, parece ser o mais promissor para a redução de custos futuros e potencial de crescimento.

#### 2.1.4 O Futuro da Energia Solar

As tecnologias por energia solar estão prontas para um crescimento significativo no século 21. Mais e mais arquitetos e empreiteiros estão reconhecendo o valor da energia solar passiva e aprender a incorporá-lo efetivamente em projetos de construção. Sistemas solares de água quente podem competir economicamente com sistemas convencionais em algumas áreas, e os incentivos fiscais federais estão tornando-os ainda mais acessível para casas e empresas.

E como o custo da energia solar fotovoltaica continua a diminuir, estes sistemas irão penetrar em mercados cada vez maiores.

Incentivos financeiros agressivos na Alemanha e Japão fizeram esses países líderes mundiais na implantação solar para anos. Mas os Estados Unidos estão a se aproximando graças a uma combinação de apoio à política em nível estadual e incentivos fiscais federais. No nível estadual, Califórnia está liderando o caminho. Em 2006, a Comissão de Utilidade Pública do Estado aprovou a iniciativa solar da Califórnia, que dedica 3,2 bilhões de dólares ao longo de 11 anos para desenvolver 3.000 megawatts de eletricidade solar novo, igual a colocação de sistemas fotovoltaicos em um milhão de telhados.

Como o setor de energia solar continua a se expandir, haverá muitos avanços tecnológicos na estrada. Por exemplo, em 2007 e 2008, a demanda por silício de fabricação de qualidade das indústrias de energia e de semicondutores solares levou à escassez que temporariamente levaram a aumentos de custos da energia fotovoltaica. Além disso, alguns serviços públicos continuam colocando barreiras para sistemas fotovoltaicos conectados à rede. Mas esses problemas podem ser superados, e energia solar pode desempenhar um papel cada vez mais integral terminando a nossa dependência de combustíveis fósseis, a luta contra a ameaça do aquecimento global, e garantir um futuro baseado em energia limpa e sustentável.

## **2.2 Energia eólica**

Aproveitando o vento que é uma das formas mais limpas e sustentáveis de geração de eletricidade, a energia eólica não produz emissões tóxicas e nenhuma das emissões de efeito estufa que contribuem para o aquecimento global, isso é o fato de que a energia eólica é uma das fontes de energia mais abundante e cada vez mais competitivo em termos de custos, torna-se uma alternativa viável aos combustíveis fósseis, que prejudicam a nossa saúde e ameaçam o meio ambiente.

A energia eólica é a fonte energética com mais rápido crescimento no mundo. Em 2012, cerca de 45.000 megawatts (MW) de nova capacidade foram instalados em todo o mundo. Esta se destaca como um aumento de 10 por cento nas adições anuais em comparação com 2011.

Os Estados Unidos instalado um registro 13.351 MW de energia eólica em 2012, capaz de produzir energia suficiente para abastecer mais de 3 milhões de casas típicas. Enquanto a energia eólica foi responsável por pouco menos de quatro por cento da geração de eletricidade dos Estados Unidos em 2012, ele já gera mais de 10 por cento da eletricidade em nove estados dos EUA. Graças aos seus muitos benefícios e custos significativamente reduzidos, a energia eólica está preparada para desempenhar um papel importante à medida que avançamos em direção a um futuro energético sustentável.



**Figura 5** Turbina eólica

**Fonte:** [www.ucsusa.org/](http://www.ucsusa.org/) - acessado em 10/06/2015

### 2.2.1 A História da Energia Eólica

A energia eólica é ambas antiga e nova. A partir dos navios de vela dos antigos gregos, para os moinhos da Holanda pré-industrial, com as últimas turbinas de vento de alta tecnologia crescentes, os seres humanos têm usado o poder do vento por milênios.

Nos Estados Unidos, o auge original da eólica foi entre 1870 e 1930, quando milhares de agricultores em todo o país utilizavam os ventos para bombear água. Pequenas turbinas de vento elétricas foram utilizados em áreas rurais na década de 1920, já uns protótipos de máquinas maiores foram construídas na década de 1940. Quando o New Deal trouxe eletricidade conectada à rede para o campo, os moinhos a vento perdeu espaço no mercado.

O interesse na energia eólica renasceu novamente durante a crise energética da década de 1970. Uma pesquisa do Departamento de Energia dos EUA (DOE) na década de 1970 foi focada em grandes projetos da turbina eólica, com financiamento direcionado para os principais fabricantes do setor aeroespacial. Porém estas máquinas de 2 e 3 MW provaram na sua maioria que não houve sucesso naquele momento, eles não forneceram mais investigações de design de lâmina e de engenharia.

A era moderna do vento começou mesmo na Califórnia na década de 1980. Entre 1981 e 1986, pequenas empresas e empreendedores instalaram 15.000 turbinas de médio porte, fornecendo energia suficiente para todos os residentes de San Francisco. Incentivado pelo elevado custo dos combustíveis fósseis, uma moratória sobre a energia nuclear, e preocupação com a degradação ambiental, o estado deu incentivos fiscais para promover a energia eólica.

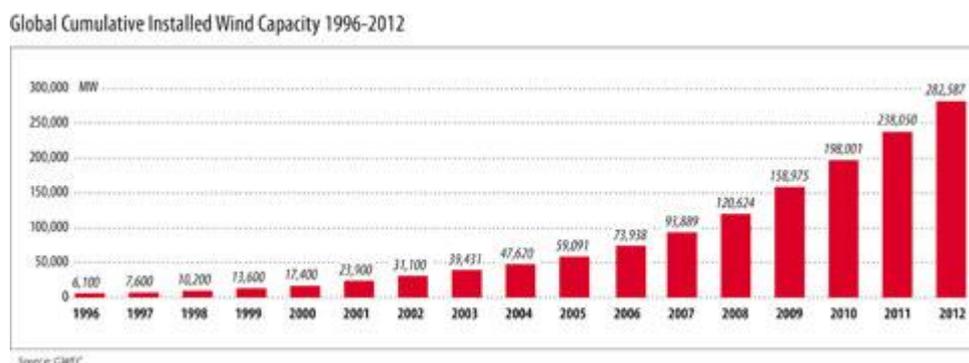
Estes, combinados com incentivos fiscais federais, ajudaram a indústria eólica a

decolar. Após os créditos fiscais expirarem em 1985, a energia eólica continuou crescendo, embora mais lentamente. Talvez mais importante em retardar o crescimento da energia eólica foi o declínio dos preços dos combustíveis fósseis que ocorreram em meados dos anos 1980.

No início de 1990, houve melhorias na tecnologia resultando em maior confiabilidade da turbina e menores custos de produção, viabilizando outro impulso para o desenvolvimento de energia eólica. Além disso, a preocupação com o aquecimento global na primeira Guerra do Golfo obrigou ao congresso a aprovar a Lei de Política Energética de 1992 - legislação energética abrangente, que incluiu um novo crédito fiscal para a produção de eletricidade eólica e biomassa. No entanto, pouco tempo depois, a indústria de energia elétrica começou a antecipar uma reestruturação massiva, onde os fornecedores de energia se tornariam concorrentes em vez de monopólios protegidos. O investimento em novas usinas de energia de todos os tipos caiu drasticamente, especialmente para tecnologias de energia renovável de capital intensivo como a eólica. A maior empresa de vento da América, Kenetech, declarou falência em 1995, vítima da súbita desaceleração, mas não foi até 1998, porque a indústria eólica começou a experimentar um crescimento contínuo nos Estados Unidos, em grande parte graças aos incentivos fiscais federais, requisitos de energia renováveis, e no início de 2001 também por causa do aumento dos preços dos combustíveis fósseis.

Enquanto a indústria eólica cresceu substancialmente desde o início dos anos 2000 em diante, ele sofria de um ataque de ciclos de expansão e retração, devido à natureza *on-again* e *off-again* (subida e descida), dos incentivos fiscais federais. Em 2006, foi período ininterrupto de apoio federal onde a energia eólica recomeçou, o que levou a vários anos de crescimento recorde.

Em outras partes do mundo, particularmente na Europa, a energia eólica tem tido o apoio mais consistente a longo prazo. Como resultado, os países europeus são atualmente capazes de atender mais as suas necessidades de energia elétrica por fonte eólica, com muito menos área de terra e potencial de recursos, se comparado com os Estados Unidos. A Dinamarca, por exemplo, já atende cerca de 30 por cento de sua demanda de eletricidade a partir de energia eólica. A geração eólica também é responsável por cerca de 17 por cento das necessidades nacionais de energia em Portugal, 13 por cento na Irlanda, e 11 por cento na Alemanha. Os compromissos sérios para reduzir as emissões de aquecimento global, desenvolvimento local, bem como a determinação para evitar importações de combustíveis, têm sido os principais impulsionadores do desenvolvimento de energia eólica na Europa.



**Figura 6** Crescimento de Instalações de turbinas eólicas

**Fonte:** www.ucsusa.org – acessado em 10/06/2015

### 2.2.2 O recurso vento

O recurso eólico - o quão rápido ele sopra, quantas vezes, e quando, desempenha um papel significativo em seu custo de geração de energia. A saída de energia de uma turbina eólica surge como um cubo da velocidade do vento. Em outras palavras, se a velocidade do vento dobra, a potência aumenta oito vezes. Portanto, os ventos de maior velocidade são mais fáceis e baratos de serem capturados.

A velocidade do vento é dividida em sete classes – classe 1 sendo o menor e classe 7 sendo o mais alto. Uma avaliação de recursos eólicos verificou que a média da velocidade do vento acima da seção de terra (por exemplo, 50 metros de altura) e atribui a essa área determina a classe vento. As turbinas de vento funcionam a uma gama limitada de velocidades do vento. Se o vento é muito lento, eles não serão capazes de transformar energia, e se muito rápido, eles desligarão para evitar danos. A velocidade do vento classe 3, (6,7-7,4 metros por segundo (m / s)) e acima são tipicamente necessária para gerar energia econômica. Idealmente, uma turbina eólica deve ser combinada com a velocidade e frequência do recurso para maximizar a produção de energia.

Vários fatores podem afetar a velocidade do vento e a capacidade de uma turbina para gerar mais energia. Por exemplo, o aumento da velocidade do vento como a altura do solo aumenta. Se a velocidade do vento a 10 metros do chão é de 6 m / s, será cerca de 7,5 m / s, a uma altura de 50 metros. A fim de aproveitar este potencial em altitudes mais elevadas, os rotores das turbinas eólicas mais novas podem agora alcançar alturas de até 130 metros, além disso, o poder no vento varia com a temperatura e a altitude, a qual afete a densidade do ar.

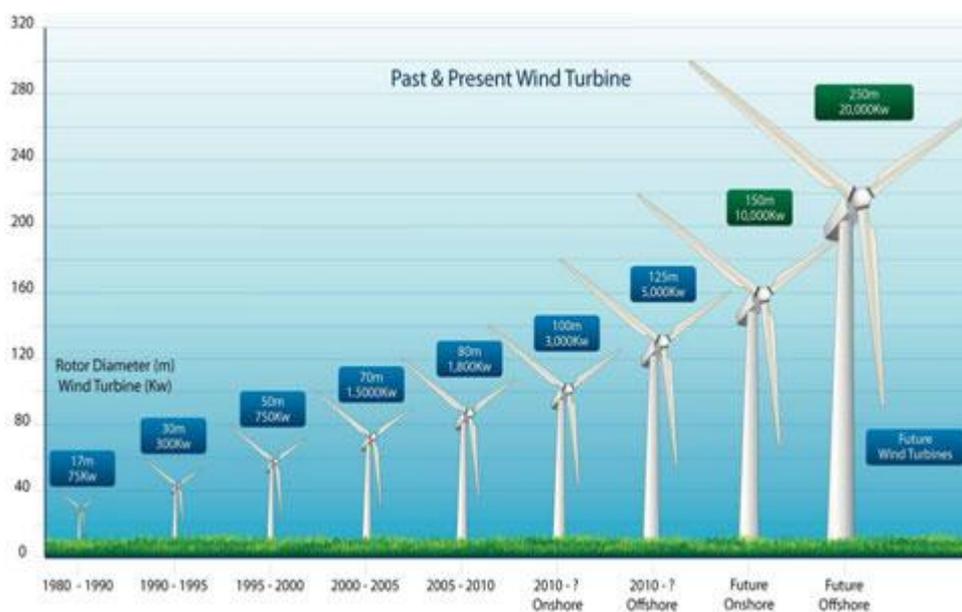
Quanto mais o vento sopra, mais energia será produzida por turbinas eólicas. Mas, evidentemente, o vento não sopra de forma consistente o tempo todo. O termo usado para descrever isso é "fator de capacidade", que é simplesmente a quantidade de energia de uma

turbina realmente produz durante um período de tempo dividido pela quantidade de energia que poderia ter produzido se tivesse funcionado à sua plena capacidade nominal ao longo desse tempo período.

A medição mais precisa da saída é o "rendimento específico." Este mede a produção anual de energia por metro quadrado de área varrida pelas pás da turbina que giram. Em geral, as turbinas eólicas capturar entre 20 e 40 por cento da energia do vento. Então, em um local com velocidade média do vento de 7 m / s, uma turbina típica irá produzir cerca de 1.100 quilowatts-hora (kWh) por metro quadrado de área por ano. Se a turbina tiver lâminas que são 40 metros de comprimento, totalizando uma área varrida de 5.029 metros quadrados, a potência será de cerca de 5,5 milhões de kWh para o ano. O aumento do comprimento da lâmina, que por sua vez aumenta a área varrida, pode ter um efeito significativo sobre a quantidade de potência de saída de uma turbina eólica.

Um outro fator de custo de energia eólica é a distância das turbinas de linhas de transmissão. Algumas grandes zonas ventosas, particularmente nas áreas rurais de altas planícies e montanhas rochosas, têm um enorme potencial para a produção de energia, embora tenham sido fora do alcance do desenvolvimento devido à sua distância dos centros de carga.

Uma consideração final para um recurso eólico é a variação anual e diária na velocidade do vento. Se o vento sopra durante períodos de demanda de potência de pico, a potência de um parque eólico será mais valorizada do que se fosse em períodos fora de pico.



**Figura 7:** com o passo do tempo as turbinas cresceram e assim geraram mais energia

**Fonte:** [www.ucsusa.org](http://www.ucsusa.org) - acessado em 10/09/2015

### 2.2.3 Dirigindo-se à variabilidade de Energia Eólica

Lidar com a variabilidade do vento em grande escala não é de fácil para concessionárias de energia elétrica. As operadoras de rede já estão se ajustando às mudanças constantes na procura de eletricidade, transformando usinas de energia dentro e fora, e variando sua produção segundo-a-segundo, assim como o uso de energia sobe e desce. As operadoras sempre precisam manter as usinas de reserva para atender a picos inesperados de cargas na demanda. Como resultado, as operadoras não precisam de responder às mudanças na produção eólica em cada instalação de vento. Além disso, é sempre o vento soprando em algum lugar, de modo que as distribuições das turbinas eólicas estejam abrangendo uma ampla área geográfica ajuda a suavizar a variabilidade do recurso.

Aumentar o uso de energia eólica pode realmente contribuir para um sistema elétrico mais confiável. Turbinas eólicas modernas de hoje têm controles eletrônicos sofisticados que permitem o ajuste contínuo da sua produção, e pode ajudar as operadoras da rede a estabilizar a rede em resposta às condições operacionais inesperadas, como uma linha de energia ou planta queda de energia. Isso dá as operadoras de rede maior flexibilidade para responder a esses eventos. Os desenvolvimentos na tecnologia de armazenamento também podem melhorar a confiabilidade no futuro.

### 2.2.4 A Mecânica de turbinas eólicas

Turbinas de vento elétricas modernas vêm em alguns estilos diferentes e em muitos tamanhos diferentes, dependendo da sua utilização. O modelo mais comum, grande ou pequeno, é o "design do eixo horizontal" (com o eixo das lâminas horizontais para o chão) nesta turbina, duas ou três lâminas giram contra o vento da torre que fica em.

Pequenas turbinas eólicas e são geralmente usadas para fornecer energia fora da grade, que vão desde muito pequenas, turbinas de 250 watts projetado para carregar as baterias em um veleiro, a 50 kilowatts, turbinas de plantas de energia de fazendas leiteiras e aldeias remotas. Como velhos moinhos de vento fazenda, estas pequenas turbinas eólicas muitas vezes têm pás de cauda que as mantém orientada na direção do vento.

Do lado de fora, as turbinas eólicas de eixo horizontal são compostas por três grandes partes: a torre, as lâminas, e uma caixa atrás das lâminas, chamado nacela. Dentro da nacela é onde a maioria da ação ocorre, onde o movimento é transformado em eletricidade. As grandes



Como os custos de energia eólica se tornaram mais competitivos, a demanda está crescendo exponencialmente em todo o mundo. A capacidade de energia eólica global aumentou em pouco mais de 6.000 MW em 1996 para mais de 282.500 MW até o final de 2012. O crescimento tem sido mais significativo recentemente nos Estados Unidos, China, Índia e Europa, mas comercializa no Canadá, e no resto da Ásia e do Pacífico estão a emergir rapidamente também.

#### 2.2.5 O Futuro da Energia Eólica

Com os preços cada vez mais competitivos, crescentes preocupações ambientais, bem como a chamada para reduzir a dependência de fontes de energia por hidrocarbonetos, um forte futuro para a energia eólica parece certo. O Conselho Global de Energia Eólica projeta que capacidade eólica global atingirá 536 mil MW em 2017, quase o dobro do seu tamanho atual, com um crescimento especialmente concentrada na Ásia e na Europa. As Turbinas estão ficando maiores e mais sofisticadas, com turbinas terrestres agora comumente na faixa 1-2 MW, e turbinas offshore de 3-5 MW. As próximas fronteiras para a indústria eólica são sistemas offshore e terrestres de águas profundas, capazes de funcionar a velocidades de vento inferiores. Ambos os avanços tecnológicos irão fornecer grandes áreas para novos desenvolvimentos.

### 3. MOTORES LIMPOS

#### 3.1 Motor a ar comprimido da MDI

São motores a pistão, com uma boa eficiência. O funcionamento esta de acordo com um ciclo termodinâmico criado e patenteado pela MDI, eles usam a expansão de ar pré-comprimido (armazenada a 248b) para produzir um trabalho. Os multi-cilindros reversíveis, também pode se tornar compressores e encher os reservatórios de ar nos veículos quando eles estiverem conectados à rede elétrica. O sistema eletrônico fornece uma potência máxima constante, independentemente da pressão nos reservatórios e sem a necessidade de um redutor de pressão.

Os motores podem operar em três modos, proporcionando assim o acesso a todos os mercados conhecidos do motor de combustão interna:

##### a) Mono energia - Modo 1

O pré ar comprimido nos tanques é transferido para uma câmara (chamada "ativo"), que proporciona “trabalho” antes de começar a se expandir nos cilindros para executar a fase de “tempo”.

Não existe emissões poluentes geradas, ao nível do motor e da utilização de energias renováveis, as estações de ar realizam a produção de energia completamente limpa (compressão - expansão).

Este modo é usado em todos os veículos e geradores (geradores de emergência).

##### b) Motores de dupla energia - Modo 2

O motor é exatamente o mesmo que o motor Modo 1. Um queimador é adicionado (localizado entre o tanque e o motor), no qual uma baixa temperatura de combustão contínua aumentando o volume de ar de admissão e, conseqüentemente, aumenta a independência do sistema. O desempenho do motor em termos de potência do binário são idênticas das do modo 1.

Esta é uma combustão externa contínua e pode operar a uma temperatura controlada em torno de 600 °C, não produz óxidos de nitrogênio e elimina qualquer descarga de hidrocarbonetos não queimados, é, portanto, um motor limpo. Ao contrário do motor de combustão interna, é totalmente insensível à carga (posição do acelerador) e proporciona um consumo eficiente.

Por exemplo, em um AirPod (veículo de 2 passageiros da MDI), apenas 0,3 L/100 km (ou 6,8 gr de CO<sub>2</sub> por km) são necessários para aquecer o ar que vem dos tanques e isto dobra o alcance do veículo, e 0,5 L/100 km (ou 11,4 gr de CO<sub>2</sub> por km) são usados para triplicar o intervalo, até quase 450 km.

A operação no modo 1 é sempre possível sobre os produtos equipados com o modo de dupla energia - modo 2.

Este modo 2 é usado em todos os veículos e geradores (grupo gerador de emergência e geradores de emergência faixa estendida).



**Figura 9:** Carro Airpod da MDI

**Fonte:** [www.mdi.lu](http://www.mdi.lu) – acesso em 10/06/2015

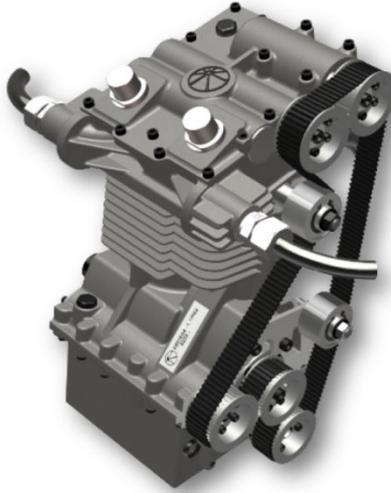
### c) Motor de dupla energia - Modo 3

Em comparação com os modos anteriores, o motor de dupla energia - Modo 3 tem um cilindro aumentado para os mesmos fins. Na verdade (quando a fonte de energia é o combustível), parte da energia é utilizada para a saída do motor (como nos modos 1 e 2), e o restante é usado para comprimir o ar necessário à operação. Sendo um motor de combustão externa real com câmaras de ativos, que aumenta o modo de motor de dupla energia 2 em termos de emissões (sem óxidos de azoto e não há hidrocarbonetos não queimados). Dispõe de consumo extremamente baixo.

Andando em um AirCity apenas 2,5 litros de combustível são usados para viajar 100 km a 100 km/h (com apenas 57 gr de CO<sub>2</sub> por Km). A faixa não está relacionada com o volume de ar comprimido armazenado e pode chegar perto de 2000 km com um tanque de gasolina equivalente às dos automóveis atuais. Insensível à carga (posição do acelerador), o consumo é obtido, graças ao modo de dupla energia 3, é menos de 1 L/100km em área urbana (para apenas 22,8 gr de CO<sub>2</sub> por km).

As operações no modo 1 e modo 2 são sempre possíveis sobre os produtos equipados com o modo de dupla energia 3.

Este motor limpo será oferecido na maioria dos veículos (exceto o AirPod) e nos geradores de produção. Nesse caso, o aquecimento do ar efetuado ao nível do queimador pode ser substituído por calor concentrado (parábola solar). Com o benefício das energias renováveis podemos produzir eletricidade local, bem como ar condicionado e água destilada (graças à condensação dos gases de escape).

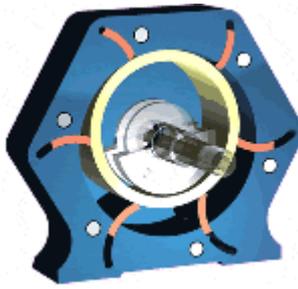


**Figura 10:** Motor eolico da MDI

**Fonte:** [www.mdi.lu](http://www.mdi.lu) – acesso em 10/06/2015

### **3.2 Motor eólico da engineair (Angelo Di Pietro design)**

O conceito de motor Di Pietro baseia-se um pistão rotativo. Diferente dos motores rotativos existentes, o motor Di Pietro que usa um cilíndrico simples de pistão rotativo (eixo condutor) que rola, sem nenhum atrito, dentro do estator cilíndrico. O espaço entre o estator ao eixo condutor é dividido em seis câmaras de expansão girando divisores. Estes divisores seguem o movimento do acionador do eixo à medida que rola em torno das paredes do estator. O motor é mostrado de forma eficaz a um motor de 6 cilindros de expansão.



**Figura 11:** motor Di Pietro

**Fonte:** [www.engineair.com.au](http://www.engineair.com.au) – acessado em 10/06/2015

Como funciona?

O controlador do eixo cilíndrico, forçado pela pressão de ar na sua parede exterior, move-se excentricamente, dirigindo assim o eixo do motor por meio de dois elementos de rolamento montados sobre o eixo. O movimento do rolamento do controlador de haste no interior do estator é amortecido por uma fina película de ar. O tempo e duração da entrada e saída de ar é governada por um temporizador com fenda, que está montado no eixo de saída e roda à mesma velocidade que o motor.

A variação de parâmetros de desempenho do motor pode ser facilmente conseguida através da variação do tempo durante o qual o ar pode entrar na câmara: um período mais longo de entrada de ar permite que o ar flua mais para dentro da câmara e, portanto, resulta em mais torque. Um período curto de entrada de ar irá limitar o fornecimento e permitirá que o ar na câmara de expansão execute o trabalho em uma muito maior eficiência. Desta forma, o consumo de ar comprimido (energia) pode ser trocado para uma maior saída de potência e de torque de acordo com os requisitos da aplicação.

A velocidade do motor e do torque são simplesmente controladas por um estrangulamento do volume ou pressão de ar para dentro do motor. O motor de Di Pietro dá torque instantâneo em zero RPM e pode ser controlado com precisão para dar início suave e controle de aceleração.

O motor de Di Pietro supera em desempenho e versatilidade em comparação com outras tecnologias de acionamento, o seu alto torque em baixas rotações, eficiência superior e peso mínimo torna o motor Di Pietro a alternativa preferida.

Esta versatilidade abre oportunidades para desenvolvimento de novos mercados, além do alcance da tecnologia do motor pneumático atual devido ao seu desempenho operacional ou econômica ambiental, o seu design minimalista mostrado pelo celular telefone na imagem é apenas uma das muitas vantagens da tecnologia Engineair.

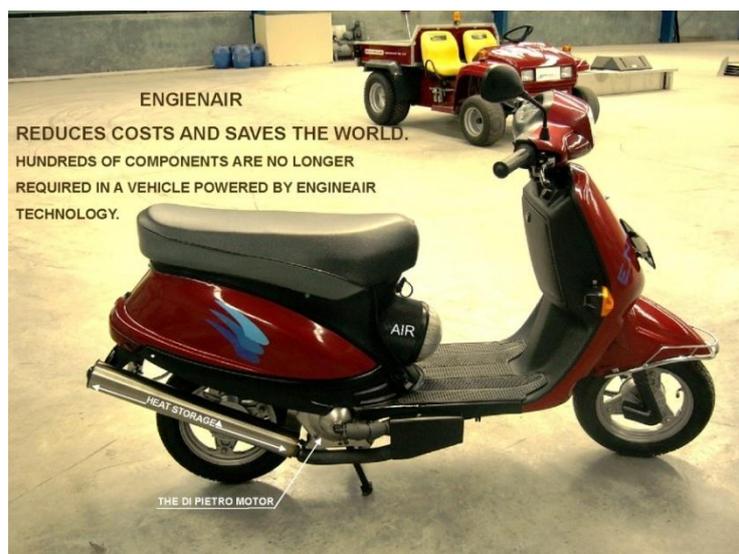


**Figura 12:** o motor Di Pietro possui um tamanho bem menor do que os motores normais

**Fonte:** [www.engineair.com.au](http://www.engineair.com.au) – acessado em 10/06/2015

O ar comprimido aciona o motor, sem qualquer combustão ou gases de escape nocivos, o que torna este motor zero de poluição, conceito ideal para as preocupações atuais do aquecimento global.

Não podemos continuar queimando combustíveis fósseis, a maneira sensata de avançar é usar energia renovável de forma eficaz. O motor do Engineair pode fazê-lo em uma excelente eficiência de até 94,5%, enquanto as turbinas de tamanho mais complicado, multi-estágio, megawatt são apenas 40% eficiente na melhor das hipóteses.



**Figura 13** uma moto da engineair mostra que este motor exclue varios acessorios do que de uma moto convencional

**Fonte:** [www.engineair.com.au](http://www.engineair.com.au) – acessado em 10/06/2015



**Figura 14:** o ar volta a atmosfera do mesmo jeito que foi comprimida

**Fonte:** [www.engineair.com.au](http://www.engineair.com.au) – acessado em 10/06/2015



**Figura 15:** Este motor pode energizar qualquer coisa incluindo o propulsor de um navio

**Fonte:** [www.engineair.com.au](http://www.engineair.com.au) – acessado em 10/06/2015



**Figura 16:** Um motor limpo acoplado a um kart

**Fonte:** [www.engineair.com.au](http://www.engineair.com.au) – acessado em 10/06/2015

### 3.3 Motor magnético

Os motores magnéticos foram criados da ideia do movimento perpétuo, seu princípio de funcionamento é através de campo magnético gerado por ímãs de neodímio permanentes, precisamente colocados numa estrutura a fim de proporcionar rotação dos mesmos em um eixo fixo. Pelo fato dos ímãs terem dois polos magnéticos (positivo e negativo) é criada a existência de atração ou repulsão entre eles em um sistema, possibilitando o funcionamento de um motor magnético. O modelo Perendev é um dos modelos mais interessantes. Muitos tentam produzi-lo, mas, poucos declaram sucesso. A figura 1 é a imagem de um protótipo do motor magnético Perendev. Esse modelo possui três conjuntos móveis, também chamados de rotores, e três conjuntos fixos, conhecidos como estatores. Os três rotores estão montados no mesmo eixo, assim como os estatores.

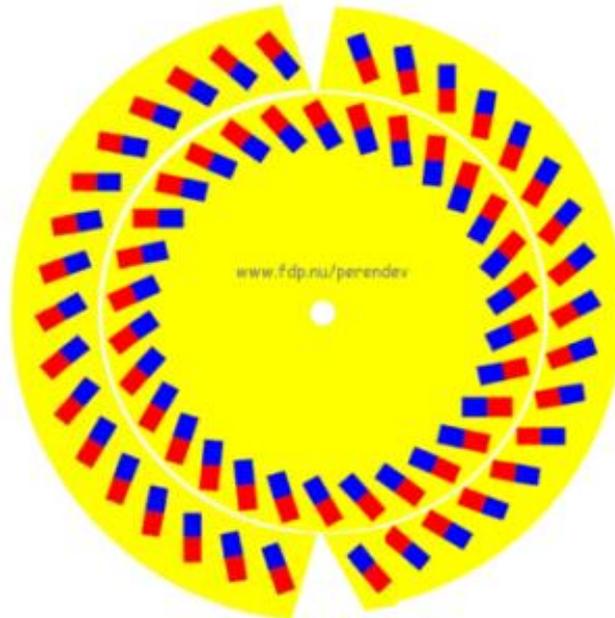


**Figura 17:** Protótipo de um motor magnético

**Fonte:** Ricardo Kostetzer Alves, Geovane Vieira - 2º Seminário de Tecnologia,

Esse modelo foi construído utilizando ímãs de neodímio e materiais não magnéticos. Os três discos centrais são os rotores e os semicírculos por fora são os estatores. Os estatores estão divididos em seis partes. Três deles são fixos e os outros três são móveis. Essa maneira de construção é a mais comum entre os pesquisadores que tentam reproduzir esse motor.

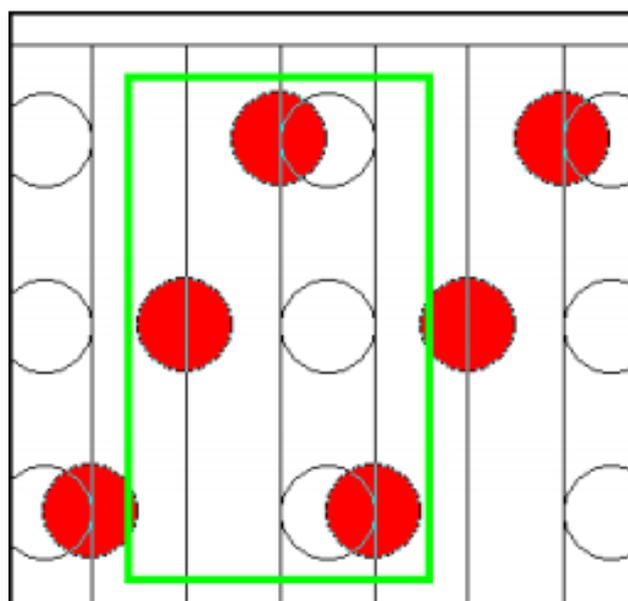
Para melhor entender o motor de Perendev, a figura 2 mostra uma vista lateral do motor, mostrando a configuração de montagem dos ímãs.



**Figura 18:** Polaridade do motor magnético entre os estatores e o rotores

**Fonte:** Ricardo Kostetzer Alves, Geovane Vieira - 2º Seminário de Tecnologia,

Esse protótipo utiliza o princípio de atração e repulsão dos ímãs ao mesmo tempo para movimentar o rotor. Observe na imagem acima que todos os ímãs do rotor estão com o polo vermelho voltado para fora e os ímãs do estator um dos lados estão com o polo vermelho para dentro e o outro está voltado para fora. Assim enquanto de um lado do motor esta atraindo o rotor, o outro lado está repelindo. Além de ter esse detalhe de atração e repulsão, esse motor possui uma defasagem entre os rotores. Ou seja, os rotores não estão perfeitamente alinhados como normalmente se faz em montagens mecânicas. Eles são montados como mostra a figura abaixo.



**Figura 19:** Formato de montagem dos ímãs entre estatores e rotores

Os círculos

em

vermelho

**Fonte:** Ricardo Kostetzer Alves, Geovane Vieira - 2º Seminário de Tecnologia,

representam os ímãs dos rotores, e os círculos brancos representam os ímãs dos estatores. Observe que os ímãs vermelhos não estão na mesma linha que os ímãs dos estatores. Ele tem uma defasagem de  $30^\circ$ . Isso porque quando um dos ímãs de um rotor estiver saído do alinhamento com o ímã do seu estator, outro ímã do outro rotor estará iniciando o alinhamento com seu estator.

#### 4. NAVIO A ENERGIA SOLAR

Depois do desenvolvimento de protótipos de carros e até aviões movidos a energia solar, coube ao setor náutico desenvolver o seu projeto de barco movido a esse tipo de energia renovável. Após mais de sete meses navegando, depois de realizar vários testes no mar durante o verão de 2010 de Kiel a Barcelona, aconteceu em abril de 2011 uma viagem de 40 mil quilômetros ao redor do mundo para promover a energia solar a bordo, com uma duração prevista de 140 dias numa velocidade média de 8 nós, O MS TÛRANOR PlanetSolar completou metade do seu desafio de dar à volta ao mundo usando apenas energia solar.

Construído na Alemanha, o barco possui quatro motores movidos a energia solar, captada por 825 módulos fotovoltaicos localizados na superfície da embarcação. Esses módulos ocupam 537 m<sup>2</sup> da parte superior do barco, que possui quinze metros de largura e trinta e um de comprimento. Apesar das dimensões e do número de motores, o navio é silencioso e possui uma autonomia de três dias sem captação de luz solar.

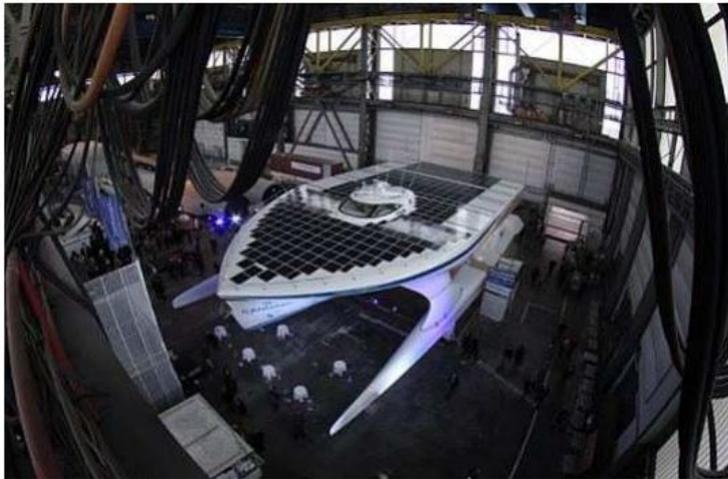
Os principais objetivos do projeto são mostrar que as novas tecnologias de eficiência energética são confiáveis, e estimular o desenvolvimento de pesquisas em diversas áreas de energia renovável.

O desenvolvimento de veículos que não utilizam combustíveis fósseis é de grande importância para o meio ambiente, ainda mais se levarmos em conta a importância que o setor de transportes tem nas emissões de gases do efeito estufa.



**Figura 20:** O MS Turanor PlanetSolar navegando

**Fonte:** [www.planetsolar.org](http://www.planetsolar.org) – acessado em 10/06/2015



**Figura 21:** MS Turanor na construção

**Fonte:** [www.planetsolar.org](http://www.planetsolar.org) – acessado em 10/06/2015

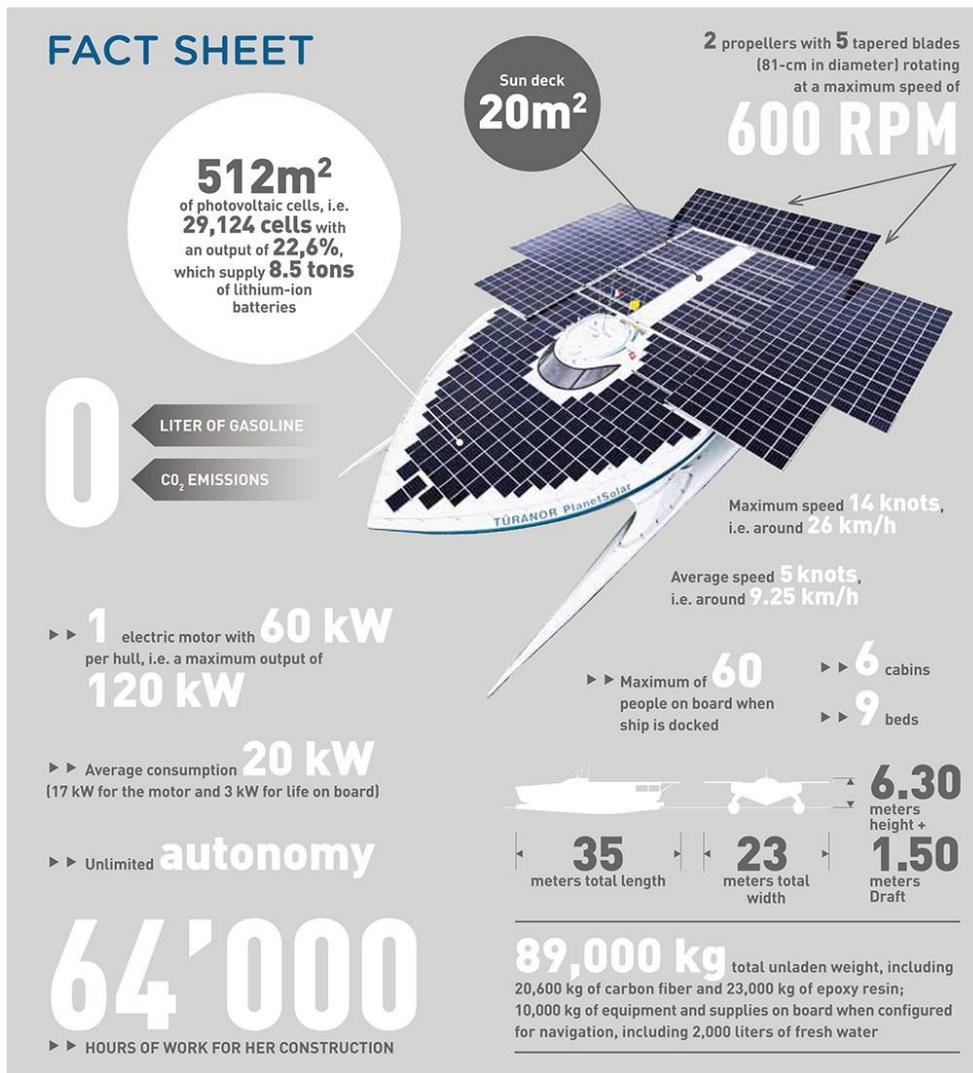
#### **4.1 Informações técnica do MS TÛRANOR PlanetSolar**

O MS Turanor PlanetSolar é o maior barco solar do mundo. Este catamarã opera exclusivamente com energia solar captada pelos seus 512 m<sup>2</sup> de painéis solares.

Levou vários meses de pesquisa para finalizar as dimensões do navio e chegar até o projeto ideal, cujo principal objetivo era cruzar o planeta azul de leste a oeste. Os engenheiros tiveram de otimizar a recolha e armazenamento da energia, bem como a aerodinâmica do barco, sua propulsão e escolha de materiais. A estrutura de carbono deste navio futurista de propulsão mecânica é leve e durável. São 512 m<sup>2</sup> de painéis fotovoltaicos de abastecimento, 6 blocos de baterias de lítio-íon, até hoje a maior bateria civil móvel no mundo. Esta tecnologia fornece o máximo de potência e densidade de energia para um novo tipo de navegação autônoma. Quando as baterias estão cheias, o barco pode navegar por 72 horas em completa escuridão!

Os dois anos de navegação solar ao redor do mundo foram instrutivas para o PlanetSolar e resultou em uma avaliação inicial do desempenho do barco. Essa avaliação

apontou para as otimizações necessárias para tornar o barco mais eficiente e mais fácil de operar. Assim, no Outono de 2012, por um período de seis meses, o navio solar foi colocado em docas secas no estaleiro da Marinha em Mônaco Marinha em La Ciotat (França), onde passou por obras de manutenção. As alterações mais significativas foram a substituição do sistema de propulsão a hélice superfície com um sistema totalmente imerso e alterando o sistema de direção para aquele que tornou mais fácil para manobrar a embarcação.



**Figura 22:** Especificações técnicas do navio

**Fonte:** [www.planetsolar.org](http://www.planetsolar.org) – acessado em 10/06/2015

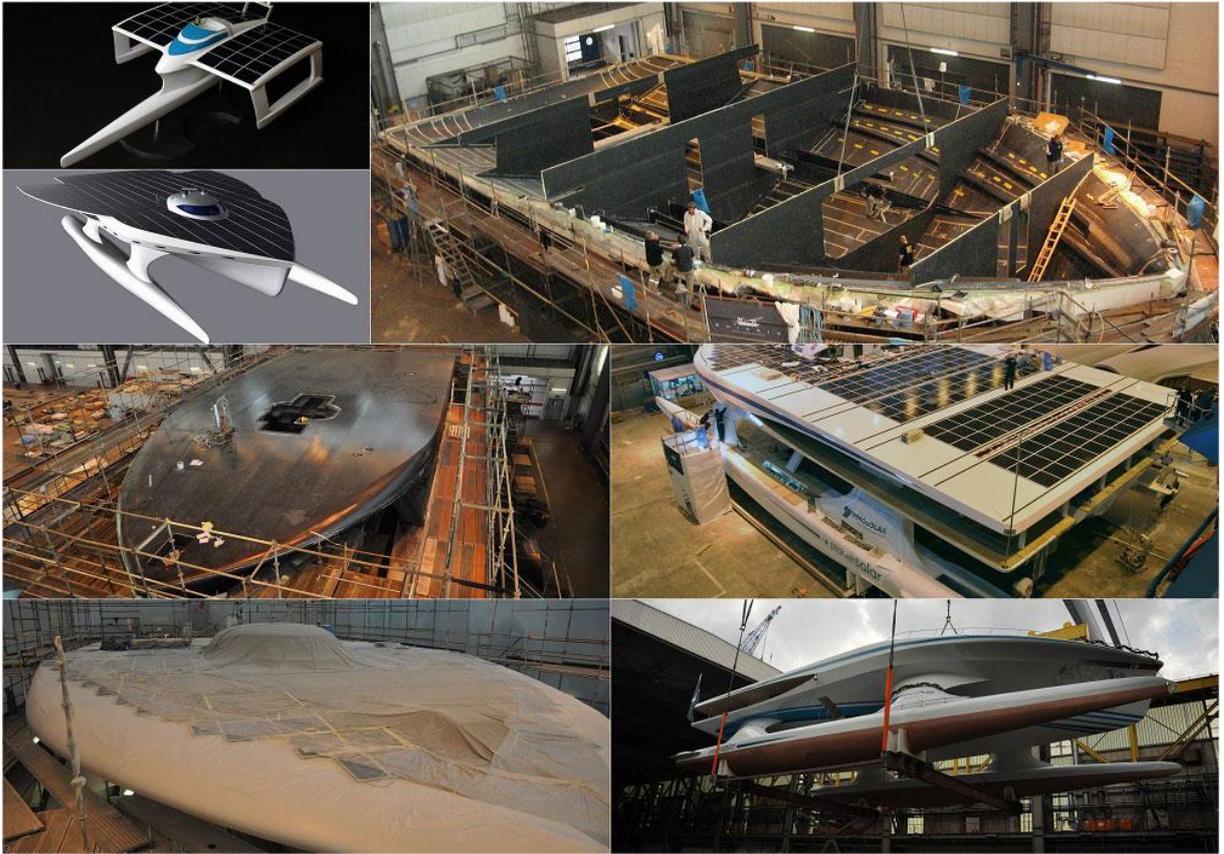
## 4.2 Design e construção

Durante o lançamento do projeto, o primeiro design do barco foi um catamarã capaz de acomodar dois capitães e uma área fotovoltaica de aproximadamente 180 m<sup>2</sup>. O objetivo do projeto era de completar o mais rapidamente possível a primeira turnê mundial com energia exclusivamente solar.

Foi sob o impulso do Immo Stroeher, o principal investidor e proprietário do barco, que o projeto iria tomar forma e a embarcação a forma que tem hoje. Na verdade, este empresário alemão queria que o barco, depois que ela terminasse sua turnê mundial, pudesse ter uma segunda vida e ser explorada para fins práticos. Para alcançar essa visão, era necessário que o navio sofra uma reformulação mais ambiciosa, para que possa acomodar um número crescente de pessoas a bordo e ser capaz de navegar todos os oceanos.

O neozelandês, Craig Loomes atualizou o projeto do barco. Este arquiteto naval já projetou inúmeros barcos inovadores em todo o mundo. Projeto Loomes 'do MS Turanor PlanetSolar foi baseado no conceito de "onda de perfuração" para que o catamarã pudesse cortar as ondas ou seja menos atrito e arrasto, exigindo menos energia do que modelos tradicionais onde o barco anda por cima das ondas.

O navio foi construído em Kiel, no norte da Alemanha. Este projeto de construção impressionante durou 14 meses e exigiu mais de 64.000 horas de trabalho! Com um custo aproximado de € 12 milhões.



**Figura 23:** A Modificação do navio

**Fonte:** [www.planetsolar.org](http://www.planetsolar.org) – acessado em 10/06/2015

## 5. CONCLUSÃO

Como foi mostrado neste trabalho de pesquisa, é possível sim a fabricação e operação de embarcações que usem fontes energéticas renováveis e que estas fontes não comprometam o seu funcionamento em si, pois este catamarã MS Turanor PlanetSolar é prova viva disso e inclusive com esta tecnologia de energia solar, é possível a criação de navios de passageiros que usem energia solar como fonte energética principal, mas como também vimos existem outras fontes energéticas renováveis a serem aplicadas a bordo, como a energia eólica, embora existam ainda outras fontes de energias renováveis como a hidrelétrica, hidrocínética, biomassa, e geotérmica, estas não podem ser aplicadas a projetos de navios ou embarcações, existe ainda uma fonte energética renovável poderosa, porem tem muitos contras, pois se trata da energia nuclear, que já é usada como fonte energética há muitos anos em embarcações não mercantes mas sim de guerra, e inclusive em usinas de energia em terra, só que a energia nuclear contem radioatividade, e este item, não se encaixa na segurança da tripulação.

Mas como foi detalhado nesta pesquisa, além das fontes energéticas renováveis, existem também os motores que usam fontes energéticas limpas e livres de qualquer poluição e dependência de reposição, são os 2 tipos de motores eólicos que funcionam com o ar comprimido (MDI/Di Pietro), e o motor magnético perpetuo (Perendev) que usa ímãs de neodímio para assim a força de atração e repulsão girar um rotor de forma perpetua. Qualquer um destes tipos de motores, podem substituir um motor de combustão interna a bordo das embarcações e navios mercantes, e tendo estes motores como fontes energéticas, excluiríamos muitos equipamentos para serem monitorados dentro de uma praça de maquinas, como por exemplo, os purificadores de óleo se tornariam desnecessários, pois não teríamos mais combustíveis para purificar, uma quantia enorme de bombas auxiliares e de transferência se tornariam desnecessárias, além disso seria uma praça de maquinas mais econômica tornando assim um navio com um excelente custo beneficio, pois seria autossuficiente não dependeria mais de receber óleo combustível, a água seria gerada por um evaporador que use uma caldeira a energia solar, já que esta energia é rica e vasta. Os operadores das máquinas terão menos equipamentos para monitorar e inclusive seria um local mais seguro de trabalho, pois os motores de combustão interna usam combustíveis, e caso houver um cenário de incêndio a bordo, não teria mais algum perigo de explosão de algum reservatório ou tanque de armazenamento, pois não existirá.

Estas fontes energéticas renováveis e motores limpos representam realmente uma ameaça para a indústria do petróleo e da dependência mundial por fontes energéticas por hidrocarbonetos, por causa disso a industria do petróleo por ser bilionária e poderosa, acaba

atrasando o desenvolvimento destas fontes, ocultando informações ao público em geral, mas graças a internet as pessoas estão coletando e recopilando informações ao respeito.

Por fim, em um futuro não muito distante, os veículos, a energia elétrica das casas e inclusive o transporte marítimo, não irão depender mais do petróleo ou hidrocarbonetos, isto será inevitável, pois um dia o petróleo acabará e será usado como um material nobre para a criação de outros materiais, mas não como combustíveis, já que temos em vista informações concretas da não dependência energética por petróleo ou hidrocarbonetos.

## 6. REFERENCIAS

- Michael Brower, *Cool Energy: Renewable Solutions to Environmental Problems*, MIT Press, 1994.
- Vaclav Smil, *Energy in World History*, Westview Press, 1994.
- Daniel Yergin, *The Prize: The Epic Quest for Oil, Money and Power*, Touchstone, 1992.
- John Campbell, *Collapse of an Industry: Nuclear Power and the Contradictions of US Policy*, Cornell University Press, 1988.
- Richard Rudolph and Scott Ridley, *Power Struggle: The Hundred-Year War over Electricity*, Harper and Rowe, 1986.
- Energy Information Administration (EIA). 2005. Annual energy outlook 2004.
- International Scientific Council for Island Development (INSULA). Large scale utilization of solar energy in Cyprus.
- Deyette, J., and K. Graf. 2005. How it works: Solar electricity generation. In *Catalyst: A Magazine of the Union of Concerned Scientists* 4(2): 18-19.
- Concentrating Solar Power Program. 2000. Solar Two demonstrates clean power for the future. Washington, DC: U.S. Department of Energy.
- Solar Energy Technologies Program. 2006. Solar energy technologies program: Multi-year program plan 2007-2011. Washington, DC: U.S. Department of Energy.
- Cleetus, R., Clemmer, S., and Friedman, D. 2009. *Climate 2030: A National Blueprint for a Clean Energy Economy*.
- The Prometheus Institute. 2006. U.S. market analysis. *PV News* 25(5): 4-5.
- Solar Energy Industries Association (SEIA). 2004. *Our solar power future: The U.S.*
- *Photovoltaics industry roadmap through 2030 and beyond*.
- Global Wind Energy Council (GWEC). *Global Wind Report 2012*.
- American Wind Energy Association (AWEA). 2013. *American wind power now generates over 10 percent of electricity in nine states*.
- Anthony Lopez, Billy Roberts, Donna Heimiller, Nate Blair, and Gian Porro. 2012. *U.S. Renewable Energy Technical Potentials: A GIS-Based Analysis*. National Renewable Energy Laboratory.
- Graham Richard, Michael. *Enercon E-126: The World's Largest Wind Turbine (For Now)*.
- Xcel Energy. 2011 Corporate Responsibility Report. 2011 and Projected 2018 Renewable Energy Portfolio in Megawatts (MW).

- Sawin, Janet. 2009. Wind Power Increase in 2008 Exceeds 10-year Average Growth Rate. Worldwatch Institute.
- American Wind Energy Association (AWEA). Anatomy of a Wind Turbine.
- US Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy. 2009.
- Fredrikson and Byron Law, P.A. American Recovery and Reinvestment Act of 2009 – Wind Energy Provisions
- Heeter, j. and L. Bird. Status and Trends in U.S. Compliance and Voluntary Renewable Energy Certificate Markets (2010 Data). Technical Report NREL/TP-6A20-52925, October 2011.
- O’Connell, R., R. Pletka, S. Block, R. Jacobson, P. Smith, S. Tilley, and A. York. 2007. 20 percent wind energy penetration in the United States: A technical analysis of the energy resource. Overland Park, KS: Black & Veatch.
- <http://www.ucsusa.org/> Ultimo acesso 10/06/2015
- <http://www.planetsolar.org/> Ultimo acesso 10/06/2015
- <http://www.engineair.com.au/> Ultimo acesso 10/06/2015
- <http://www.mdi.lu/> Ultimo acesso 10/06/2015
- CONAMA – congreso nacional Del médio ambiente, Las energias renobables marítimas, acesso 17/05/2015 (www.conama10.es)
- Estudo dos motores magneticos e possíveis aplicações no setor industrial e automotivo, Ricardo Kostetzer Alves, Geovane Vieira - 2º Seminário de Tecnologia, Inovação e Sustentabilidade - 27 a 29 de Novembro de 2013 - Joinville – SC