

COPPE
UFRJ

Tecnologia para
um futuro
sustentável

APOIO

Tractebel Energia
GDF SUEZ

Conciliar a crescente demanda de energia e a necessidade cada vez mais urgente de conter a mudança climática e seus efeitos é um dos maiores desafios do século. Estudos realizados nas últimas décadas ressaltam evidências de que a produção e o uso da energia que move as atividades humanas estão na raiz da intensificação do aquecimento global que ameaça mudar o clima do planeta, com graves efeitos para a humanidade.

Em sintonia com o futuro, a Coppe vem desenvolvendo, em seus laboratórios, projetos que poderão ajudar o Brasil a crescer e produzir riquezas reduzindo o impacto no meio ambiente. São tecnologias inovadoras que incluem usinas que transformam o movimento das ondas do mar em energia elétrica, veículos movidos a hidrogênio, trens que levitam e biocombustíveis que aproveitam as abundantes matérias-primas brasileiras.

Na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, o público tem a oportunidade de conferir essas tecnologias e conhecer algumas contribuições da Coppe para a construção de um futuro sustentável para as próximas gerações.



1

USINA DE ONDAS DO PECÉM

Projeto ganha vida no mar do Ceará

Uma usina-piloto que está prestes a entrar em operação, no porto do Pecém, a 60 quilômetros de Fortaleza, põe o Brasil no seleto grupo de países que estão na vanguarda das pesquisas para a exploração do oceano como fonte de energia elétrica.

Única do tipo na América Latina, a usina de ondas do Pecém é um projeto da Coppe, financiado pela Tractebel Energia S.A., dentro do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), com apoio do governo do Ceará.

Desde fins do século XVIII, o movimento das ondas do mar atira a imaginação de inventores e cientistas. Esforços intermitentes, feitos desde então em vários países, não se traduziram em empreendimentos economicamente viáveis. Mas, nos últimos 10 anos, as crescentes evidências das mudanças do clima e o contínuo aumento da demanda por energia renovaram o interesse pelo mar como fonte possível de energia limpa e renovável. Hoje, há vários experimentos em andamento no mundo. Partem de conceitos tecnológicos diferentes, mas buscam o mesmo objetivo: comprovar que as ondas podem produzir energia elétrica com confiabilidade de suprimento e a custos viáveis.

Idealizada e projetada no Laboratório de Tecnologia Submarina (LTS) da Coppe inteiramente para as condições brasileiras, a usina de ondas do Pecém é um desses experimentos. Leva em conta tanto as características do mar local (ondas não muito altas, porém constantes) como a capacidade da indústria nacional. Todos

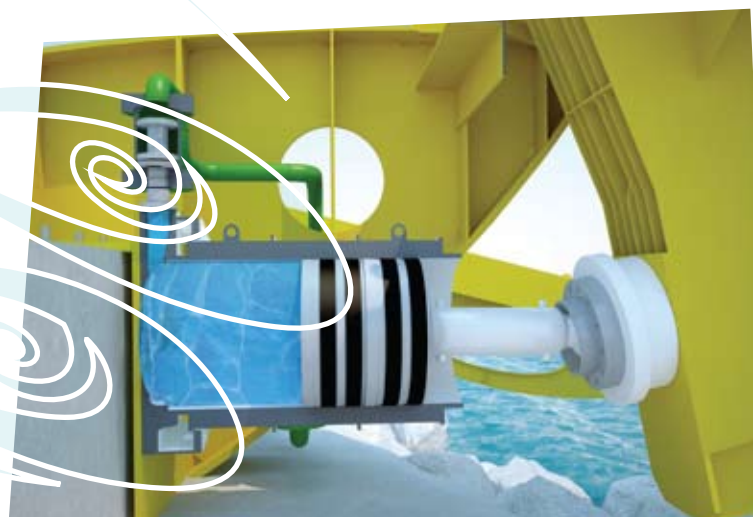
os equipamentos e serviços utilizados na usina construída no Ceará foram produzidos no país.

O potencial energético das ondas no Brasil é estimado em 87 gigawatts e se estende pelas regiões Sul, Sudeste e Nordeste. Testes da Coppe indicam que é possível converter cerca de 20% desse potencial em energia elétrica, o que equivale a 17% da capacidade total instalada no país atualmente.

A tecnologia

Um conjunto formado por flutuador e braço mecânico é movimentado pelas ondas e aciona uma bomba que pressuriza água doce, em circuito fechado, e a armazena num acumulador conectado à uma câmara hiperbárica, onde a pressão equivale à de uma coluna d'água de 400 metros de altura, semelhante às encontradas nas quedas d'água das usinas hidrelétricas. A água altamente pressurizada forma um jato que movimenta uma turbina, a qual por sua vez aciona o gerador que produz a energia elétrica. Por ser experimental, a usina de ondas do Pecém é formada por apenas dois módulos (dois conjuntos de flutuador, braço mecânico e bomba) com capacidade de produzir 100 kW. Mas o projeto é concebido para comportar dezenas de módulos iguais a esses, multiplicando a capacidade instalada.

A principal inovação da tecnologia brasileira, em comparação com outras usinas de ondas em testes no mundo, é a utilização de um sistema de alta pressão para movimentar a turbina e o gerador – um conceito desenvolvido e patenteado pela Coppe/UFRJ.



Os laboratórios

A criativa ideia de usar um sistema de alta pressão para produzir energia elétrica a partir do movimento das ondas nasceu da experiência acumulada por dois laboratórios da Coppe em pesquisas que ajudam a Petrobras a extrair petróleo em grandes profundidades. Enquanto o Laboratório de Tecnologia Submarina (LTS) lida com as altíssimas pressões encontradas em até 5 mil metros de profundidade, o LabOceano está equipado para testar e estudar o comportamento de estruturas submetidas à ação das ondas do mar.

O LTS ocupa uma área de 1.500 metros quadrados. Dispõe de uma câmara hiperbárica horizontal, de 5 metros de comprimento, capaz de simular as pressões encontradas em profundidades de até 5 mil metros, e uma segunda câmara, vertical, com 1,6 metro de altura, que simula pressões semelhantes às existentes a mil metros de profundidade.

Já o LabOceano é o mais profundo tanque oceânico do mundo, com profundidade de 15 metros e um poço central de 25 metros. Tem sistemas geradores de ondas multidirecionais para simular, de maneira realista, as principais características do meio ambiente oceânico e, assim, testar modelos de estruturas e equipamentos para uso no mar.

Tractebel Energia S.A.

O desenvolvimento da tecnologia e a construção da usina de ondas brasileira, um investimento de R\$ 12,5 milhões, são financiados pela empresa Tractebel Energia S.A., dentro do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico da Aneel.

Líder do setor privado de geração de energia elétrica no Brasil, a Tractebel, que pertence ao grupo franco-belga GDF Suez, tem 21 usinas, entre hidrelétricas, termelétricas, pequenas centrais hidrelétricas e eólicas, espalhadas por 11 estados brasileiros. Essas usinas somam um parque gerador de 7.543 MW, que atende 7% do mercado nacional.

A usina de ondas do Pecém faz parte da estratégia da empresa de investir em fontes de energia renováveis e não poluentes.

2 ÔNIBUS A HIDROGÊNIO

Conforto e eficiência no uso da energia

Em 1874, o escritor francês Júlio Verne previu, no livro *A ilha misteriosa*, que, no futuro, a água seria usada como combustível, tornando-se, graças ao hidrogênio nela contido, uma “fonte inesgotável de calor e luz”.

Quase um século e meio depois, a profecia do criador do capitão Nemo e outros personagens inesquecíveis começa a se tornar realidade. Elemento abundante na natureza, o hidrogênio pode ser obtido de diversas fontes, das quais a água é a mais evidente. Quando utilizado como combustível, o único resíduo que produz é, de novo, água.

Há quem preveja o surgimento de uma nova era, na qual o hidrogênio desempenharia o papel que os combustíveis fósseis (como o petróleo, o gás natural e o carvão) desempenham agora.

De olho nesse futuro, a Coppe desenvolveu o ônibus H2, o primeiro do gênero produzido no país com tecnologia 100% nacional. O veículo está pronto para começar a trafegar experimentalmente na Cidade Universitária da Ilha do Fundão. Tem a aparência de um ônibus urbano convencional espaçoso e confortável, com capacidade para 29 passageiros sentados e 40 em pé. Mas, em vez do poluente diesel que move os ônibus comuns, é movido a energia elétrica obtida de baterias previamente carregadas na rede e complementada pela eletricidade produzida a bordo por uma pilha a combustível alimentada a hidrogênio.

O resultado é um veículo silencioso, com eficiência energética maior que a dos ônibus a diesel e com emissão zero de poluentes.

A tecnologia

O ônibus elétrico híbrido a hidrogênio da Coppe tem autonomia para 300 quilômetros. Um terço dessa autonomia vem de baterias carregadas na tomada elétrica. O restante é produzido a bordo na pilha a combustível alimentada com hidrogênio e por um sistema de regeneração da energia cinética – a energia adquirida com a movimentação e que, nos veículos convencionais, é desperdiçada na forma de calor durante as frenagens. O sistema de regeneração da energia cinética é semelhante ao adotado nos carros de Fórmula 1. Mas, ao contrário do que é almejado nesses carros, ou seja, o ganho de velocidade, no ônibus o sistema aumenta a eficiência energética.

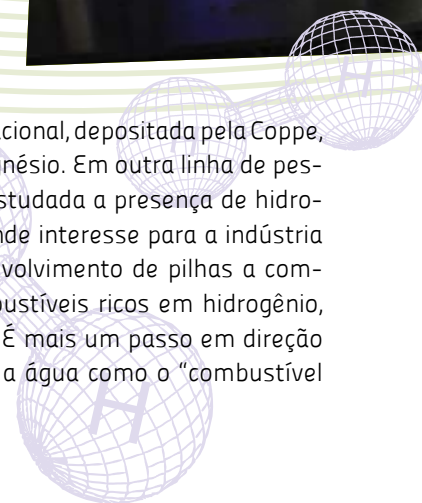
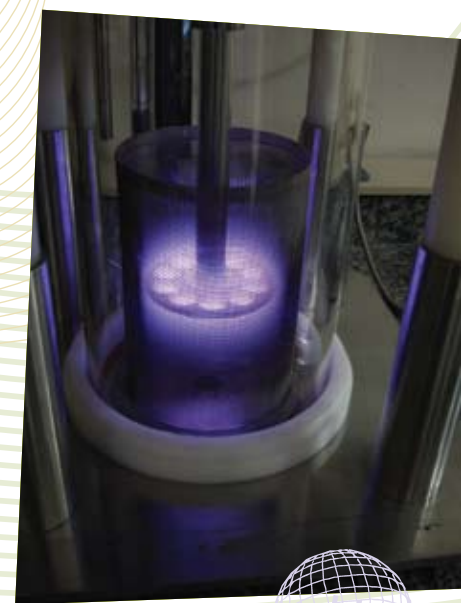
Um criativo arranjo dos equipamentos e do gerenciamento da energia

ajuda a contornar dois dos principais obstáculos ao uso do hidrogênio e da eletricidade nos transportes: o alto custo da produção de hidrogênio combustível e o peso dos cilindros que armazenam o gás. As soluções adotadas no projeto da Coppe permitem usar uma pilha de baixa potência, pequena e leve, que consome relativamente pouco hidrogênio. Além disso, o baixo peso dos demais equipamentos reduz a carga transportada pelo ônibus e, portanto, o gasto de energia.

O laboratório

O ônibus híbrido a hidrogênio foi concebido e projetado no Laboratório de Hidrogênio (LabH2) da Coppe, onde estão sendo desenvolvidos outros dois ônibus elétricos da mesma família do híbrido a hidrogênio: um ônibus exclusivamente elétrico e outro híbrido a álcool, isto é, que combina a eletricidade obtida da tomada elétrica e armazenada em baterias com a eletricidade produzida a bordo por um grupo motor-gerador a etanol. Todos são ambientalmente mais limpos que os ônibus convencionais a diesel.

No mesmo laboratório também são estudadas alternativas para o armazenamento de hidrogênio em forma não gasosa. Essa linha de pesquisa já resultou numa patente internacional, depositada pela Coppe, de um hidreto metálico à base de magnésio. Em outra linha de pesquisa, na qual o LabH2 é pioneiro, é estudada a presença de hidrogênio em materiais, uma área de grande interesse para a indústria siderúrgica. Outro trabalho é o desenvolvimento de pilhas a combustível que usam diretamente combustíveis ricos em hidrogênio, sem necessidade de separá-lo antes. É mais um passo em direção à velha profecia de Júlio Verne sobre a água como o “combustível do futuro”.



3 TREM DE LEVITAÇÃO MAGNÉTICA

Flutuando em silêncio: um antídoto para o caos urbano

Um trem que dispensa rodas e se desloca flutuando silenciosamente. Usa energia elétrica e sua operação não resulta em emissões dos gases de efeito estufa que alteram o clima do planeta. Compacto e leve, dispensa as caras e complexas obras civis dos metrô e trens de superfície convencionais. Pode correr por estreitas passarelas suspensas, que não competem pelo espaço nas já congestionadas metrópoles.

Assim é o trem de levitação magnética desenvolvido na Coppe. É conhecido como Maglev Cobra, porque usa uma propriedade magnética que o faz levitar e porque foi concebido para ser montado em módulos que, acoplados, lembram os “anéis” de uma cobra. O Maglev utiliza supercondutores, uma classe de materiais que, embora conhecida desde o início do século XX, só nas últimas duas décadas começou a ganhar aplicações concretas. Projetado para correr a 70 quilômetros por hora, é ideal para percursos urbanos, substituindo ou complementando automóveis, ônibus e metrô.

Um modelo do trem da Coppe em tamanho real levita hoje no laboratório, enquanto aguarda recursos para a montagem de um sistema que permita deslocá-lo por um pequeno trajeto de 200 metros na Ilha do Fundão. Será um sistema demonstrativo, para animar investidores dispostos a colocá-lo operando comercialmente no Rio de Janeiro – a tempo, por exemplo, de atender ao afluxo de visitantes que circularão pela cidade durante as Olimpíadas de 2016.

A tecnologia

O Maglev Cobra levita, por meio de supercondutores, e se desloca sobre um trilho magnético. Os materiais supercondutores têm duas propriedades características: a resistência zero, que permite traba-

lhar com correntes elétricas muito elevadas; e o diamagnetismo, que repele os campos magnéticos e possibilita a levitação. Por se deslocar levitando, o trem não apresenta o atrito dos trens convencionais roda/trilho, que causa desgaste rápido do material rodante e consome mais energia em relação à velocidade.

Já existem no mundo dois sistemas de trens magnéticos: um deles é alemão e foi vendido para uma linha comercial na China; o outro, ainda experimental, é japonês. Nos dois sistemas, os trens alcançam velocidades superiores a 500 quilômetros por hora e, por isso, são projetados para interligar cidades distantes. O sistema da Coppe usa apenas a propriedade dos supercondutores que dá o efeito levitante, dispensando o uso da resistência zero porque se destina a trafegar em área urbana.

O laboratório

O Maglev Cobra é apenas o resultado mais visível do trabalho do Laboratório de Aplicações de Supercondutores da Coppe e da Escola

Politécnica da UFRJ (Lasup). Uma linha de pesquisa com mancais magnéticos, também baseados em materiais supercondutores, busca soluções para um dos grandes gargalos da produção e consumo de energia proveniente de fontes alternativas intermitentes: o armazenamento dessa energia. Como armazenar a eletricidade de origem solar ou eólica, por exemplo, já que não venta nem faz sol o tempo todo? As baterias químicas convencionais não dão conta do recado para grandes quantidades de energia e ainda geram problemas de poluição quando são descartadas.

A resposta pode estar nos armazenadores de energia cinética, sistemas mecânicos rotativos que giram em alta velocidade e guardam essa energia mecânica até que precise ser convertida em energia elétrica e utilizada. O problema é que velocidades altas significam atrito e, portanto, desgaste e defeitos. É aí que entram os mancais magnéticos estudados no Lasup. Usando a propriedade de levitação dos supercondutores, os pesquisadores buscam atingir as velocidades necessárias, sem o atrito dos sistemas mecânicos e sem a poluição dos sistemas químicos.



Pesquisas para aumentar a produção e a qualidade

Além de renováveis, os combustíveis obtidos a partir de matérias-primas orgânicas são menos poluentes que os de origem fóssil, como os derivados do petróleo. Há vários tipos de biocombustíveis: do etanol produzido a partir de produtos agrícolas (como a cana-de-açúcar) ao biodiesel proveniente de sementes oleaginosas (como a soja e o dendê) e de gorduras animais (como o sebo bovino) ou do óleo de fritura usado e descartado por restaurantes e cozinhas industriais. Além desses, podem ser mencionados o biogás, o bio-óleo, o biocarvão e o biodiesel provenientes do aproveitamento de esgoto e de lixo urbano.

Desde o ano 2000, a Coppe desenvolve estudos pioneiros que contribuem para viabilizar a produção e o uso de biocombustíveis no Brasil. Testes realizados na Coppe ajudaram a Agência Nacional de Petróleo (ANP) a estabelecer as especificações do biodiesel que, desde 2005, é obrigatoriamente adicionado ao diesel mineral que consumimos. A adição de 5% de biodiesel no combustível que abastece 2,8 milhões de veículos a diesel que circulam no país já reduziu, em média, 3,4 milhões de toneladas de emissão de CO₂ na atmosfera, somente entre os anos de 2008 e 2010.

Novos testes mostraram que é tecnicamente possível elevar para 20% o teor de biodiesel sem necessidade de modificar os motores atualmente fabricados. Mas, para que isso aconteça, é preciso melhorar a qualidade do produto e aumentar a capacidade nacional de fabricá-lo, sem competir com a produção de alimentos e sem provocar desmatamentos para abrir áreas de plantio.

Diversos projetos em andamento na Coppe trabalham para ajudar o Brasil a superar esses desafios.

As tecnologias

■ Biodiesel de dendê: Depois que testes feitos na Coppe para a Vale confirmaram que é possível adicionar até 20% de biodiesel ao diesel que alimenta as locomotivas e o maquinário pesado utilizados pela mineradora em Carajás, a empresa decidiu montar um plantio de palma (dendê) para produzir biodiesel no Pará. A ideia é utilizar 30 mil hectares de áreas já desmatadas para plantar o dendê, que, segundo estudos da própria Coppe, é mais produtivo do que a soja, oleaginosa atualmente mais usada no Brasil para a produção de biodiesel. Um hectare de soja produz 500 quilos de óleo, ao passo que de um hectare de dendê é possível obter até 4,5 toneladas de óleo. A adição de biodiesel ao diesel mineral, associada à captura de gás carbônico (CO₂) pelas plantas que estarão crescendo, deverá anular o efeito de até 1 milhão de toneladas de CO₂ emitidas anualmente pelas locomotivas da empresa.

■ A forma convencional de produzir biodiesel é fazer o óleo extraído da matéria-prima reagir com um álcool, geralmente o metanol. Como o metanol é derivado de gás natural, um combustível fóssil, isso significa que o biodiesel não é 100% renovável. Um dos projetos em andamento na Coppe testa o uso de etanol de cana-de-açúcar, do qual o Brasil é o maior produtor mundial, em substituição ao metanol.

■ Testes com misturas de óleos extraídos de diferentes matérias-primas buscam melhorar a qualidade do biodiesel e ampliar o leque de matérias-primas, para aproveitar a grande variedade disponível no Brasil. Testes com uma mistura de 70% de soja e 30% de mamona resultam num biodiesel que poderá atender aos critérios de qualidade.

■ Na estação de tratamento de esgotos de Alegria, no Caju, pesquisadores da Coppe conduzem um projeto de produção e uso de diferentes biocombustíveis – biodiesel, bio-óleo, biocarvão e biogás – provenientes da espuma do esgoto ou do lodo residual do tratamento de esgoto. O objetivo é tornar as usinas de tratamento autossuficientes energeticamente e com resíduo zero em suas operações.





Rotas enzimáticas

As chamadas rotas enzimáticas, em contraposição às rotas químicas atualmente utilizadas, são uma das chaves para a futura produção dos biocombustíveis de segunda geração. Dois projetos que estão começando na Coppe buscam produzir biodiesel e etanol utilizando enzimas como catalisadoras. A produção convencional de biodiesel usa soda cáustica para catalisar o processo. Esse catalisador químico contamina o produto final, exigindo um custoso procedimento para ser retirado. Também contamina um subproduto, o glicerol, que perde valor de mercado. O uso de enzimas promete resolver esses problemas. O Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais (Ivig) está negociando um acordo com a Universidade de Tsinghua, na China, e a empresa dinamarquesa Novozymes, maior produtora mundial de enzimas, para testar em matérias-primas brasileiras um processo enzimático em cooperação com os chineses. O objetivo é comparar seu desempenho técnico e econômico com os do processo químico usual.

Ao mesmo tempo, a Coppe está se associando ao Instituto de Química da UFRJ, onde a professora Elba Bon, uma das maiores especialistas brasileiras em enzimas, desenvolve um projeto para

a produção de etanol de segunda geração celulósico. Por meio da parceria da Coppe com o Instituto de Química, um grande laboratório está em construção no Ivig para o desenvolvimento do novo processo. Esse processo, que utiliza enzimas para fazer a chamada hidrólise da celulose, permite aproveitar o bagaço de cana que resulta da produção de açúcar e álcool e aumentar em 50% o aproveitamento da energia contida na cana, além de poder ser empregado em outras matérias-primas. No processo convencional de produção de etanol, apenas um terço da energia contida na planta é aproveitada. A construção do novo laboratório conta com financiamento da Jica, a agência de cooperação tecnológica do Japão.

Os laboratórios

Os estudos sobre biocombustíveis são conduzidos no Ivig e no Centro de Pesquisas e Caracterização de Petróleo e Combustíveis (CoppeComb).

O Ivig tem uma planta de biodiesel capaz de produzir 25 mil litros diários, a partir de diferentes matérias-primas vegetais, gordura animal e resíduos. O CoppeComb dedica-se a caracterizar petróleos e combustíveis de origem fóssil ou não e a desenvolver novos processos para melhorar a qualidade dos óleos brasileiros. Com 600 metros quadrados de área construída, o Centro é, na verdade, um complexo de sete laboratórios – de preparo de amostras, cromatografia, avaliação de petróleo, biocombustíveis, instrumental e mais o laboratório químico e o físico-químico – equipados com os mais modernos instrumentos disponíveis.



A COPPE

Criada em 1963, com a missão de ajudar a renovar a universidade brasileira e contribuir para o desenvolvimento do país, a **Coppe – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia** é, hoje, o maior centro de ensino e pesquisa em engenharia da América Latina.

A Coppe em números

Total de títulos concedidos (até 2010)

9.418 mestres

3.037 doutores

Produção acadêmica (em 2010)

344 dissertações de mestrado

176 teses de doutorado

2 mil artigos científicos (média anual)

Interação com a sociedade

(governos, empresas e sociedade civil)

12 mil contratos no total

1,3 mil projetos em andamento

94 patentes depositadas

13 softwares registrados

Recursos humanos e infraestrutura física

325 professores doutores

2,8 mil alunos

1,6 mil mestrandos

1,2 mil doutorandos

350 funcionários

12 programas de pós-graduação *stricto sensu*

(mestrado e doutorado)

116 laboratórios

Incubadora de base tecnológica

Incubadora tecnológica de cooperativas populares

Núcleo de atendimento em computação de alto desempenho



**Instituto Alberto Luiz Coimbra de
Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia**

Endereço: Prédio do Centro de Gestão Tecnológica - CT2

Rua Moniz Aragão, 360, Bloco 1

Cidade Universitária – Ilha do Fundão

CEP 21941-972

Telefones: (55 21) 3622-3477 / 3622-3478

Fax: (55 21) 3622-3463

E-mail: diretoria@coppe.ufrj.br

Assessoria de Comunicação da Coppe / UFRJ

Endereço: Prédio do Centro de Gestão Tecnológica - CT2

Rua Moniz Aragão, 360, Bloco 1 – Módulo A – Sala 2

Cidade Universitária – Ilha do Fundão

CEP 21941-972

Telefones: (55 21) 3622-3406 / 3622-3408 / 3622-3467

E-mail: asscom@adc.coppe.ufrj.br

Planeta Coppe Notícias: www.planeta.coppe.ufrj.br

www.coppe.ufrj.br

