

Coordenação  
José Goldemberg  
Francisco Carlos Paletta

SÉRIE ENERGIA E SUSTENTABILIDADE  
**ENERGIAS RENOVÁVEIS**

**Blucher**



Coordenação  
José Goldemberg  
Francisco Carlos Paletta

SÉRIE ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

---

# ENERGIAS RENOVÁVEIS

---

Centro de Estudos de Energia e Sustentabilidade  
Faculdade de Engenharia  
Fundação Armando Álvares Penteado

**Blucher**





Coordenação  
José Goldemberg  
Francisco Carlos Paletta

SÉRIE ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

---

# ENERGIAS RENOVÁVEIS

---

Autores  
Francisco Paletta  
Suani Coelho  
Roberto Ziles  
Ricardo Benedito  
Geraldo Lúcio  
Regina Mambelli  
Camila Galhardo  
João Tavares Pinho  
Elizabeth Pereira  
Ennio Peres da Silva

*Energias renováveis*

© 2012 José Goldemberg

Francisco Carlos Paletta

1ª reimpressão – 2012

Editora Edgard Blücher Ltda.

Apoio:

Roberto Ziles

Alia Rached

Ana Maria Ayrosa

---

# Blucher

Rua Pedroso Alvarenga, 1245, 4º andar

04531-012 – São Paulo – SP – Brasil

Tel 55 11 3078-5366

**contato@blucher.com.br**

**www.blucher.com.br**

Segundo Novo Acordo Ortográfico, conforme 5. ed.  
do *Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa*,  
Academia Brasileira de Letras, março de 2009.

É proibida a reprodução total ou parcial por quaisquer  
meios, sem autorização escrita da Editora.

---

Todos os direitos reservados pela Editora  
Edgard Blücher Ltda.

---

## FICHA CATALOGRÁFICA

Energias Renováveis (1. : 2012 : São Paulo)

Energias Renováveis / José Goldemberg, Francisco  
Carlos Paletta... [et al.]. – São Paulo: Blucher, 2012.

ISBN 978-85-212-0608-8

1. Energia – Pesquisa 2. Engenharia – Estudo  
e ensino 3. Fontes energéticas renováveis – Pesquisa  
I. Goldemberg, José. II. Paletta, Francisco Carlos.

11-05591

CDD-621.042

---

Índices para catálogo sistemático:

1. Energias renováveis e sustentabilidade: Engenharia:  
Tecnologia: Conferências 621.042



Na Fundação Armando Álvares Penteado, como acreditamos que o amanhã é o resultado do esforço cotidiano, nós transformamos as ideias em prática e a consciência em vontade transformadora, congregando todos em uma mesma plataforma de objetivos. Ao olharmos o passado, estamos buscando compreender o presente para dar forma a uma continuidade rumo ao futuro. Com isso, procuramos iluminar constantemente a experiência sensível do pensar, do sentir e da convicção de que é indispensável ao mundo moderno cultivar o encontro entre os sentidos e a razão. É assim que se moldam o espírito, a filosofia e a razão de ser desta Instituição.

Para penetrarmos no âmago desse conceito, evoquemos duas imagens. Uma, síntese de harmonia, sugere que poesia, filosofia, educação e técnica se contemplam reciprocamente, inspirando uma mensagem de paz e uma poderosa energia transformadora. A outra são os jovens que almejam (sonham, desejam) estudar em um ambiente de efervescência intelectual, inquietação renovadora, entusiasmo e participação, no qual todas as manifestações do saber são importantes. A ênfase na pluralidade de vocações revela que nossos alunos, de acordo com suas inclinações e desejos, podem vir a ser cientistas, políticos, filósofos, empreendedores, educadores, poetas.

A FAAP é uma instituição de referência que incentiva o exercício do conhecimento e a democratização da cultura. A evolução que empreendemos no modo de pensar e agir foi moldada na matéria-prima dos sonhos. Transcorridos mais de 60 anos, iniciamos uma dinâmica completamente nova, tirando lições do que foi feito e estreitando laços com o mundo de hoje e as mudanças velozes e crescentes. Educando homens e mulheres como seres humanos autênticos, cientes de que a educação, mais do que a propriedade individual, pertence à sociedade e é parte de seu crescimento econômico e seu desenvolvimento espiritual. Nesta aliança tão rica, alinham-se professores e alunos, num corpo único, trabalhando pelo bem comum, numa prova de que o cenário do futuro esta pronto.

**FUNDAÇÃO ARMANDO ALVARES PENTEADO**



## APRESENTAÇÃO

A energia como recurso essencial para a sobrevivência do planeta, associada à sustentabilidade de seu consumo, tem sido tema das principais discussões entre a sociedade civil, a indústria e as lideranças governamentais. Com o objetivo de discutir as melhores práticas de ensino da Energia na academia, a Faculdade de Engenharia da Fundação Armando Álvares Penteado (FAAP) realizou a 1ª Conferência de Energias Renováveis para o Ensino de Engenharia. O evento, que marca a criação do Centro de Estudos em Energia e Sustentabilidade da FAAP, reuniu profissionais e estudiosos de renomadas instituições, como o Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE/USP), Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI-Itajubá), Universidade Federal do Pará (UFPA), PUC-MG e Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

A Conferência realizada nos dias 27 e 28 de outubro discutiu oito temas centrais. No primeiro dia, foram abordadas as perspectivas para o uso de Energias Renováveis e os desafios do ensino da Engenharia no século XXI. A utilização da biomassa como uma das maneiras de reduzir a emissão de gases de efeito estufa e dos impactos ambientais, e o uso da energia solar fotovoltaica – que converte os raios solares em eletricidade - também foram debatidos.

No segundo dia, a Conferência debateu sobre as Pequenas Centrais Hidrelétricas, que se destacam entre as demais fontes renováveis de energia devido ao alto potencial hídrico do País. Em seguida, foi abordada a energia eólica, que apresenta inúmeras possibilidades de aplicação em sistemas isolados, especialmente próximos de regiões costeiras; a energia solar térmica, que abrange processos de aquecimento de fluidos, como água, ar e fluidos térmicos; e o hidrogênio, cuja tecnologia aparece como um importante complemento na forma de um vetor energético para o armazenamento e transporte de grandes quantidades de energia elétrica produzida por fontes renováveis.



A 1ª Conferência de Energias Renováveis para o Ensino da Engenharia consolida a primeira atividade do Centro de Estudos em Energia e Sustentabilidade (CEES) da FAAP. O objetivo do Centro é promover o debate em torno da matriz energética global, através de conferências, seminários, workshops, palestras, além de desenvolver pesquisas que coloquem o assunto em debate e apresentem novas propostas de uso consciente dos recursos naturais e da energia.

Vinculado à Faculdade de Engenharia da FAAP – que abriga o curso de Engenharia Química com ênfase em Energia e Sustentabilidade –, o CEES vai congrega estudiosos em meio ambiente, agronegócios, energias renováveis - como Etanol, Biomassa, Eólica, Solar Fotovoltaica, Pequenas Centrais Hidrelétricas, Hidrogênio – objetivando evidenciar a importância da matriz energética global, bem como seu impacto na sustentabilidade do planeta. A direção ficará a cargo do físico José Goldemberg. Erney Plessmann de Camargo, ex-presidente do CNPq e membro da Academia Brasileira de Ciências, e Francisco Paletta, diretor da Faculdade de Engenharia da FAAP, irão compor o Conselho Consultivo do Centro de Estudos.

A exaustão das reservas de combustíveis fósseis e os problemas ambientais causados pelos poluentes emitidos por eles evidenciam que esses recursos energéticos não poderão continuar a ser fontes principais de energia utilizadas pelo homem. Daí a importância fundamental de se discutir e desenvolver o uso de energias renováveis, essencialmente por não serem poluentes e não dependerem de fatores geopolíticos.

O CEES conta com a parceria da Fundação de Apoio da Universidade de São Paulo – FUSP, que contribuirá na elaboração de conteúdos programáticos para as disciplinas de biomassa, centrais hidroelétricas, energia solar fotovoltaica, energia eólica, produção e armazenamento de hidrogênio, entre outras. O Centro de Estudos também vai promover o intercâmbio com entidades congêneres no Brasil e no exterior, bem como envolver a comunidade de estudantes a repensar os valores sustentáveis por meio de cursos de pós-graduação, extensão universitária e de aperfeiçoamento técnico.

Energia Fotovoltaica: a energia solar fotovoltaica pode ser utilizada para muitos usos finais que necessitam eletricidade, seja para satisfazer as necessidades de localidades não assistidas pelas redes de distribuição ou para gerar energia elétrica de forma distribuída com sistemas conectados à rede elétrica de distribuição. Ambas as aplicações estão rompendo a barreira econômica.

Biomassa: a utilização de biomassa é uma das maneiras de reduzir a emissão de gases de efeito estufa, além de auxiliar na redução dos impactos ambientais locais,

regionais e globais. Bagaço de cana-de-açúcar, por exemplo, apresenta balanço nulo de emissões, pois as emissões resultantes da queima do bagaço são absorvidas e fixadas pela planta durante o crescimento. A geração de empregos tem sido reconhecida também como uma das maiores vantagens das energias renováveis.

**Pequenas Centrais Hidrelétricas:** no Brasil, as Pequenas Centrais Hidrelétricas — PCH se destacam entre as demais fontes renováveis de energia devido ao potencial hídrico do país, à vocação de ter as centrais hidrelétricas como base da matriz elétrica nacional e ao domínio desta tecnologia que o país já alcançou.

**Energia Eólica:** a complementaridade sazonal entre os recursos hídrico e eólico faz com que o aproveitamento da energia eólica seja de grande importância para a matriz energética nacional. Além disso, existem inúmeras possibilidades de aplicação da energia eólica em sistemas isolados, especialmente próximos de regiões costeiras, mas também em regiões com relevo mais acidentado.

**Energia Solar Térmica:** a energia solar térmica abrange processos de aquecimento de fluidos, como água, ar e fluidos térmicos, em diferentes níveis de temperatura. Estão consolidadas no país as aplicações referentes ao aquecimento de água para fins sanitários, mas ainda é necessário o desenvolvimento de novas aplicações, modelagem matemática e validação experimental de equipamentos e sistemas termossolares.

**Produção e Armazenamento de Hidrogênio:** considerando o aumento das preocupações ambientais devido aos impactos provocados por toda a cadeia de extração, processamento, transporte, armazenamento e uso dos combustíveis fósseis — que dominam a grande maioria das matrizes energéticas dos países —, a tecnologia do hidrogênio aparece como um importante complemento, na forma de um vetor energético, para o armazenamento e transporte de grandes quantidades de energia elétrica produzida por fontes renováveis.

A energia e os desafios que envolvem o seu consumo se tornaram significativos em âmbito global, não sendo mais possível se manter alheio aos efeitos da exploração predatória e descontrolada. O nosso objetivo no CEES é discutir e propor novas soluções que levem ao desenvolvimento econômico sustentável.

*Prof. Dr. Francisco Paletta*  
*Diretor da Faculdade de Engenharia*



# INTRODUÇÃO

Energias renováveis representam hoje apenas 13% do consumo mundial de energia; combustíveis fósseis 80% e energia nuclear 7%. Carvão, petróleo e gás foram a base energética do desenvolvimento tecnológico do século XX, mas criaram os problemas com os quais nos defrontamos hoje: exaustão das reservas, problemas geopolíticos e poluição. Energias renováveis não criam esses problemas e estão crescendo, no seu conjunto, mais rapidamente do que o consumo de combustíveis fósseis: elas são a energia do futuro.

Por essa razão, é importante que os estudantes de engenharia de hoje se familiarizem com o uso e o potencial das energias renováveis. Em meados do século 21 elas dominarão o cenário energético mundial.

A 1ª Conferência de Energias Renováveis para o Ensino de Engenheiros na FAAP (27 e 28 de outubro de 2009) foi organizado com essa finalidade. Nela, foram discutidos os temas biomassa, energia fotovoltaica, pequenas centrais hidroelétricas, energia eólica, energia solar térmica e uso energético de hidrogênio pelos melhores especialistas brasileiros no assunto.

Esta publicação contém as apresentações de todos os participantes para benefícios dos que não puderam participar da Conferência.

*Prof. José Goldemberg*  
*Coordenador*



# SUMÁRIO

1 FRANCISCO PALETTA	
A engenharia no mundo contemporâneo – novos desafios, novos papéis, nova formação .....	15
2 SUANI COELHO	
Biomassa como fonte de energia .....	23
3 ROBERTO ZILES E RICARDO BENEDITO	
Panorama das aplicações da energia solar fotovoltaica .....	33
4 GERALDO LÚCIO, REGINA MAMBELLI E CAMILA GALHARDO	
Panorama sobre a aplicação das pequenas centrais hidrelétricas na matriz energética nacional.....	43
5 JOÃO TAVARES PINHO	
Breve panorama da energia eólica.....	71
6 ELIZABETH PEREIRA	
Panorama das aplicações da energia solar térmica.....	83
7 ENNIO PERES DA SILVA	
Perspectivas para o uso energético do hidrogênio .....	99



# A ENGENHARIA NO MUNDO CONTEMPORÂNEO

NOVOS DESAFIOS, NOVOS PAPÉIS, NOVA FORMAÇÃO

## A Engenharia, o Empreendedorismo Tecnológico e o Desenvolvimento Sustentável

Nos últimos 20 anos, países de industrialização recente, como Cingapura, China e Coreia do Sul, revolucionaram suas economias. Antes atrasadas tecnologicamente, pobres e voltadas fundamentalmente para a produção de alimentos, essas economias tornaram-se modernas e espantosamente dinâmicas. Por mais que tenham seguido trilhas particulares, não foram diferentes, nos casos citados, o estímulo e difusão da cultura de valorização da engenharia e da inovação tecnológica — condição indispensável para disputar eficazmente as melhores posições nos desafiadores mercados globais.

Para enfrentarmos a competitividade internacional, precisamos redimensionar o valor estratégico da ciência e compreender que ainda há um imenso trabalho a realizar para nos aproximarmos dos países que lideram a corrida.

Podemos estabelecer uma conexão entre a engenharia e o crescimento da economia? Fortes evidências indicam que sim.

---

<sup>1</sup>Diretor da Faculdade de Engenharia e da Faculdade de Computação e Informática da FAAP – Fundação Armando Alvares Penteado. Doutor em Ciências pela Universidade de São Paulo – USP; Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN. Mestre em Engenharia de Produção, MBA em Marketing, Pós-Graduação em Engenharia de Materiais, Pós-Graduação em Estratégia e Geopolítica, especialização em Automação Industrial pelo Automation College, Phoenix Arizona. Engenheiro Eletrônico pela Faculdade de Engenharia Industrial.



As questões macroconjunturais apresentadas para o Brasil são essenciais e envolvem muitas áreas de atuação. Dentre elas, uma que interessa sobretudo, trata da modernização da engenharia. Não basta mais garantir a boa formação técnica dos alunos, é preciso desenvolver novas habilidades exigidas pelo mercado de trabalho global.

Nesse contexto de mudanças cada vez mais dinâmicas, os conhecimentos tornam-se obsoletos rapidamente. No caso da engenharia, vanguarda em relação a muitos campos do saber científico-tecnológico, estima-se que metade do que se aprende na universidade estará superado após cinco anos. É preciso, então, pensar em uma qualificação holística, valorizando habilidades de gestão, comunicação liderança, metodológicas, culturais, multidisciplinares e sistêmicas — todas destacadas na economia do conhecimento.

Para bem pensar hoje o ofício da educação, é preciso compreender e valorizar a complexidade do mundo contemporâneo. Esse é o grande dom que a vida trouxe ao nosso planeta. Evidentemente é possível estabelecer uma correspondência entre a complexidade do sistema nervoso humano e a complexidade do conhecimento humano. Assim como o mundo à nossa volta, os neurônios são extremamente complexos: numerosos, múltiplos e se acoplam de diversas maneiras distintas, criando uma teia de imensa diversidade.

Além de uma competência técnica específica — no caso da engenharia absolutamente indispensável, a maioria das novas, ou renovadas, profissões exigirá a prática de inúmeras capacidades culturais. Educar o engenheiro para o século XXI a fim de que o Brasil se destaque no cenário mundial é equilibrar o binômio especialista – em sua dimensão técnica - versus generalista – de caráter multidisciplinar.

### Alta Performance: a base para a construção do futuro

Num mundo em que alcançar metas na sua plenitude dá a medida da sobrevivência de uma organização, manter-se orientado para o mercado cada vez mais globalizado, a despeito de todas as dificuldades conjunturais e estruturais, não é tarefa fácil. É preciso ter o futuro sempre como foco. A Faculdade de Engenharia da FAAP dedica-se a construir um projeto educacional inovador preparando o jovem engenheiro para aceitar o desafio de explorar o caminho da inovação e do crescimento sustentado. As organizações com melhor desempenho são aquelas capazes de identificar oportunidades, tirar partido das mudanças, transformar ideias em realidade e obter os resultados que as colocam sempre à frente da concorrência, à frente de seu tempo.

Tendo em mente a importância vital do papel do engenheiro para o bem estar e progresso da sociedade e que a Engenharia é a ponte entre a ciência e a sociedade, os cursos de Engenharia da FAAP estão alicerçados em três pilares: sólida formação acadêmica, empreendedorismo de base tecnológica e engenharia para o desenvolvimento sustentável.

Como questão fundamental, os cursos de Engenharia Civil, Elétrica, Mecânica, Química e de Produção da FAAP, aplicam em suas aulas e em seus projetos os princípios de desenvolvimento sustentável, olhando além do futuro imediato, com inovação e criatividade procurando sempre soluções equilibradas entre as necessidades da sociedade e os efeitos sobre o meio ambiente.

A Engenharia Civil, além de capacitar os alunos nas tecnologias correntes e nas tecnologias inovadoras mais avançadas de construção civil, volta-se para os efeitos de seu trabalho sobre o meio ambiente. A Engenharia Química capacita os futuros engenheiros nos desafios da matriz energética global, meio ambiente e sustentabilidade. A Engenharia Mecânica está direcionada para a indústria de transformação, a inovação nos processos de fabricação e design. A Engenharia Elétrica capacita nas tradicionais áreas de eletricidade e eletrônica como também em computação, automação e controle, robótica e inteligência artificial. A Engenharia de Produção tem foco nas modernas técnicas de gestão de processos produtivos.

Independentemente do curso, os alunos de Engenharia da FAAP são preparados para identificar, avaliar e iniciar novos empreendimentos de base tecnológica. O projeto Engenheiro Empreendedor estimula-os a desenvolver projetos inovadores utilizando modernas técnicas, específicas em sua área de atuação, além de impulsioná-lo na utilização de contabilidade, finanças, marketing, recursos humanos, operações, planejamento, administração estratégica, ética e responsabilidade ambiental.

Ciência, Engenharia e Tecnologia estão fortemente interligadas. Precisamos é ter uma melhor compreensão de como a engenharia converte os novos conhecimentos da ciência em tecnologia à serviço da modernidade. A engenharia projeta novos softwares e hardwares para computadores, desenvolve sistemas de comunicação e informação, automatiza processos, cria edifícios inteligentes e sustentáveis, cria moléculas no setor farmacêutico, implementa novas técnicas na bioengenharia, descobre alternativas energéticas, desenvolve processos para os mais variados segmentos da indústria como Petróleo e Gás, Mineração, Transporte, Serviços, Papel e Celulose, Máquinas Indus-

triais, Agronegócio, Pesca, Mineração, Têxtil, Bebidas, Alimentos, Manufatura, Telecomunicações, Petroquímica, Siderurgia e Metalurgia, Eletroeletrônico, entre outros, impulsionando o crescimento sustentável.

Estudos realizados na Inglaterra pela Academia Real de Engenharia estimam que 50% do Produto Interno Bruto - PIB, do Reino Unido dependem da engenharia. Ao fazermos uma estimativa similar para o Brasil podemos concluir que cerca de R\$ 1 trilhão do nosso PIB depende da engenharia.

## A Era da Mobilidade

Num mundo sem barreiras à produção do conhecimento, “mobilidade” passou a ser um conceito-chave para todo profissional e para as empresas que competem num mercado cada vez mais globalizado. Mobilidade deve ser entendida não apenas no seu aspecto físico – até porque, num mundo integrado pela tecnologia da informação e da comunicação, a mobilidade está se tornando cada vez mais “virtual” -, mas principalmente no sentido de flexibilidade, de adaptabilidade, de interatividade.

A mobilidade é o conjunto de atributos que permite a um profissional aproveitar novas oportunidades, seja em países estrangeiros ou no próprio local de origem. A mobilidade exige competências que vão além da formação acadêmica tradicional, e a garantia oferecida por padrões internacionais de certificação e acreditação dos diplomas de nível superior.

Esta é uma tendência irreversível que decorre de novas formas de organização da produção em escala planetária, de que são exemplos o outsourcing, ou terceirização dentro das fronteiras nacionais; o offshoring, ou terceirização internacional; e a formação de cadeias de suprimento, e de informações e conhecimento. A mobilidade impõe-se pela necessidade de garantir a competitividade dos blocos econômicos regionais, bem como o desenvolvimento local, em resposta aos esforços da competitividade global.

Para alcançar essa mobilidade, o engenheiro necessita aliar o conhecimento técnico e científico tradicional – elementos básicos da matemática, ciências naturais e tecnologia – a outras habilidades que o qualificam a assumir responsabilidades no novo ambiente empresarial.

O desenvolvimento das engenharias seguiu o curso do processo de industrialização. Num primeiro estágio, a competência exigida do engenheiro era eminentemente técnica. Em um segundo momento, à medida que a indústria se diversificava e se sofisticava, passou a ser requerida a

qualificação científica. Já na terceira etapa, adicionaram-se as competências gerenciais.

A direção seguida no processo foi a da especialização crescente. Avançou-se, então, para um quarto estágio, ao qual se chegou optando pela direção inversa – indo-se da especialização para a formação holística.

A formação holística, como uma exigência da mobilidade, está relacionada à flexibilidade mental e, portanto, à inovação. A relação entre conhecimento holístico, mercados globalizados, economia do conhecimento e desenvolvimento sustentável é intrínseca.

Para um engenheiro, ter formação holística significa agregar às competências técnicas básicas novos conhecimentos e habilidades. Esse profissional deverá conviver em comunidades e culturas diversificadas, que vivem e resolvem questões e problemas do cotidiano a partir de um olhar peculiar e característico. O engenheiro deve ter capacidade de comunicação e saber trabalhar em equipes multidisciplinares. Ter consciência das implicações sociais, ecológicas e éticas envolvidas nos projetos de engenharia, falar mais de um idioma e estar disposto a trabalhar em qualquer parte do mundo.

Uma compilação de estudos recentes resume o tipo de competências e habilidades requeridas hoje de um engenheiro:

- aplicação de conhecimentos de Matemática, Ciência e Física;
- concepção e realização de experimentos;
- atuação em equipes multidisciplinares
- identificação, formulação e solução de problemas de engenharia;
- senso de responsabilidade ética e profissional;
- reconhecimento da necessidade de treinamento continuado;
- utilização de técnicas e ferramentas modernas da prática de engenharia;
- projeto de sistemas, componentes e processos para atender necessidades específicas;
- compreensão do impacto das soluções de engenharia num contexto global e social;

No Brasil, o Ministério da Educação, por meio do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), propôs as seguintes habilidades e competências para os futuros profissionais:

- argumentação e síntese associadas à expressão em língua portuguesa;
- assimilação e aplicação de novos conhecimentos;
- raciocínio espacial lógico e matemático;
- raciocínio crítico, formulação e solução de problemas;
- observação, interpretação e análises de dados e informações;
- utilização do método científico e de conhecimento tecnológico na prática da profissão;
- leitura e interpretação de textos técnicos e científicos;
- pesquisas, obtenção de resultados, análises e elaboração de conclusões;
- proposta de soluções para problemas de engenharia.

A formação de tais habilidades exige que as disciplinas técnicas previstas nas diretrizes curriculares sejam complementadas com conteúdo interdisciplinar, e que a teoria esteja acoplada à solução de problemas. A cooperação entre a universidade e a indústria, nesse caso, é fundamental. A compreensão do contexto histórico em que se desenvolvem as engenharias nos diversos países ajuda a quebrar as barreiras culturais. A educação continuada ou a aprendizagem ao longo da vida é exigência de um mundo em transformação acelerada e da tendência de envelhecimento da população, que leva a uma extensão da vida útil da força de trabalho.

## A Engenharia, o Empreendedorismo Tecnológico e o Desenvolvimento Sustentável

Poucos países no mundo passaram por um ciclo tão intenso e vigoroso de transformações quanto o Brasil nos últimos 40 anos. Em 1967 nascia a Faculdade de Engenharia da Fundação Armando Álvares Penteado, enquanto o país dava os seus primeiros passos rumo a um capitalismo moderno. A análise das últimas quatro décadas mostra que, apesar de todos os seus problemas e limitações atuais, o Brasil tem apresentado grandes conquistas. Essa situação, entretanto, não nos livra da necessidade de aprofundar as transformações já iniciadas a fim de criar um novo – e fundamental – ciclo de desenvolvimento conduzindo o país a uma participação econômica e cultural relevante em termos globais.

No início deste novo milênio, o desenvolvimento do país, tanto do ponto de vista econômico quanto social, depende fortemente da tecnologia,

que deve ser decisiva tanto na questão da inclusão social, quanto no papel da geração de riqueza com base em novos produtos nacionais. A habilidade do Brasil em se transformar de país emergente em desenvolvido depende da distribuição interna de renda e de um posicionamento agressivo no mercado global, como criador e desenvolvedor de produtos de base tecnológica. Nesse sentido, uma das principais ações que devem receber destaque nos próximos anos é o empreendedorismo tecnológico, isto é, a capacidade de oferecer ao mercado novos produtos baseados em tecnologias inovadoras, sempre com o diferencial de preços competitivos. Esse papel desafiador compete principalmente aos engenheiros, que devem ser capazes de produzir conhecimento, utilizando-se de novas técnicas, criatividade e arrojo para oferecer à sociedade global produtos com conteúdo diferenciado e que consigam melhorar a qualidade de vida das pessoas. Essa mentalidade empreendedora, e não puramente comercial, que é característica de países ainda em desenvolvimento ou subdesenvolvidos, levaria o Brasil a ingressar em um mercado liderado pelas principais potências mundiais, que geram riqueza por meio da tecnologia.

É importante percebermos hoje as duas fases da tecnologia, que definem caminhos opostos e complementares da engenharia no Brasil. Em uma primeira fase, encontramos a grande necessidade de se desenvolver produtos que facilitem a vida das pessoas, mas todos eles com tecnologias simples e de baixíssimo custo, a fim de atender as condições de boa parte da população do país, extremamente pobre. Em uma segunda fase, reconhecemos a necessidade de penetração no mercado de produtos de alta tecnologia, e que realmente gerem riqueza a partir de sua segmentação em um mercado mundial crescente. A princípio, com a situação atual do Brasil, a engenharia pode atuar de modo muito importante e imediato no primeiro caminho, sendo que o segundo caminho se restringe a mercados específicos, nos quais os investimentos são mais significativos e onde já se encontram resultados brilhantes, como na exploração de petróleo e na indústria aeronáutica. Esses dois caminhos abrem ao país mercados gigantescos, que podem gerar ganhos social e econômico, cada um a seu modo.

Percebemos a influência que os engenheiros e a engenharia brasileira podem e devem exercer nos rumos do país nos próximos anos, cujo objetivo é atingir o desenvolvimento sustentável da sociedade, dentro de um posicionamento global bem definido. Cabe à academia, em sintonia perfeita e em cooperação tecnológica com o setor industrial e de produção de bens e serviços, contribuir para a formação adequada dos recursos

humanos, oferecendo não só a formação técnica, mas também humanística e global, de modo que os novos engenheiros se tornem vetores do progresso e da sustentabilidade.

Assim “atenta às transformações da nova engenharia para o século XXI, a Faculdade de Engenharia da FAAP tem como objetivo estreitar os laços entre a indústria e a universidade, equacionando as necessidades do mercado ao modelo de educação oferecido pela instituição, além de se integrar às políticas educacionais instituídas pelo governo”, dando a sua contribuição na formação de recursos humanos essenciais para o desenvolvimento econômico sustentável do país.

## Referências

MEC — Ministério da Educação e Cultura.

OCDE — Organization for Economic Cooperation and Development.

Royal Academy of Engineering.

ASCE — American Society of Civil Engineers.