



# DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: O GRANDE COMPROMISSO DA ENGENHARIA

## EQUIPE DO PROJETO

### **Presidente do Instituto de Engenharia**

Eduardo Lafraia

### **Coordenador**

Marcelo Cardinale Branco

### **Membros**

Alfred Szwarc, Amir Hernández Musleh, Caio G. Whitaker, Eduardo Murgel, Fabio C. Branco, Gabriel Murgel Branco, Henrique Dias de Faria, Ivan Whately, Jerônimo Cabral, José Manoel de Oliveira Reis e Miriana Pereira Marques

### **Colaboração**

Eduardo Jorge Martins Alves Sobrinho, Fábio Feldman, George Paulus e Marussia Whately

### **Edição**

Marisa Folgato

### **Direção de arte**

Marcio Penna

### **Instituto de Engenharia**

Av. Dr. Dante Pazzanese, 120

Vila Mariana, São Paulo – SP, 04012-180

Telefone: (11) 3466-9200

**WWW.INSTITUTODEENGENHARIA.ORG.BR**

REALIZAÇÃO



Esse projeto é custeado exclusivamente pelas anuidades pagas por engenheiros e não-engenheiros que se associam voluntariamente ao Instituto para contribuir com o futuro do nosso país.

*Apoie você também esta e outras causas defendidas pelo Instituto de Engenharia.*

APOIO



**CREA-SP**



## ○ PAPEL DA ENGENHARIA

É comum ouvir que “...o controle ambiental protege, mas dificulta o desenvolvimento...” e “...a Engenharia desenvolve, mas impacta...”. A sustentabilidade é a forma moderna de vencer o desafio de fazer com que a Engenharia e o meio ambiente caminhem juntos, uma vez que ambos são voltados aos interesses humanos.

A Engenharia deve ser vista como a aplicação da ciência para a utilização de materiais e recursos em benefício do ser humano. Ou seja, assim como o cuidado com o meio ambiente, o foco dessa ciência deve ser o aumento da qualidade de vida da espécie humana e sua perpetuação na Terra.

Uma obra de Engenharia nada mais será do que uma soma de materiais, esforços e recursos, se não tiver uma função social, não se prestar a trazer algum benefício ao ser humano e à sociedade, garantindo a qualidade ambiental nos diversos níveis, seja ele local, regional e até global.

O desafio da Engenharia será a arte de desenvolver e implantar tecnologias, processos e projetos que promovam a melhoria da qualidade de vida no planeta, ao mesmo tempo que atendam às demandas da sociedade por bens, produtos diversos, energia, transporte, conforto etc., sem exaurir a sua capacidade de reposição dos recursos naturais, com vistas à perpetuação da vida na Terra, em particular da nossa espécie.





## MENSAGEM DO PRESIDENTE

O Instituto de Engenharia quer, com a criação do grupo de trabalho *Desenvolvimento Sustentável: O Grande Compromisso da Engenharia*, despertar a atenção para essa questão de extrema importância. Pretende, inclusive, contribuir para a atualização e o aprimoramento da legislação ambiental, de forma a garantir a análise técnica dos projetos, a preservação do ambiente e a necessária proteção dos agentes públicos responsáveis pela análise e aprovação de projetos à luz do interesse público.

Procurando traduzir essa preocupação com o desenvolvimento sustentável, tomo a liberdade de extrair do livro *Meio Ambiente Uma Questão de Moral* alguns conceitos propostos pelo professor Samuel Murgel Branco, um dos mais conceituados ambientalistas brasileiros. Na obra, ele explica, por exemplo, que o conceito de moral é essencialmente ligado às sociedades humanas, de modo que não é possível conceber uma sociedade onde os princípios básicos de moralidade não sejam respeitados voluntária ou compulsoriamente, tais como não matar, não roubar, enfim, não atentar contra a própria estrutura da sociedade ou seus membros.

O professor considerava que, em contrapartida, a natureza não é orientada ou dirigida por razões morais, mas as sociedades humanas desenvolveram-se a um ponto em que se torna necessário – e urgente – que os conceitos morais também sejam estendidos às relações entre o ser humano e a natureza.

Segundo Samuel Murgel Branco, na natureza, pode-se verificar que um vegetal ou um animal vive bem desde

que satisfeitas as suas necessidades e condições de alimentação, respiração, proteção e reprodução. O professor ressalta, no livro, que o ser humano, porém, além das exigências biológicas, requer o atendimento de várias outras condições de conforto físico e mental que lhe são facultadas pela indústria, transporte, locomoção, comunicação, lazer, cultura, enfim, todas elas consumidoras de energia e recursos naturais.

Ele argumenta que a existência do homem social – do homem político, no dizer de Aristóteles – está na estrita dependência da satisfação dessas condições e, por isso, controlar o uso dos recursos naturais será, antes de tudo, controlar o desenvolvimento humano. Usar o recurso natural sem extingui-lo será o propósito de um desenvolvimento sustentável. É neste aspecto que a Engenharia, aliando o desenvolvimento à proteção do meio ambiente, gera o conceito de sustentabilidade, conforme Murgel Branco.

É com diretrizes como essas apresentadas pelo professor, entre outras, que os especialistas do Instituto de Engenharia trabalham na proposta *Desenvolvimento Sustentável: O Grande Compromisso da Engenharia*. Esta é uma das muitas ações que o Instituto vem recomendando para um plano maior de desenvolvimento do País, um **Projeto Brasil**. O estudo também está aberto a contribuições da sociedade em sua concepção.

EDUARDO LAFRAIA  
PRESIDENTE DO INSTITUTO DE ENGENHARIA

# PILARES DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

1

ECONÔMICO

2

SOCIAL

3

AMBIENTAL

“DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL É AQUELE CAPAZ  
DE ATENDER ÀS NECESSIDADES DO PRESENTE SEM  
COMPROMETER A CAPACIDADE DAS FUTURAS  
GERAÇÕES EM SANAR SUAS NECESSIDADES”

**RELATÓRIO BRUNDTLAND**, ELABORADO PELA ONU

---

## OS DESAFIOS DA ENGENHARIA E DA ATENÇÃO AO AMBIENTE

---

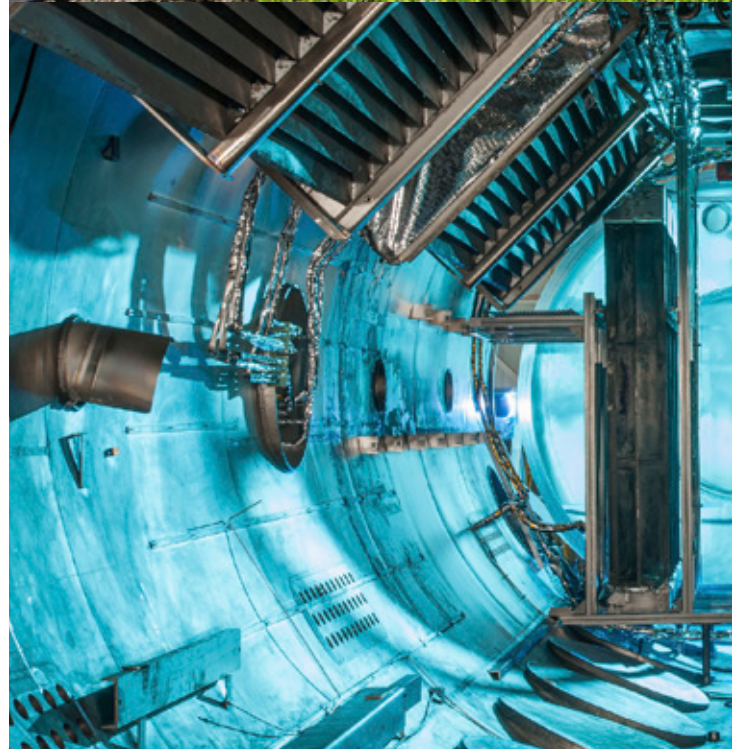
O cuidado com o meio ambiente é um desafio a ser abraçado por todos os setores produtivos da sociedade. Mas é impossível conceber a ideia de proteção ambiental sem considerar absoluta a prioridade à sobrevivência humana e à perpetuação do ser humano no planeta.

Por esse enfoque, Engenharia e atenção ao meio ambiente são atividades intimamente relacionadas: enquanto a primeira utiliza-se de recursos naturais para promover o aumento da qualidade de vida do ser humano, a segunda busca a preservação desses mesmos recursos naturais com vistas a permitir a perpetuação desses recursos e da própria vida humana.

Em última análise, ambos pretendem proteger o ser humano e sua qualidade de vida na Terra de forma sustentável e permanente. Disso decorre também a necessidade de preservação da fauna, flora, águas, ar e solo, muitas vezes priorizada em relação ao homem, na visão exagerada de alguns.

Por outro lado, a corrida pelo desenvolvimento desenfreado e sem planejamento, acaba por levar justamente à perda da qualidade de vida almejada, ao gerar poluição atmosférica, ruído, contaminação do solo, rios, mares e outros impactos ambientais que afetam profundamente a sociedade. A luta pela sustentabilidade no planeta tem um enorme desafio no século 21: o enfrentamento da mudança climática global, que exigirá muita Engenharia, tanto na melhoria das infraestruturas quanto das ações de controle ambiental, ainda imprevisíveis

Todos os setores da nossa economia dependem, com maior ou menor profundidade, da Engenharia. E a sustentabilidade, a defesa do ambiente deve, obrigatoriamente, permear todas as atividades humanas e sociais, de forma transversal.





# PROPOSTA DO INSTITUTO DE ENGENHARIA



A partir dessas definições, o Instituto de Engenharia criou um grupo de trabalho com o objetivo de discutir conceitos e formular um documento que traduza os desafios da Engenharia frente ao necessário cuidado com o meio ambiente, demonstrando que essas duas atividades são intimamente associadas e complementares, ambas necessárias ao desenvolvimento do País, melhoria da qualidade de vida e permanência no planeta sob os conceitos da sustentabilidade.

Partindo da definição de meio ambiente elaborada por José de Ávila Coimbra como sendo “o conjunto de elementos físico-químicos, ecossistemas naturais e sociais em que se insere o homem, individual e socialmente, em um processo de interação que atenda ao desenvolvimento das atividades humanas, à preservação dos recursos naturais e das características essenciais do entorno, dentro de padrões de qualidade definidos”, vemos claramente que a atenção ao meio ambiente pressupõe também a defesa do desenvolvimento da atividade humana, interagindo de forma harmônica. O desafio da Engenharia é a criação e utilização de boas práticas em projetos que atendam nossas necessidades com o uso responsável e menos perdulário dos recursos naturais.

O Instituto de Engenharia mantém sua tradição e abre suas portas a essa discussão, fundamental ao desenvolvimento sustentável de nosso País.

## PROGRAMAS PRIORITÁRIOS – “BANDEIRAS”

---

Esses são os temas principais que devem nortear os trabalhos de pesquisa, elaboração de estudos e sugestões de ações concretas ao desenvolvimento sustentável



---

## DESENVOLVIMENTO E INFRAESTRUTURA NACIONAL

---

O foco principal desse esforço é contribuir com o desenvolvimento nacional sustentável. O Brasil tem, atualmente, uma enorme necessidade de obras de infraestrutura que permitam o crescimento nacional. É necessário ampliar e modernizar os sistemas portuário, aeroportuário,

ferroviário, hidroviário e rodoviário, além dos sistemas de armazenagem de produtos agrícolas, de modo a torná-los mais eficientes. Entretanto, estas obras não podem ser feitas a qualquer custo, sobrecarregando ou delegando para segundo plano o equilíbrio do meio ambiente.



## QUALIDADE DO AR – CONTROLE DE EMISSÕES

Todos os motores a combustão geram, em maior ou menor quantidade, poluentes de diversos tipos e os veículos são, de longe, as máquinas mais utilizadas no mundo moderno, principalmente no meio urbano. Os poluentes emitidos pelos veículos podem ser subdivididos em dois tipos básicos: poluentes globais e poluentes locais. Entre os globais, destaca-se a emissão de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) de origem fóssil, que, quando lançado na atmosfera, provoca um desequilíbrio que leva à intensificação do efeito estufa. Para minimizar o impacto, é preciso aumentar a eficiência energética dos veículos, com uso de menos combustível para produzir o mesmo trabalho ou substituição do combustível fóssil (gasolina diesel ou GNV) por um renovável, como o etanol ou o biogás. A energia elétrica também vem ganhando espaço. Em relação aos poluentes locais, os principais são os óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e o material particulado (MP), liberados predominantemente pelos veículos a diesel e os compostos orgânicos voláteis, emitidos pelos motores a gasolina e flex. Neste caso, há basicamente duas estratégias de controle: redução das emissões dos veículos novos e a fiscalização do estado de manutenção dos usados. Outra vertente importante para o equacionamento da

poluição veicular nos centros urbanos é a substituição de veículos pequenos por sistemas de transporte de média e alta capacidade com vistas ao aumento da fluidez do tráfego e da eficiência operacional, com as consequentes reduções do consumo de energia e combustíveis, bem como de emissões.

# 7 MILHÕES

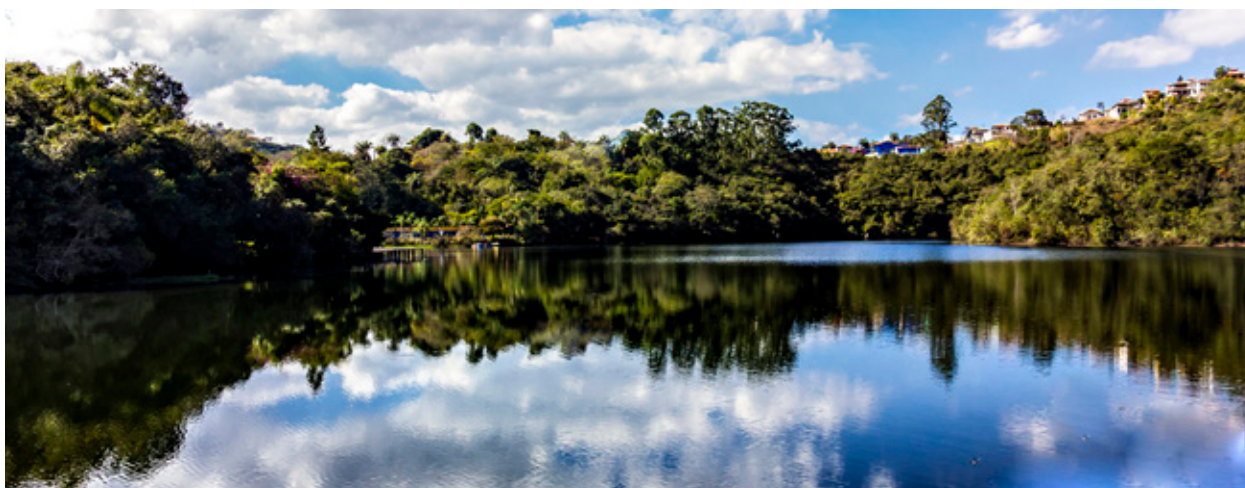
DE PESSOAS MORREM  
ANUALMENTE POR CAUSA DA  
POLUIÇÃO DO AR, INCLUINDO  
AQUI AQUELES QUE SOFREM  
COM A CONTAMINAÇÃO EM  
AMBIENTES DOMÉSTICOS  
INSALUBRES

FONTE: ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE

## POLUIÇÃO SONORA

O excesso de ruído produzido pelas atividades humanas nas cidades traz graves prejuízos à saúde, sendo necessariamente objeto de estudo e controle. Embora seja causa importante de queda na qualidade de vida e saúde geral da população urbana, o controle de ruído e o planejamento do desenvolvimento urbano com este foco é ainda raro e pouco eficiente no Brasil. Há uma demanda de revisões e atualizações da normalização vigente, havendo apenas um dispositivo legal federal (Resolução CONAMA 1/90) que determina as diretrizes de ruído ambiental. No entanto, esta resolução referencia uma norma (NBR-10151)

que não é tecnicamente adequada ao controle de sistemas de transporte (rodovias, ferrovias, aeroportos...) e, em sua última revisão, atualmente em elaboração, restringe a sua aplicabilidade a fontes fixas (indústrias e demais atividades fixas). Portanto, há um vácuo legal e regulamentar no controle de ruído por sistemas de transporte, justamente a principal fonte sonora nas áreas urbanas. Outro ponto importante é que, independentemente da existência de regulamentação de acústica ambiental, é fundamental que haja um intensivo monitoramento e controle das potenciais fontes sonoras.



## RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO BÁSICO, PRESERVAÇÃO DE MANANCIAS E UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS

O abastecimento hídrico nos grandes centros urbanos é, e vem se tornando cada vez mais, uma questão ambiental crítica, da qual a saúde pública – e a sobrevivência – depende diretamente. A incessante busca de mananciais adequados – e a preservação de suas condições indispensáveis de qualidade – deve ser um esforço permanente,

mas, frequentemente, se observa um desperdício inaceitável de água tratada de qualidade, por perdas em vazamentos na rede de distribuição.

Não é possível dizer que os brasileiros tenham uma situação confortável em relação à água. Além do desperdício nas redes de abastecimento, há três grandes geradores de degradação dos recursos hídricos: esgotos e efluentes urbanos; poluição por agrotóxicos e fertilizantes; desmatamento em escala local regional e nacional.

Somente um programa intenso e ousado de reforma geral das redes de distribuição de água apresenta-se como medida adequada a reduzir a atual demanda de água potável, estendendo o prazo para a implantação das demais medidas de aumento da captação, armazenamento e tratamento de água, necessários para a garantia do abastecimento pleno, previsto em nossa Constituição.

O saneamento básico é outra deficiência de extrema importância no Brasil e questão de saúde pública. Em 2016, 48,1% da população brasileira não tinha acesso à coleta de esgoto e apenas 44,9% do esgoto do País era tratado. A evolução entre 2011 e 2016 foi de 7,4 pontos percentuais. Nesse ritmo, tratar os 54,9% do esgoto hoje não tratado levaria 37 anos.

**38,06%**

DA ÁGUA TRATADA É PERDIDA  
EM VAZAMENTOS NO PAÍS

**100 MILHÕES**

DE BRASILEIROS NÃO CONTAM  
COM COLETA DE ESGOTO

**34 MILHÕES**

DE PESSOAS NÃO TÊM  
ACESSO À ÁGUA TRATADA

**FONTE:** MINISTÉRIO DO  
DESENVOLVIMENTO REGIONAL

## ABASTECIMENTO E DESTINAÇÃO ADEQUADA DE RESÍDUOS

Gerar menos resíduos sólidos é um desafio primordial da humanidade. A carência de áreas adequadas para disposição de resíduos sólidos, nas áreas metropolitanas, vem a cada dia se tornando mais crítica, com a saturação dos aterros sanitários existentes e a quase inexistência de áreas para construção de novos. Neste sentido, surgiu recentemente uma nova tecnologia, as Usinas de Recuperação de Energia (URE), que são sistemas de secagem e incineração do lixo, com aproveitamento da biomassa, gerando energia elétrica. O controle de emissão atmosférica das modernas UREs é bastante eficiente, e promove uma recuperação do poder energético normalmente perdido na destinação tradicional de resíduos. Por ocupar áreas muito menores e poderem ser distribuídas em pontos muito próximos aos centros geradores de resíduos, as UREs acabam por minimizar a necessidade de transporte dos resíduos e todas as suas implicações ambientais e econômicas.

**215 MIL**

TONELADAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
SÃO GERADAS TODOS OS DIAS  
NO BRASIL

**196 MIL**

TONELADAS APENAS SÃO COLETADAS

**40,9%**

DA COLETA REGULAR SÃO  
DESCARTADOS DE FORMA  
INADEQUADA

FONTE: ABRELPE



---

## PRODUÇÃO AGRÍCOLA E RESERVAS FLORESTAIS

---

O Brasil tem a segunda maior reserva de florestas do mundo, contando ainda com a maior biodiversidade do planeta. A extensa área florestada do País, particularmente quando se fala nas florestas tropicais, desempenha papéis extremamente importantes tanto em relação ao clima local e global, como aos ecossistemas costeiros, que são alimentados principalmente pela Floresta Ama-

zônica e pela Mata Atlântica. Também é um país onde a produção agrícola tem avançado em produtividade, volume de produção e valores de exportação, gerando alimento, insumos para a indústria e divisas. Os dois fatores (preservação e produção agrícola) não podem ser vistos como antagônicos, na medida em que ambos são de interesse ao desenvolvimento sustentável.





---

## PRODUÇÃO E PROTEÇÃO NOS AMBIENTES MARINHOS COSTEIROS

---

Ambiente extremamente importante ao desenvolvimento sustentável e à extração e produção de alimentos, extração de petróleo e navegação. Os ecossistemas costeiros são extremamente sensíveis às ações humanas, seja pelo equilíbrio delicado entre sua capacidade de produção de alimentos e a velocidade em que são explorados, seja pela poluição direta provocada pelo lançamento de efluentes, principalmente em relação aos resíduos tóxicos, vazamentos de óleo etc. Neste sentido, a relação entre produção e preservação nesse ambiente é importante tema a ser estudado e debatido pelo Instituto de Engenharia.

JOGAMOS NO MAR  
**25 MILHÕES**  
DE TONELADAS DE PLÁSTICO POR ANO.  
80% ORIGINAM-SE NAS CIDADES.

**MAIS DE 32%**  
DE TODO PLÁSTICO DESCARTADO FOGE  
DO SISTEMA DE COLETA, ATINGINDO  
OS ECOSISTEMAS NATURAIS,  
PRINCIPALMENTE OS OCEANOS

FONTE: INSTITUTO DE ENGENHARIA DO FUTURO

## DESENVOLVIMENTO URBANO, ORDENAMENTO TERRITORIAL, RESÍDUOS SÓLIDOS, USO DO ESPAÇO E CIDADES INTELIGENTES

O ambiente urbano será certamente o maior desafio do grupo de trabalho. A concentração de pessoas em grandes aglomerações urbanas é um foco de preocupação e estudos em âmbito mundial. O intuito do Instituto de Engenharia é propor e desenvolver estudos que levem a modelos de cidades sustentáveis e visão de futuro englobando, de forma conectada, questões como implantação sustentável da infraestrutura urbana, mobilidade, habitação, logística e ordenamento territorial



**54%**  
DA POPULAÇÃO MUNDIAL VIVE EM  
CIDADES, CONCENTRADA EM APENAS  
**1% DO PLANETA.**

ATUALMENTE, EXISTEM  
**29 MEGACIDADES**  
(COM MAIS DE 10 MILHÕES  
DE HABITANTES) ONDE  
SE AGLOMERAM

**518 MILHÕES**  
DE PESSOAS

FONTE: INSTITUTO DE ENGENHARIA DO FUTURO

## MUDANÇAS CLIMÁTICAS

O grande obstáculo, para a sustentabilidade no século 21, é a mudança climática global. Entre seus impactos, está o aumento em intensidade e frequência dos eventos climáticos extremos. Estes, por sua vez, têm-se mostrado um importante desafio para vários campos, entre eles a Engenharia: Como construir infraestrutura mais resiliente e capaz de proteger as pessoas das severas tempestades, das enchentes, de temperaturas elevadas, etc.? Como prevenir e

melhorar as condições da agricultura, dos reservatórios e das estruturas existentes para lidar com um “clima imprevisível”?

A Engenharia precisa incorporar novos métodos de controle das emissões e efluentes que agravam as transformações do globo, como também planejar novas infraestruturas e materiais, priorizando a sobrevivência humana no planeta.



---

## POLÍTICAS PÚBLICAS E ORDENAMENTO JURÍDICO

---

As diretrizes do licenciamento ambiental são de extrema importância quando o assunto é o desenvolvimento sustentável. Mas, embora a legislação brasileira do setor seja uma das mais completas do mundo, é tempo de reavaliar a forma de aprovação dos projetos nos órgãos públicos responsáveis pelo meio ambiente.

Um dos pontos importantes que o grupo do Instituto de Engenharia recomenda é a criação de comissões técnicas multidisciplinares, que abordem todos os ângulos do desenvolvimento e da sustentabilidade, como aspectos jurídicos, técnicos e econômicos.

No modelo atual, o servidor público responsável pela aprovação é colocado numa posição de excessivo poder

e, ao mesmo tempo, de grande vulnerabilidade. Como resultado, temos um processo de absoluta ineficácia.

A utilização das comissões técnicas diminuiria a vulnerabilidade do agente público, garantiria tranquilidade nas decisões e reduziria a possibilidade de corrupção.

O Instituto de Engenharia pretende fomentar ampla discussão com governos e com outras entidades, como a Ordem dos Advogados do Brasil (OAB) e o Ministério Público, entre outras instituições, para a formulação de regras mais objetivas para a definição de políticas públicas de forma mais ágil, ao mesmo tempo que agrega qualidade aos licenciamentos ambientais.

O INSTITUTO DE ENGENHARIA QUER AJUDAR A SOCIEDADE BRASILEIRA A CRIAR UM **PROJETO BRASIL**, E A PROPOSTA DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: O GRANDE COMPROMISSO DA ENGENHARIA É MAIS UM PASSO DESSA CAMINHADA INDISPENSÁVEL. OUTROS PROJETOS VIRÃO.



### Instituto de Engenharia

Av. Dr. Dante Pazzanese, 120 – Vila Mariana,  
São Paulo – SP, 04012-180 | Telefone: (11) 3466-9200  
[www.institutodeengenharia.org.br](http://www.institutodeengenharia.org.br)



## VISÃO DE FUTURO

*Com mais de um século de existência, o Instituto de Engenharia tem em seu DNA o compromisso de promover a valorização da Engenharia e o avanço científico e tecnológico do País, por meio da troca de informações e o desenvolvimento da qualidade e da credibilidade dos profissionais. Visionário e sempre de olho no amanhã, concentra esforços para montar o projeto Instituto de Engenharia do Futuro, que tem como objetivos promover o trabalho e o estudo derivados do crescimento populacional exponencial e relacionados às demandas por reservas e o limite dos recursos disponíveis no planeta, face aos possíveis esgotamentos ou situações de estresse e conflitos decorrentes desse crescimento. Para grande parte das soluções a serem construídas, a Engenharia terá papel fundamental e determinante e é nessa demanda que o Instituto de Engenharia do Futuro concentra seus esforços.*