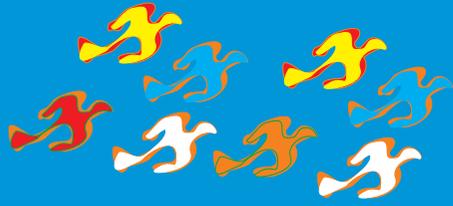


A Engenharia e a
sustentabilidade

ENERGIA
e MUDANÇAS
CLIMÁTICAS



A Engenharia e a *sustentabilidade*

Belo Horizonte, 2018



Energia e mudanças climáticas: a engenharia e a sustentabilidade
/ Organização, Marília Melo e Paulo Roberto Bretas;
Colaboração, Breno Aguiar [*et al*]; Ilustração, Sinésio
Bastos. – Belo Horizonte: Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia de Minas Gerais – CREA-MG, 2018.

48p.: il.; color;

1. Energia. 2. Clima. 3. Engenharia. 4. Sustentabilidade.
5. Meio Ambiente. I. Melo, Marília. II. Bretas, Paulo. III. Título

CDU – 620.92-022.316



A degradação dos recursos naturais causada pelo homem, a desigualdade social e as mudanças climáticas levam a um questionamento sobre como promover um desenvolvimento sustentável. Diante desse cenário, o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais elaborou uma série de cinco cartilhas com o propósito de informar aos futuros profissionais da área tecnológica sobre a importância da contribuição desse setor para a promoção do desenvolvimento sustentável do Brasil e do mundo.

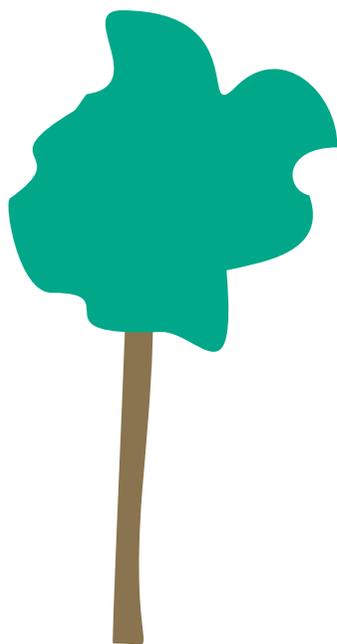
O material produzido baseia-se nos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), pactuados pelos 193 países-membros na 70ª Assembleia Geral das Nações Unidas, realizada em 2015, na cidade do Rio de Janeiro, por ocasião da Cúpula das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20.

O objetivo das cartilhas é o de disseminar conhecimento, estratégias e ferramentas para integrar os ODS ao exercício profissional da engenharia e das profissões das áreas tecnológicas, exercendo assim a sua função técnica e a responsabilidade social para participar da construção de um planeta mais justo, igualitário e pacífico, com a erradicação da pobreza, o crescimento econômico e a sustentabilidade.

Esperamos, assim, dar essa contribuição para a formação de profissionais mais conscientes e capacitados, reforçando o protagonismo da área tecnológica na construção de um planeta sustentável.



Lucio Borges
Presidente do Crea-Minas





Sumário	06
Introdução	09
Mudanças Climáticas, Energia e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável	13
Soluções Sustentáveis, Convergência Tecnológica e Inovação	17
Economia circular	17
Educação	22
Segurança humana e êxodo climático	24
Automóveis híbridos/elétricos	27
Casos de Sucesso/Exemplos	28
Boas Práticas Ambientais	31
Referências Bibliográficas	36
Glossário	39

Engenharia sustentável é a aplicação de soluções tecnológicas que reconheçam a interdependência do desenvolvimento socioeconômico e dos ecossistemas naturais ao longo do espaço e do tempo.

Felipe Santos de Miranda Nunes, biólogo | Feam

A Engenharia, base do desenvolvimento socioeconômico de um país, deve incorporar novas tecnologias em seus projetos, que levem a sustentabilidade ambiental às cidades.

Weber Coutinho, engenheiro civil | PBH

Engenharia sustentável é desenvolver soluções para a melhoria da qualidade de vida das pessoas, envolvendo o exercício de suas atividades, produtividade, eficiência do uso dos recursos naturais, qualidade ambiental, saúde e segurança alimentar, nutricional e hídrica. É colocar a atuação das engenharias de forma sinérgica para a redução da ocorrência de conflitos e para a sua solução, tendo como foco o desenvolvimento sustentável.

Ana Paula Bicalho de Mello, engenheira ambiental | Faemg



DESPERTA

O QUE AINDA NÃO

DO SONO

NÃO SE PÔDE PENSAR

DO ETERNO AD ETERNO DE VIR

Fragmento poético da canção «A Ciência em Si» de Gilberto Gil



Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) foram adotados na 70ª Assembleia Geral das Nações Unidas pelos 193 países-membros. Os ODS integram a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que visa alcançar um desenvolvimento social, econômico e ambiental de forma duradora e sustentável. Os objetivos foram formatados a partir do legado dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) e estão balizados nos 5Ps: pessoas, planeta, prosperidade, paz e parceria.

Os ODS são integrados, interligados e indivisíveis e equilibram as dimensões do desenvolvimento sustentável. Pensar numa engenharia sustentável é trabalhar e educar os profissionais para que os compromissos dessas categorias estejam voltados para promoção do desenvolvimento sustentável. O exercício profissional qualificado pode contribuir intensamente para a sustentabilidade e, ao mesmo tempo, demonstrar à sociedade a importância destas profissões no desenvolvimento do país e do mundo.

A motivação para esse trabalho deve-se a centralidade dos engenheiros, das profissões tecnológicas e da tecnologia para a superação dos problemas sociais, econômicos e ambientais do planeta. O avanço da pesquisa e do desenvolvimento nas áreas do saneamento, das energias renováveis, das melhorias na agricultura e saúde tem o potencial de redução da pobreza e da exclusão.

Países em desenvolvimento, como o Brasil, necessitam do engajamento dos profissionais dessa área para a promoção de aumento de produtividade, barateamento de tecnologias e aumento da proteção ao meio ambiente. A sustentabilidade dos negócios e das políticas públicas será o motor de todas as transformações em direção a um mundo melhor, proposto pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Assim sendo, o conceito norteador desta série de cartilhas voltadas para a inserção da engenharia e demais profissões da área tecnológica na construção de uma engenharia sustentável, será representado a partir da seguinte indagação: “como a engenharia e demais profissões da área tecnológica podem contribuir para os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pelas ONU?”.



Torna-se premente a necessidade de organização e mobilização dos profissionais de forma a contribuir para o desenvolvimento sustentável do Brasil e do mundo, exercendo assim a sua função técnica e a responsabilidade social para participar ativamente da promoção do bem-estar da nação com respeito à natureza e às gerações futuras. É preciso despertar para o enorme poder de multiplicação que esses profissionais têm, bem como seu poder de influência e de mudança, no caminho de uma sociedade melhor.

Nesse contexto, a presente cartilha, abordando os temas mudanças climáticas e energia e sua relação com a sustentabilidade, é uma ferramenta para esclarecer sobre diversos problemas que impactam negativamente o ambiente e comprometem o cumprimento dos ODS, e são originários ou potencializados pela negligência dos profissionais das áreas tecnológicas. Já as soluções tecnológicas e casos de sucesso se propõem a despertar a curiosidade e o interesse por tais práticas, motivando os profissionais a adotá-las e assim contribuir, individualmente e coletivamente, com o alcance das metas dos ODS.

A série é complementada por uma cartilha geral – A Engenharia e a Sustentabilidade – e outras três cartilhas temáticas, que tratam especificamente das questões sobre Água, Cidades e Solo e Florestas. A cartilha geral, primeira a ser lançada, trás uma abordagem ampla do papel da engenharia para a consecução do desenvolvimento sustentável, discutindo o papel da categoria profissional do Sistema Confea/Crea e o perfil para o exercício profissional com base nas premissas da sustentabilidade. As cartilhas temáticas desenvolvem os temas transversais nos ODS, na perspectiva do papel da engenharia nos pilares econômico, social e ambiental do desenvolvimento sustentável.

O projeto, que conta com a parceria com a Unesco, está sendo construído em rede com especialistas das diversas áreas da engenharia e demais profissões tecnológicas, como geógrafos, geólogos, agrônomos, meteorologistas e técnicos.

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

11

A fim de materializar metas para o Desenvolvimento Sustentável, as Nações Unidas no encontro realizado na cidade do Rio de Janeiro, Rio+20, propuseram os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) que foram concluídos em 2015, por ocasião da Cúpula das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável.

Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável integram uma agenda mundial composta por 17 objetivos de 169 metas a serem atingidos até 2030.



1 ERRADICAÇÃO DA POBREZA
ERRADICAÇÃO DA POBREZA - Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares.



2 FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL
FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL - Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável.



3 SAÚDE E BEM-ESTAR
SAÚDE E BEM-ESTAR - Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades.



4 EDUCAÇÃO DE QUALIDADE
EDUCAÇÃO DE QUALIDADE - Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos.



5 IGUALDADE DE GÊNERO
IGUALDADE DE GÊNERO - Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas.



6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO
ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO - Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos.



7 ENERGIA LIMPA E ACESSÍVEL
ENERGIA ACESSÍVEL E LIMPA: Assegurar a todos o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia.



8 TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO
TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO - Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos.



9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA
INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA - Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação.



10 REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES
REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES - Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles..



11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS
CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS - Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.



12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS
CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS - Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.



13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA
AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA - Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos.



14 VIDA NA ÁGUA
VIDA NA ÁGUA - Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.



15 VIDA TERRESTRE
VIDA TERRESTRE - Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.



16 PAZ, JUSTIÇA E INSTITUIÇÕES EFICAZES
PAZ, JUSTIÇA E INSTITUIÇÕES EFICAZES - Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis.



17 PARCERIAS E MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO
PARCERIAS E MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO - Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.

MUDANÇAS CLIMÁTICAS, ENERGIA E OS OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



As mudanças climáticas encontram-se no centro dos debates relacionados ao desenvolvimento sustentável e ao gerenciamento de riscos de desastres. Resultado do crescente aumento na concentração de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera, as alterações climáticas e seus impactos representam enormes desafios para as sociedades contemporâneas. Alterações na intensidade de fenômenos meteorológicos e variações nos padrões climáticos regionais têm sido detectados no sistema climático global. Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (na sigla em inglês, IPCC), a probabilidade de que a influência humana seja a principal causa do aquecimento é maior que 95%.

“O aquecimento global é inequívoco e as concentrações de GEE, já em níveis nunca vistos nos últimos 800 mil anos, vão persistir por muitos séculos” (IPCC, 2013).

O padrão geográfico das alterações climatológicas tem potencial para aumentar as desigualdades socioeconômicas porque as áreas mais afetadas são também, muitas vezes as menos desenvolvidas, o que requer medidas de cooperação e outras medidas. As consequências podem ser particularmente críticas devido à maior susceptibilidade de algumas regiões, cujas condições historicamente vulneráveis poderão limitar a capacidade de adaptação às mudanças climáticas e recuperação após desastres naturais.

Estimativas indicam que as concentrações atmosféricas GEE vem aumentando significativamente desde o início da Revolução Industrial, resultando em emissões antropogênicas cumulativas de cerca de 550 bilhões de toneladas de carbono no período de 1750 a 2011. A concentração CO₂ na atmosfera - principal gás responsável pelo aquecimento global - aumentou de aproximadamente 277 partes por milhão (ppm), em 1750, para cerca de 400 ppm em 2015, segundo o relatório *Global Carbon Budget 2016*.



Fonte: ICLEI, 2016; a partir de dados registrados da Nasa/NOAA

Apesar do aumento das emissões de GEE nas últimas décadas, elas apresentaram queda nas taxas de crescimento entre 2012 e 2015. Isto demonstra a capacidade de dissociação das emissões de GEE em relação ao crescimento econômico global, a chamada economia de baixo carbono. Contudo, uma redução muito mais acentuada do uso de combustíveis fósseis é necessária para se mitigar substancialmente as mudanças climáticas e seus impactos. Tecnicamente, essas reduções ainda são viáveis, mas precisam ser amplamente implementadas no curto prazo para que o aumento de temperatura média seja limitado a 2° C acima da temperatura média global pré-industrial. Atualmente o aumento situa-se em 1,1 °C.

Como as emissões de GEE permeiam a geração e uso da energia, produção de alimentos, bens e serviços, transporte, ou seja, a maneira como nos relacionamos com o meio ambiente, a mitigação efetiva não será alcançada se agentes individuais avançarem seus próprios interesses de forma independente. Assim, para a redução efetiva da curva de emissões são necessárias políticas públicas e medidas econômicas para promoção de uma economia de baixa emissão de carbono tanto nas esferas nacionais quanto subnacionais.

Nesse sentido, as mudanças climáticas configuram-se como um problema coletivo em escala global, mas que demanda ações locais coordenadas para sua solução, uma vez que as emissões pontuais de GEE possuem impacto transfronteiriço e se acumulam ao longo do tempo. Por conseguinte, é fundamental o papel da cooperação internacional para mitigar eficazmente o padrão de emissões e endereçar as necessidades de adaptação às alterações em curso, principalmente das regiões mais vulneráveis. Além disso, investimentos e mecanismos de transferência de conhecimento e recursos são essenciais para massificação de tecnologias de aproveitamento de energias renováveis, eficiência energética e gestão de resíduos.

Sem esforços adicionais para reduzir as emissões de GEE além dos existentes atualmente, estima-se que as concentrações de GEE ultrapassem os níveis de risco considerados aceitáveis pela ciência (450 ppm), levando a consequências imprevisíveis e pontos de ruptura no sistema climático global. Os mais avançados modelos computacionais de simulação indicam que sem mitigação adicional, é previsto um aumento da temperatura média global para o final do século de 3,7°C para 4,8°C em relação aos níveis pré-industriais.

Para se ter uma ideia do impacto, estima-se que os eventos de chuva intensa na maioria das regiões do mundo aumentará de 3% a 15% para cada grau Celsius que o planeta aquece. Pesquisadores apontam ainda que cerca de 18% dos extremos diários de precipitação já pode ser explicado pelo aumento de temperatura média observada de 0,85°C. Em um cenário de aumento médio de 2°C, a fração de extremos de precipitação atribuíveis à influência humana poderia aumentar para cerca de 40%. No caso dos extremos de temperatura - dias quentes e ondas de calor -, o impacto é ainda maior, podendo haver correlação de 75% com o aquecimento global antropogênico.

Para fazer frente a estes desafios, foram regulamentados em 2015 três marcos históricos e sinérgicos – o Quadro de Sendai sobre Redução do Risco de

Desastres 2015-2030, aprovado na Terceira Conferência Mundial sobre Redução de Desastres, a Agenda de Desenvolvimento Sustentável de 2030, adotada pela Assembleia Geral das Nações Unidas e o Acordo de Paris, no âmbito da Convenção - Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC). Em um conceito mais amplo, estes acordos representam as estratégias e caminhos escolhidos pela comunidade internacional para promover um mundo mais seguro e resiliente, concretizados por meio de objetivos de curto, médio e longo prazo.

Com relação ao Acordo de Paris, o Brasil foi o primeiro país signatário da Convenção – Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (UNFCCC) e, como país não membro do Anexo I, possui como uma de suas obrigações reportar periodicamente suas emissões de GEE. Em 2010, o Brasil reportou uma emissão de 1,27 bilhões de toneladas de CO₂, sendo a sexta nação com mais emissões no período. Em 2015, o país levou à Conferência das Partes (COP21), a sua NDC (Contribuição Nacionalmente Determinada), cujas metas incluem reduzir 37% das emissões até 2025 e 43% até 2030, com base nas emissões de 2005.

Da mesma forma, vários países já firmaram seus compromissos. Entretanto, o papel de governos locais para o alcance de tais metas é fundamental. É necessário compatibilizar as ações regionais às nacionais, para que essas possam ser reportadas de forma transparente e coerente. É importante destacar que, ao mesmo tempo em que estes marcos internacionais explicitam os desafios para promoção de um desenvolvimento verdadeiramente sustentável nas escalas global, nacional e subnacional, criam janelas de oportunidades para a aplicação da Engenharia sob a ótica do gerenciamento de riscos, desenvolvimento sustentável e mudança do clima. Reforça este quadro o fato de já existirem mais de 1.200 legislações de mitigação às mudanças climáticas em todo o mundo, um aumento de 20 vezes em 20 anos; em 1997 havia cerca de 60 normas.

Nessa perspectiva, investir em infraestruturas mais sustentáveis é fundamental para abordar os três principais desafios que a comunidade internacional enfrenta: combater as mudanças climáticas, cumprir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e reduzir os riscos de desastres. Uma definição abrangente de infraestrutura, neste caso, inclui tanto os tipos tradicionais, a chamada infraestrutura cinza (sistemas de transporte de massa, drenagem urbana, edificações), como a infraestrutura natural ou verde (paisagens florestais, áreas verdes, zonas de proteção ambiental).

Apesar dos sinais positivos de adoção de políticas públicas e técnicas de engenharia mais sustentáveis, se considerarmos as tendências passadas e futuras de elevação na concentração de GEE, a inércia dos sistemas socioeconômicos e biofísicos, e os relevantes impactos nos ecossistemas, populações e na economia como um todo, medidas de adaptação às mudanças climáticas são prementes para gestão dos riscos, mesmo se rigorosos esforços de mitigação (redução de emissões) forem realizados. Principalmente porque os custos da inação, ou seja, os prejuízos econômicos advindos das mudanças climáticas, são maiores que os custos das intervenções necessárias para mitigação e adaptação, que são duas abordagens diferentes e complementares para a gestão do risco climático.

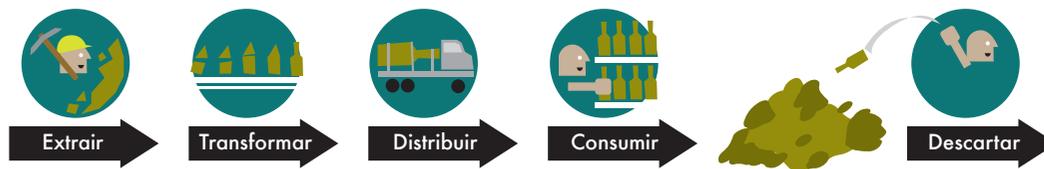


SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS. CONVERGÊNCIA TECNOLÓGICA E INOVAÇÃO

Economia Circular

O modelo econômico hoje está, parcialmente, ancorado em uma abordagem linear que consiste em extrair, transformar e descartar.

Sistema linear



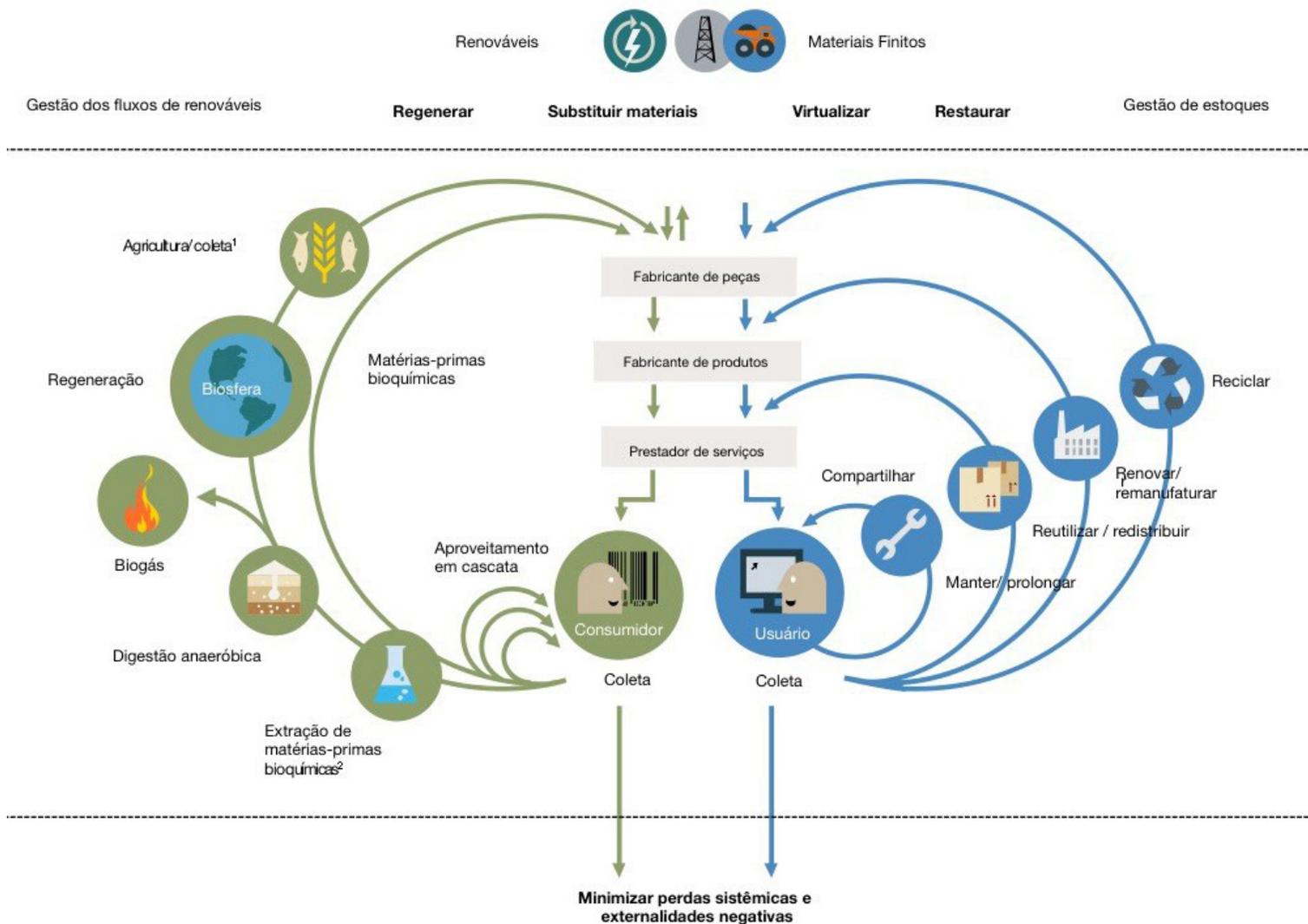
Fatores como riscos de preços, degradação dos sistemas naturais, tendências regulatórias e avanços tecnológicos, orientam e pressionam à adoção de um modelo de desenvolvimento mais lógico, surgindo o conceito de Economia Circular:

Uma economia circular é restaurativa e regenerativa por princípio. Seu objetivo é manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor o tempo todo, distinguindo entre ciclos técnicos e biológicos. Esse novo modelo econômico busca, em última instância, dissociar o desenvolvimento econômico global do consumo de recursos finitos. A economia circular responde a desafios relacionados a recursos para empresas e países e poderia gerar crescimento, criar empregos e reduzir os impactos ambientais, incluindo as emissões de carbono. Ao passo que cresce a demanda por um novo modelo econômico, baseado em pensamento sistêmico, um alinhamento favorável, sem precedentes, entre fatores tecnológicos e sociais, no momento atual, pode facilitar a transição para a economia circular.

(Ellen MacArthur Foundation)

A Economia Circular se fundamenta no conceito *Cradle to Cradle* (Berço ao Berço), imprimindo uma lógica circular ao possibilitar ciclos múltiplos de um produto ou serviço como, por exemplo, quando materiais retornam ao seu ciclo produtivo, não sendo mais descartados.

Definições da Economia Circular



Princípio 1

Preservar e aprimorar o capital natural controlando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis

Princípio 2

Otimizar o rendimento de recursos fazendo circular produtos, componentes e materiais em uso no mais alto nível de utilidade o tempo todo, tendo no ciclo técnico quanto no biológico.

Princípio 3

Estimular a efetividade do sistema revelando e excluindo as externalidades negativas desde o princípio.

Fonte - Ellen MacArthur Foundation

*1 Caça e pesca

*2 pode aproveitar tanto resíduos pós-colheita como pós-consumo insumo

A abordagem integrada, de forma sistêmica, vários requisitos associados à gestão ambiental focados na melhoria do fluxo de materiais e energia. Por princípio, qualquer atividade, desde o projeto ou organização, deve ser estruturada com a noção de que faz parte de um sistema complexo e em sinergia. Nesse contexto, ações voltadas para regenerar, compartilhar, otimizar, ciclar, virtualizar e trocar, são fundamentais para abordagem de um modelo circular. Aqueles aspectos mais críticos como desperdícios e utilização de materiais tóxicos devem ser intencionalmente excluídos. Já aqueles não biológicos, como polímeros e ligas metálicas, devem ser projetados para sua recuperação e renovação com baixo emprego de energia. Também se prioriza fontes de energia renováveis visando a reduzir a dependência de recursos finitos.

Estrutura Resolve

Regenerar	<ul style="list-style-type: none"> • Mudar para energia e materiais renováveis. • Recuperar, reter e restaurar a saúde dos ecossistemas. • Devolver recursos biológicos recuperados à biosfera.
Compartilhar	<ul style="list-style-type: none"> • Compartilhar ativos (ex.: automóveis, salas, eletrodomésticos). • Reutilizar/usar produtos de segunda mão. • Prolongar a vida dos produtos por meio de manutenção; projetar visando à durabilidade, possibilidade de atualização etc.
Otimizar	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar o desempenho/eficiência do produto • Remover resíduos na produção e na cadeia de suprimentos • Alavancar <i>big data</i>, automação, sensoriamento remoto.
Ciclar	<ul style="list-style-type: none"> • Remanufaturar produtos ou componentes. • Reciclar materiais. • Usar digestão anaeróbia. • Extrair substâncias bioquímicas dos resíduos orgânicos.
Virtualizar	<ul style="list-style-type: none"> • Desmaterializar diretamente (ex.: livros, CDs, DVDs). • Desmaterializar indiretamente (ex.: compras on-line).
Trocar	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir materiais não renováveis antigos por outros mais avançados. • Aplicar novas tecnologias (ex.: impressão 3D). • Optar por novos produtos/serviços (ex.: transporte multimodal).



NÃO IMPORTA QUE DOA:
É TEMPO
DE AVANÇAR DE MÃO DADA
COM QUEM VAI
NO MESMO RUMO,
MESMO QUE LONGE
AINDA ESTEJA
DE APRENDER A CONJUGAR
O VERBO AMAR.
Fragmento do poema «Aos que Virão» - Thiago de Mello

À medida que o modelo de economia circular promove o funcionamento de forma otimizada e integrada, muitas oportunidades de mitigação de emissões de GEE se desdobram no campo prático, tornando os sistemas produtivos aptos a produzir mais com menos.

Dentro desse conceito, aplica-se a simbiose industrial, que avalia as sinergias entre empresas de uma determinada região. Através de uma avaliação de demandas e ofertas dentro de um sistema produtivo, valorizam-se recursos subutilizados como expertise, energia, resíduos e logística. Essa lógica permite troca entre as empresas, valorizando recursos ociosos e subprodutos que em um cenário diferente são tratados como perdas. Com isso, evita-se a extração de recursos naturais para produção de novos materiais, gera-se economia energética, além de se proporcionar soluções únicas e coletivas para o setor industrial. Também há ganhos econômicos com a criação de novas áreas e oportunidades de negócios, além de promover ganhos ambientais como a diminuição das emissões de CO₂.

Na Europa, a cidade dinamarquesa de Kalundborg é considerada um grande exemplo de simbiose industrial. Seu parque industrial está baseado na conectividade entre ofertas e demandas dos seus integrantes, compartilhando recursos diversos. Como exemplo dessa interação vale destaque à farmacêutica Novo Nordisk ao comprar o vapor excedente liberado pela termelétrica da cidade.

A economia circular também pode ser aplicada em cidades e design de serviços. As abordagens disruptivas, no eixo da mobilidade urbana, reforçam iniciativas como a utilização de bicicletas e carros compartilhados, transporte sob demanda (como Uber e Lyft), entre outros, dando às cidades ferramentas para reduzir suas emissões de GEE. Um ambiente construído baseado na abordagem da economia circular será feito usando técnicas eficientes e sustentáveis no campo construtivo empregando princípios do compartilhamento, flexibilidade e habitação.



Fundação Ellen MacArthur: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt>

Educação

A educação direcionada à adaptação às mudanças climáticas reduz a vulnerabilidade a riscos e desastres. A capacidade de perceber o risco de desastre e processar informações corretas acerca do que deve ser feito é maior

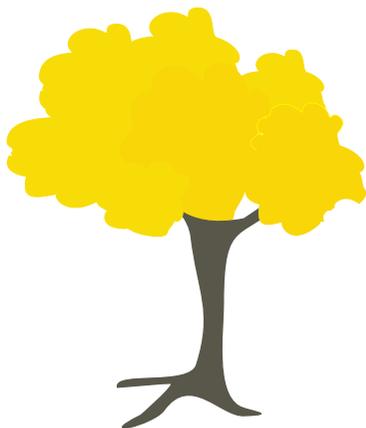
em pessoas de níveis de educação mais elevados, assim como a capacidade adaptativa. Daí a importância em priorizar o investimento em educação, no intuito de promover a adaptação às mudanças climáticas. As universidades devem contribuir incluindo disciplinas relacionadas ao desenvolvimento sustentável para formar profissionais com conhecimento, capacidades, valores, atitudes e habilidades para contribuir com a sua geração, sempre tendo em vista o bem-estar das próximas.

O ensino deverá ser probabilístico e não determinístico, como tradicionalmente ocorre nas áreas tecnológicas em geral, uma vez que os eventos advindos das mudanças no clima não poderão mais ser analisados apenas como exceções. Disciplinas de economia e ciências sociais também devem ser incluídas para auxiliar na busca de soluções. Em outras palavras, é necessária uma revisão do conteúdo curricular das engenharias e das áreas tecnológicas. Isso trará benefícios tanto no nível acadêmico quanto no desenvolvimento profissional contínuo.

Nos Estados Unidos, a Universidade Carnegie Mellon, em Pittsburgh, na Pensilvânia, disponibiliza cursos de engenharia civil e ambiental que capacitam os alunos a realizarem projeções de mudança climática para concepção de projetos; gestão de energia e infraestrutura orientada por dados; sistemas de engenharia natural adaptáveis; maximização de benefícios e minimização de custos e riscos; e interação humano-infraestrutura sob mudanças climáticas. Essa interdisciplinaridade permite que os recém-formados desenvolvam soluções resilientes que maximizem o desempenho e a relação custo-eficácia dos investimentos em infraestrutura adaptada às mudanças climáticas.



<https://enr-apps.as.cmu.edu/open/SOC/SOCServlet>



É possível observar várias iniciativas e metodologias adotadas no Brasil e em outros países quanto à inclusão da sustentabilidade no currículo de engenharia. A Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) e a Universidade de São Paulo (USP) disponibilizam uma grade sustentável em todas as suas engenharias, com o objetivo de implantar políticas institucionais que incluam educação ambiental e práticas sustentáveis tanto na administração quanto na gestão e nas atividades de ensino e extensão, de forma ampla e integrada.

Como dificuldade enfrentada pelos educadores há a associação a aspectos sociais e não técnicos ao trabalho de um engenheiro, bem como à necessidade de dar aos estudantes a confiança para mudar um pensamento sistêmico

e que não considerava as mudanças climáticas e a escassez de recursos como fatores limitantes. Outro desafio está em utilizar o que é aprendido em ambiente acadêmico no dia a dia. Para isso, princípios absolutos devem ser criados dentro da grade curricular dos cursos de engenharia. Entre esses princípios, que constituem processos direcionadas a cada etapa de um projeto, incluem-se: definir metas e limites ambientais; estruturar negócios e projetos de forma sustentável; estabelecer metas e medidas para objetivos socioeconômicos; respeitar as pessoas e os direitos humanos; considerar o planejamento de longo prazo; considerar todas as etapas do ciclo de vida de uma estrutura; expandir o problema além dos limites setoriais e disciplinares; lidar com a incerteza; considerar a multifuncionalidade de matérias-primas para atender a todas as áreas de interesse e integrar papéis e disciplinas de trabalho.

Além das novas demandas, as perdas em infraestrutura, devido à obsolescência de seus projetos, equivalem a oportunidades diretas do profissional de engenharia com essa nova formação curricular. Por isso, os futuros engenheiros e demais profissionais de áreas tecnológicas devem ser capacitados a responder às preocupações da sociedade sobre o impacto da atividade humana sobre o meio ambiente. O equilíbrio entre resultados ambientais, sociais e econômicos deve ser alcançado dentro do conceito de desenvolvimento sustentável.

Segurança humana e êxodo climático

Desastres climáticos como secas, inundações e terremotos obrigam uma pessoa, a cada segundo, a abandonar sua casa com urgência, desde 2009. São os chamados migrantes ambientais, definição criada em 2008 pela Organização Internacional para as Migrações (OIM ou, em inglês, IOM): *“pessoas que têm suas vidas afetadas por mudanças súbitas ou progressivas no ambiente que residem e por isso precisam mudar-se para dentro ou fora do país de origem”*.

As mudanças nos padrões climáticos podem acelerar ou agravar problemas que já existem ou criar novos. O material orgânico no solo, quando exposto a um aumento de temperatura, é degradado, o que pode tornar o solo mais vulnerável à erosão. O aquecimento de oceanos e conseqüentemente aumento do nível do mar ameaça contaminar as fontes e aumentar a salinidade do solo. Assim, muitas culturas podem ser inviabilizadas ou ter seus rendimentos comerciais reduzidos. Ainda existe a possibilidade de submersão de áreas costeiras mais baixas. São todas razões que obrigam pessoas a abandonar suas moradias.



<http://www.acnur.org>

○ Alto Comissariado das Nações Unidas para Refugiados (ACNUR), agência criada pela ONU, trabalha desde 1950 para encontrar soluções definitivas a todos os refugiados, sejam de guerras, perseguições ou desastres climáticos. Nesse último caso, busca implantar equipes de emergência e fornecer apoio concreto em termos de registro, documentação, reunificação familiar e provisão de abrigo, higiene básica e nutrição.

○ Acnur também apoia a Plataforma sobre Deslocamento de Desastres, programa da Iniciativa Nansen, que solicita auxílio à comunidade internacional para fornecer apoio e assistência humanitária. A Iniciativa Nansen é um programa liderado pela Suíça e a Noruega, mas apoiado por muitos países, que, desde 2012, identifica melhores práticas para proteger e dar assistência a pessoas que se deslocaram forçosamente no mundo todo, devido a catástrofes, incluindo as ocasionadas por mudança climática.

A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC) possui o Grupo Consultivo sobre Mobilidade Humana e Mudanças Climáticas (Advisory Group on Climate Change and Human Mobility), que trabalha para evitar e mitigar essa mobilidade forçada empregando políticas efetivas, como, por exemplo, minimizar os riscos de deslocamento, transformando as sociedades através de uma abordagem participativa baseada em objetivos de redução da pobreza e desenvolvimento sustentável.

“Desenvolver cenários de risco de deslocamento associados a diferentes temperaturas no pós-aquecimento global; aconselhar sobre abordagens e medidas para fortalecer a resiliência e proteger as populações vulneráveis; aconselhar sobre abordagens e medidas para proteger, mitigar riscos e permitir soluções duradouras para as pessoas que precisam se mudar, bem como suas comunidades de acolhimento e para a população deixada para trás; fornecer orientação e



assistência no desenvolvimento de planos de preparação para evacuações seguras e respostas que evitem a exposição aos impactos imediatos dos riscos relacionados ao clima; fornecer orientação e assistência no planejamento e facilitar a migração voluntária interna e transnacional; fornecer orientação e assistência no planejamento de deslocamento consentido como opção de último recurso para pessoas cuja segurança e meios de subsistência estão ameaçados por impactos relacionados ao clima; aconselhar sobre abordagens e medidas para reduzir o risco de deslocamento associados aos esforços para mitigar ou responder às mudanças climáticas (por exemplo, projetos de mitigação e adaptação); fornecer capacitação aos formuladores de políticas e profissionais sobre as estratégias de resiliência acima mencionadas para os efeitos das mudanças climáticas”

(Adaptado de *Climate change and human mobility solution agenda – Resilience – Paris Cop 21 Advisory Group on Climate Change and Human Mobility, 2014*).

Em resposta ao trabalho exercido pelo grupo consultivo sobre Mobilidade Humana e Mudanças Climáticas, o relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, incluiu, pela primeira vez, em 2014, um capítulo abordando a segurança humana, incluindo os aspectos relativos à migração e à mobilidade.

“As mudanças climáticas deverão aumentar o deslocamento das pessoas ao longo deste século. O risco de deslocamento aumenta quando as populações que não possuem fontes para migrar experimentam maior exposição a eventos climáticos extremos, em áreas rurais e urbanas, particularmente em países em desenvolvimento de baixa renda. As mudanças nos padrões de migração podem ser respostas a ambos os eventos climáticos extremos e a variabilidade e mudança do clima a longo prazo, e a migração também pode ser uma estratégia de adaptação eficaz”

(*Human mobility in the context of climate change – iom, 2014*).

Engenheiros e técnicos contribuem imensamente para a segurança humana, provendo tecnologias, instalações, projetos, assistência, orientação e serviços especializados que garantem a proteção dos seres humanos, frente aos fenômenos provocados pelas mudanças climáticas.

Automóveis híbridos/elétricos

O Acordo de Paris, acordo global de prevenção aos danos causados pela mudança climática, tem como principal objetivo diminuir o aumento da temperatura do planeta em até 2°C. Isso pode ser alcançado reduzindo mundialmente emissões de gás carbônico. Em 2010, 23% das emissões totais de CO₂ provinham do setor de transportes, taxa duplicada desde 1970. O UN-Habitat é o programa das Nações Unidas responsável por viabilizar a sustentabilidade e a habitação urbana, dentro dos termos ambientais necessários. Com tudo isso, para reduzir a carbonização intensa pela queima de combustíveis, em transportes, o UN-Habitat juntamente com o projeto *Solutions*, desenvolveu a Iniciativa de Mobilidade Elétrica Urbana.

A Iniciativa de Mobilidade Elétrica Urbana (Uemi) foi lançada na Cúpula do Clima da ONU, em setembro de 2014, em Nova York, e tem como meta efetivar a adoção generalizada de 30% do total de veículos, como veículos elétricos, nos centros urbanos, até 2030. Esse objetivo de mobilidade eletrônica pode ser alcançado pelo aumento da eletrificação de veículos particulares (de 4 ou 2 rodas) e em sistemas de transporte público, permutando o sistema de combustão interna por um motor especializado, elétrico. Para isso foi criado um centro de recursos da Uemi, ofertado pelo UN-Habitat, o Instituto Wuppertal e a Faculdade de Implementação de Ação Climática, para proporcionar oportunidades de integrar energia urbana e transportes e impulsionar o transporte sustentável e a mobilidade urbana, através de informações compartilhadas.

Enquanto algumas montadoras aguardam uma decisão do governo brasileiro para confirmar projetos de produção de veículos elétricos, montadoras europeias, chinesas e estadunidenses já prevêm o fim da produção de carros à combustão. A comercialização de carros elétricos nesses locais é elevada devido a fortes incentivos, políticas públicas ou subsídios.

No entanto, para o Brasil, onde não há incentivos fiscais, a maior dificuldade na difusão dessa nova tecnologia, ainda é o custo. Só a bateria corresponde

a 50% do valor do veículo. Para reverter esse quadro, é necessário incentivar a pesquisa aplicada no ambiente da engenharia, o que ajudaria a já baratear os custos de veículos elétricos/híbridos e torná-los viáveis para o grande público, aumentando seu uso e reduzindo emissões de gases de efeito estufa.



CASOS DE SUCESSO/ EXEMPLOS

Usina de energia solar Bio Extratus

A Bio Extratus, certificada pela ISO 14001 em gestão ambiental, está situada em um terreno com nascentes que foram recuperadas e área verde totalmente preservada. No terreno, há um sistema eficiente de tratamento de efluentes e um trabalho constante de plantio de árvores.

Em 2016, instalou o maior sistema privado de geração de energia solar fotovoltaica em sua planta industrial conectada à rede da Cemig e o maior do Brasil, segundo o site da Aneel. O excedente de energia gerado pelo projeto, que recebeu o nome de Sol Nascente, é encaminhado para a rede da concessionária local gerando um crédito que pode ser utilizado pela empresa durante as noites e nos dias de menor incidência de luz. Em um ano, deixa de mandar para a atmosfera 440 toneladas de CO₂.



<http://bioextratus.com.br>

ETE sustentável – Copasa

No processo de tratamento de esgoto são gerados subprodutos como biogás, lodo e efluente final tratado, cuja destinação final apresenta importância tanto econômica como ambiental. Por isso, quando uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) considera uma melhor utilização e aproveitamento desses subprodutos é chamada de ETE Sustentável.

Na ETE Arrudas foi implantado um sistema de cogeração de energia, composto basicamente de armazenamento do biogás, tratamento e condução do gás tratado. A energia gerada é utilizada integralmente na própria planta.



<http://www.copasa.com.br>

Na ETE Betim Central, a energia oriunda do biogás é utilizada para alimentar o secador de lodo, reduzindo sua umidade e volume. Dessa forma, as despesas com transporte e o volume para a disposição final do lodo seco são menores do que quando se transporta e dispõe um lodo úmido.

Projetos de Créditos de Carbono do Grupo Plantar

Com base no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), a Plantar Carbon, em parceria com o Fundo Protótipo de Carbono (PCF) e o BioCarbon Fund (BioCF), ambos do Banco Mundial, desenvolveu e tem implementado com sucesso diferentes atividades que geram créditos de carbono. Trata-se da primeira iniciativa brasileira no âmbito do MDL.

O objetivo geral é reduzir a concentração de gases do efeito estufa na atmosfera, por meio do estabelecimento de novos plantios sustentáveis de florestas de eucalipto, da produção bem manejada de carvão vegetal renovável, visando à redução das emissões de metano (CH⁴), e do uso de carvão vegetal renovável na produção de ferro-gusa verde, ao invés de coque de carvão mineral. Ao longo de 30 anos, a iniciativa espera diminuir a concentração de CO² na atmosfera em 12,8 milhões de toneladas equivalentes.



www.plantar.com.br

Minas Mais Resiliente

O Programa Minas Mais Resiliente (MMR) baseia-se nos direcionamentos da ONU e na construção de cidades resilientes – aquelas que têm capacidade de resistir, absorver e se recuperar, de maneira eficiente, dos efeitos de um desastre, bem como, de maneira organizada, prevenir e preparar a população para que estes efeitos sejam minimizados. Para isso, a Defesa Civil Estadual disponibiliza a Capacitação Regional em Proteção e Defesa Civil e Mudanças Climáticas, destinada a agentes multiplicadores. O objetivo é qualificar profissionais que trabalham com a prevenção e aprimorar os conhecimentos sobre ações de preparação para desastres, bem como medidas de respostas emergenciais.



<http://bit.ly/es-energia01>

Projeto LED • Belo Horizonte/MG

Em virtude da eliminação do descarte médio mensal de dezoito mil lâmpadas queimadas no meio ambiente e redução da emissão de gases de efeito estufa (GEE) produzidos pelos veículos responsáveis pela troca das lâmpadas queimadas, a Prefeitura de Belo Horizonte, por meio da BHTrans, implantou o Projeto de Eficiência Energética da Sinalização Semafórica de BH – Projeto LED, em 2011. Foram substituídas 22.500 lâmpadas incandescentes e halógenas dos focos semafóricos nas 853 interseções semaforizadas da capital por LEDs. O investimento de mais de R\$ 6 milhões foi feito pela Efficientia, subsidiária da Cemig. Como resultado, houve redução de 86% no consumo de energia elétrica e de 84% no custeio. Além disso, houve melhora na luminosidade das ruas e redução de emissão de poluentes produzidos pelos veículos das equipes de troca de lâmpada.



<https://prefeitura.pbh.gov.br>

Selo BH Sustentável • Belo Horizonte/MG

O Programa de Certificação em Sustentabilidade Ambiental, da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, tem por objetivo a redução das emissões dos gases de efeito estufa, por meio da implementação de ações de sustentabilidade ambiental em empreendimentos existentes e/ou a serem implantados no município. O alvo do programa são os empreendimentos públicos e privados, residenciais, comerciais e/ou industriais, que adotarem medidas que contribuam para a redução do consumo de água, de energia, das emissões atmosféricas e da geração de resíduos sólidos, além de alternativas de reciclagem e de reaproveitamento dos resíduos gerados.



Saiba mais em: ces.a.pbh.gov.br

Programa Buriti – Proteção às Nascentes • Uberlândia/MG



O Programa Buriti atua na zona rural (propriedades rurais) à montante dos dois lagos de captação (Sucupira e Bom Jardim), fazendo o trabalho de proteção e recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APP) em torno dos cursos d'água que abastecem a cidade, com o objetivo de garantir a quantidade e a qualidade das águas da microbacia do Rio Uberabinha. De janeiro de 2008 a julho de 2014, foram cadastradas 116 propriedades, plantadas 123.424 mudas, construídos 248.511 metros lineares de cerca, construídas 248 unidades de barraginhas e feita a readequação de 10 km de estrada.

Saiba mais em: <http://www.dmae.mg.gov.br/?pagina=Conteudo&id=116>

Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) de energias renováveis da Embaré • Betim/MG



A Embaré conta com o programa de reciclagem de resíduos industriais, que tem como objetivo oferecer adequada destinação aos resíduos, reduzindo ao máximo o impacto ambiental. Entre 2004 e 2015, a empresa investiu mais de R\$ 30 milhões em projetos com foco no meio ambiente. Em 2014, instalou uma nova caldeira que substituiu a matriz energética, trocando combustível fóssil por renovável. Outra ação é o projeto de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) desenvolvido pela empresa. Parte do biogás gerado na Estação de Tratamento de Efluentes Industriais (ETEI) é conduzido a um gerador e, a partir de sua combustão, é transformado em energia elétrica. A queima do biogás proporciona a redução de 600 toneladas de biomassa mensal, contribuindo para a redução do efeito estufa e engajando na política de utilização de fontes renováveis de energia para evitar o avanço do aquecimento global.

www.embare.com.br



BOAS PRÁTICAS AMBIENTAIS

Área Metropolitana de Lille – Uso de Biogás (bio-metano) em veículos • Lille – França



www.lillemetropole.fr



www.biogasmax.eu

A Área Metropolitana de Lille, cidade da França, pretende diminuir suas emissões de gases estufa por meio da substituição da energia fóssil pela energia renovável, utilizando o biometano como combustível para os automóveis da cidade.

Programa de Climatização • Houston – EUA

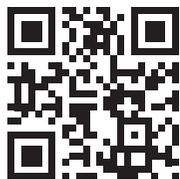


<http://www.c40.org/>

Programa que conecta mais de 90 grandes cidades no mundo comprometidas com a mudança climática. Procura ordenar as ações urbanas visando à diminuição da emissão de gases que intensificam o efeito estufa e provocam demais riscos climáticos.



Mobilidade em São Paulo • São Paulo (SP) – Brasil



Inserção da bicicleta como meio de transporte, com a construção de 400 km de ciclovias em vias municipais da cidade da São Paulo. O projeto busca realizar as intervenções com um custo reduzido e diminuir os acidentes em vias de circulação de bicicletas.

<http://bit.ly/es-energia02>

Aluguel de bicicletas • Paris – França



Serviço de auto-atendimento de aluguel de bicicletas na Região Metropolitana de Paris, agregando mais de 30 cidades. 1,8 mil estações disponíveis, 24 horas por dia, a cada 300 metros de distância.

<https://www.velib-metropole.fr/>

Comunidades Urbanas à Prova das Mudanças Climáticas • Joanesburgo – África do Sul



Instalação de Aquecedores Solares de Baixo Custo, de tetos de Isoboard e distribuição de lâmpadas fluorescentes em casas de famílias carentes na cidade de Cosmo City, na África do Sul, buscando a promoção da energia renovável e a diminuição da pobreza energética.

<http://bit.ly/es-energia03>



Mudanças no transporte urbano • Seul – Coréia do Sul



Implantação de um sistema de bicicletas públicas compartilhadas na cidade de Seul, na Coréia do Sul, visando promover o ciclismo como transporte público. As bicicletas são encontradas por toda a cidade e alugadas por um preço acessível.

<http://www.bike.go.kr/en>



<http://english.seoul.go.kr/>

Projeto Município Verde • Paragominas (PA) – Brasil



Pacto pelo Desmatamento Zero feito pelo município de Paragominas, no Pará, que acabou com o desmatamento, implantou a educação ambiental e regularizou terras através de fórmulas criativas de utilização das áreas disponíveis e desenvolvimento local sustentável.

<http://bit.ly/es-energia04>

Bairro Solar • Freiburg – Alemanha



Bairro solar Schlierberg, na cidade de Friburgo, que consiste em uma comunidade de 59 residências e um edifício comercial construídos apenas com materiais de construção ecológicos capazes de produzir quatro vezes mais energia do que consomem e com sistemas de captação de água da chuva.

<http://www.solarsiedlung.de>

Reciclagem de Resíduos e Redução de Emissões

• Sydney – Austrália



Modelo de reciclagem a partir de tratamento mecânico e biológico que processa resíduos sólidos por meio de triagem e processos biológicos de compostagem. O modelo separa e limpa a parte orgânica dos resíduos domésticos, produz energia renovável e devolve carbono ao solo.

<http://bit.ly/es-energia05>



Cultivando Água Boa • Paraná – Brasil

Iniciativa socioambiental que reúne ações para a proteção dos recursos da Bacia Hidrográfica do Paraná 3, localizada na confluência dos rios Paraná e Iguazu. As ações vão desde a recuperação de microbacias, até a disseminação de valores sobre cuidados ambientais.

<http://www.cultivandoaguaboa.com.br/o-programa>

Plano de Mobilidade Urbana Sustentável • Buenos Aires –

Argentina



Plano que prioriza o transporte público na capital da Argentina, através do investimento no sistema de transporte coletivo, Metrobus, e da promoção do ordenamento do trânsito, da segurança rodoviária e dos meios de transporte saudáveis, como ciclismo e caminhada.

<http://www.buenosaires.gob.ar/movilidad>

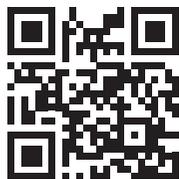
Plano Carbono Zero • Évora – Portugal



Pacto para a redução de 20% das emissões de gases que agravam o efeito estufa até 2020, com a adoção de medidas que tornem mais eficientes os consumos energéticos na cidade de Évora, em Portugal.

<http://bit.ly/es-energia06>

Pedágio Urbano • Londres – Reino Unido



Taxa diária cobrada para dirigir um veículo na zona de pedágio de Londres, entre 07h e 18h, de segunda à sexta-feira. A cobrança visa a reduzir o intenso congestionamento e a poluição na cidade, além de arrecadar recursos para investir no transporte público.

<http://bit.ly/es-energia07>

Luzes dos Semáforos substituídos por LED • Chicago – EUA



Projeto para a instalação de lâmpadas de LED em todos os semáforos da cidade de Chicago, visando a reduzir o impacto ambiental em 30% até 2020. O consumo de energia da cidade será reduzido em 85% após a implantação do projeto.

<http://bit.ly/es-energia08>

Lixo que Vale • Umuarama (PR) – Brasil



Programa da Prefeitura de Umuarama para a troca de materiais recicláveis por alimentos produzidos pelos produtores rurais da região, dando valor comercial para o lixo, incentivando a limpeza da cidade e contribuindo para o aumento da renda de catadores e agricultores.

<http://bit.ly/es-energia09>

Fundo Atmosférico de Toronto • Toronto – Canadá



Fundo estabelecido para reduzir as emissões de gases que agravam o efeito estufa e é utilizado para investir em iniciativas locais que reduzem a emissão de gases estufa.

<http://bit.ly/es-energia10>

Produção de Biogás de Aterro • Bogotá – Colômbia



O projeto implementado no Aterro Sanitário Doña Juana reduz emissões de gases estufa, promove Mecanismos de Desenvolvimento Limpo e investe no desenvolvimento social das populações próximas ao aterro.

<http://www.wasteconcern.org/publication.html>



- AHERN, Jack; KATO, Sadahisa. Multifunctional landscapes as a basis for sustainable landscape development. **Journal of the Japanese Institute of Landscape Architecture**, v. 72, 5, p. 799-804, 2009.
- AINGER, Charles; FENNER, Richard. **Sustainable Infrastructure: Principles into Practice**. 2014.
- CAIT **Climate Data Explorer**. Disponível <<http://cait.wri.org/>>
- DECC. **Meeting the Low Carbon Skills Challenge**. London, 2010.
- Decretos e Leis**. Disponívels <<http://www.planalto.gov.br/>>
- EESC SUSTENTÁVEL. **Programa EESC Sustentável**. Escola de Engenharia de São Carlos; Universidade de São Paulo (USP). 2014. Disponível em: <<http://www.eesc.usp.br/portaleesc/images/docs/PosterEESCSustentavel.pdf>>
- Ellen MacArthur Foundation. Disponível em: <<http://www.ellenmacarthurfoundation.org>>
- EUR-Lex. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu>>
- EUROPEAN COMMISSION - <http://ec.europa.eu>
- EUROPEAN COMMISSION **Pacote da Economia Circular da Comissão Europeia**. Disponível em: <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/?fuseaction=feedbackattachment&fb_id=366C17F8-E245-C650-51457CE97287FDE2>
- FGV Energia. **Caderno Carros Elétricos**. Rio de Janeiro, maio de 2017, ano 4, 7.
- FILHO, W. L.; BRANDLI, L.; KUZNETSOVA, O.; DO PAÇO, A. M. F. **Integrative Approaches to Sustainable Development at University Level: Making the Links**. 2015.
- FISCHER, Erich M.; KNUTTI, Reto. Anthropogenic contribution to global occurrence of heavy-precipitation and high-temperature extremes. **Nature Climate Change**, v. 5, 6, p. 560-564, 2015.
- HERZOG, Cecília Polacow; ROSA, Lourdes Zunino. Infraestrutura verde: sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana. **Revista Labverde**, 1, p. 92-115, 2010.
- ICLEI. **Local Governments for Sustainability**. 2016. Disponível <<http://www.iclei.org/>>
- IDMC. **Global Estimates**. 2015. Disponível em <<http://www.internal-displacement.org/assets/library/Media/201507-globalEstimates-2015/20150713-global-estimates-2015-en-v1.pdf>>
- IOM - **International Organization for Migration**. Disponível em: <<https://www.iom.int/>>
- JINFANG, LV e QIN, Shusheng. **On Low-Carbon Technology**, 2016. Disponível em <https://file.scirp.org/pdf/LCE_2016080215003217.pdf>
- LUTZ, W.; MUTTARAK, R; STRIESSNIG. Universal education is key to enhanced climate adaptation. **Science**. 2014, vol. 346, issue 6213, pp. 1061-1062.
- NACHMANY, Michal *et al.* **Global trends in climate chan-**

ge legislation and litigation: 2017 update. 2017.

NANSEN. **Disaster-induced cross-border displacement:** Agenda for protection of cross-border displaced persons in the context of disasters and climate change. Volume I. 2015.

NCE. **The Global Comission on the Economy and Climate.** 2016

NERLICH, Brigitte. **Céticos do Clima.** 'Climategate': paradoxical metaphors and political paralysis, 2010.

OLIVIER, Jos. G.J. *et al.* Greenhouse gas emissions from current and enhanced policies of China until 2030: Can emissions peak before 2030?. **Energy Policy**, v. 89, p. 224-236, 2016.

PAINTER, James; ASHE, Teresa. Cross-national comparison of the presence of climate scepticism in the print media in six countries, 2007–10. **Environmental Research Letters**, v. 7, 4, p. 044005, 2012.

PFAHL, Stephan; O'GORMAN, Paul; FISCHER, Erich. Understanding the regional pattern of changes in extreme precipitation in a warming climate. In: **EGU General Assembly Conference Abstracts.** 2017. p. 4492.

UNCHR. **Climate Change and Disaster Displacement:** An Overview of UNHCR's role. 2017. Disponível <<http://www.unhcr.org>>

WMO. **World Meteorological Organization.** 2017. Disponível <<https://public.wmo.int/es>>

Acordo de Paris: É um acordo interestatal no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC - sigla em inglês) que rege medidas de combate às mudanças climáticas globais. Aprovado por 195 estados na COP 21, em 2015, o Acordo de Paris foi criado para reduzir as emissões globais de gases de efeito estufa e promover mecanismos de adaptação aos impactos atuais e futuros da mudança do clima.

Adaptação: O processo de ajuste ao clima real ou esperado e seus efeitos. Nos sistemas humanos, a adaptação procura moderar ou evitar danos ou explorar oportunidades benéficas. Em alguns sistemas naturais, a intervenção humana pode facilitar o ajuste ao clima esperado e seus efeitos.

Anomalia Climática: É a diferença no valor de uma variável climática num dado período relativamente ao período de referência. Por exemplo, considerando a temperatura média observada entre 1961/1990 (período de referência), uma anomalia de +2°C para um período futuro significa que a temperatura média será mais elevada em 2°C que no período de referência.

Aquecimento global: Refere-se ao aumento gradual, observado ou projetado, na temperatura da superfície global, como uma das consequências da intensificação radiativa causada por emissões antropogênicas.

Céticos do Clima: O ceticismo a respeito da mudança climática refere-se à negação ou dúvida injustificada do consenso científico sobre a taxa e extensão do aquecimento global, sua importância ou sua conexão com o comportamento humano, no todo ou em parte. Embora exista uma distinção entre o ceticismo, que indica duvidar da verdade de uma afirmação, e a negação absoluta da verdade de uma afirmação, no debate público, a expressão “ceticismo climático” frequentemente foi usada com o mesmo significado que a negação climática.

Combustíveis fósseis: É um termo geral para depósitos geológicos de combustível enterrado de materiais orgânicos, formados por plantas deterioradas e animais que foram convertidos em petróleo bruto, carvão, gás natural ou óleos pesados, por exposição ao calor e à pressão na crosta terrestre ao longo de centenas de milhões de anos.

Comissão Temática de Meio Ambiente (Confea/Crea): Instituída pela Decisão Plenária 2206/2014, a Comissão Temática de Meio Ambiente tem como objetivo promover e

articular políticas com as diversas instâncias governamentais federais, estaduais e municipais para conservação dos recursos naturais do estado brasileiro e uniformização de procedimentos de fiscalização de recursos hídricos e meio ambiente no Sistema Confea/Crea.

Custo da Inação: O custo total devido às mudanças climáticas na ausência de políticas e medidas de mitigação e adaptação.

Economia de baixo carbono: É um termo que serve para nomear as empresas e países que melhoram seus processos produtivos a fim de reduzir o impacto energético, diminuir a eliminação dos gases do efeito estufa (GEEs) no meio ambiente e dar impulso à sustentabilidade. Ele surgiu durante o desenrolar das conferências climáticas de Toronto (1988), Genebra (1990), Rio de Janeiro (1992) e Quioto (1997), entre outras, realizadas pela Organização das Nações Unidas (ONU).

Emissões de gases de efeito estufa: Trata-se da liberação de gases de efeito estufa e/ou seus precursores na atmosfera em uma área e período especificados.

Energias Não Renováveis: Combustíveis à base de carbono a partir de depósitos de hidrocarbonetos fósseis, incluindo carvão, turfa, petróleo e gás natural.

Energia nuclear: A maior aplicação do átomo de urânio é em usinas termonucleares, com o objetivo de gerar energia elétrica nuclear. De uma maneira simplificada, o núcleo do átomo é submetido a um processo de fissão (divisão) para gerar a energia. Se a energia é liberada lentamente, manifesta-se sob a forma de calor. Caso seja liberada rapidamente, manifesta-se como luz. Nas usinas termonucleares ela é liberada lentamente e aquece a água existente no interior dos reatores a fim de produzir o vapor que movimentam as turbinas.

Energia Renovável: Corresponde a qualquer forma de energia proveniente de fontes solares, geofísicas ou biológicas que seja reabastecida por processos naturais, a uma taxa que seja igual ou superior à sua taxa de uso.

Energia Solar - As tecnologias de energia solar aproveitam a energia da radiação solar para produzir eletricidade usando energia fotovoltaica (PV) e energia solar concentrada (CSP), para produzir energia térmica (aquecimento ou refrigeração, seja através de meios passivos ou ativos), para atender às necessidades diretas de iluminação e, potencialmente, para produzir combustíveis que possam ser utilizados para o transporte e outros fins.

Energia Hídrica - A hidrelétrica aproveita a energia da água que se desloca dos locais mais altos para os mais baixos, principalmente para gerar eletricidade. Planejamentos hidrelétricos abrangem projetos de represas com reservatórios e projetos de rios em fluxo contínuo. Esta variedade dá à energia hidrelétrica a capacidade de atender às grandes

necessidades urbanas centralizadas, bem como às necessidades rurais descentralizadas.

Energia Eólica - A energia eólica aproveita a energia cinética do ar em movimento. A principal aplicação de relevância para a mitigação das alterações climáticas é a produção de eletricidade a partir de grandes turbinas eólicas localizadas em terra ou em água doce ou marinha.

Biomassa - A biomassa pode ser produzida a partir de uma variedade de matérias-primas de biomassa, incluindo resíduos florestais, agrícolas e pecuários; bem como plantações florestais de pequena rotação; o componente orgânico dos resíduos sólidos urbanos e outras fontes de resíduos orgânicos. Através de uma variedade de processos, estas matérias-primas podem ser usadas diretamente para produzir eletricidade ou calor, ou podem ser usadas para criar combustíveis gasosos, líquidos ou sólidos.

Marés - A energia do oceano deriva da energia potencial, cinética, térmica e química da água do mar, que pode ser transformada para fornecer eletricidade, energia térmica ou água potável. Uma ampla gama de tecnologias é utilizada, como barragens para marés, turbinas submarinas para correntes marítimas e oceânicas, permutadores de calor para conversão de energia térmica oceânica e uma variedade de dispositivos para aproveitar a energia de ondas e gradientes de salinidade.

Energia Sustentável: É energia de tecnologia menos poluentes, que usam recursos de forma mais sustentável, reciclam os resíduos e produtos e manipulam resíduos de maneira mais aceitável do que as tecnologias que substituem. A energia sustentável também é mais compatível com prioridades socioeconômicas, culturais e ambientais nacionais determinadas.

Evento Climático Extremo: É um evento que é raro em um determinado local e época do ano. As definições do que é raro variam, assim como as características do que é chamado de clima extremo podem variar de um lugar para outro, mas um evento de clima extremo normalmente seria raro do percentil 10º ou 90º da função de probabilidade observada. Os eventos extremos únicos não podem ser atribuídos de forma simples e direta às mudanças climáticas antropogênicas, pois sempre há uma chance finita de que o evento em questão possa ter ocorrido naturalmente. Quando um padrão de clima extremo persiste por algum tempo, como uma estação, pode ser classificado como um evento climático extremo, especialmente se ele produz uma média ou total que seja extremo.

Gases de Efeito Estufa: São os constituintes gasosos da atmosfera, tanto naturais como antropogênicos, que absorvem e reemitem radiação infravermelha.

Gestão dos Riscos Climáticos: Processos para projetar, implementar e avaliar estratégias, políticas e medidas para melhorar a compreensão do risco de desastres, promover a redução e transferência de riscos de desastres e promover a melhoria contínua nas práticas de preparação, resposta e recuperação de desastres, com o propósito explícito de aumentar o número de pessoas com segurança, bem-estar, qualidade de vida e desenvolvimento sustentável.

Governança Ambiental: A governança ambiental é o meio pelo qual a sociedade determina e atua nas metas e prioridades relacionadas à gestão dos recursos naturais. Isso inclui as regras, tanto formais como informais, que governam o comportamento humano nos processos de tomada de decisão, bem como nas próprias decisões. Os quadros jurídicos adequados nos níveis global, regional, nacional e local são um pré-requisito para uma boa governança ambiental.

Infraestrutura Verde e Cinza: Infraestrutura cinza consiste na urbanização tradicional e monofuncional, focada no automóvel: ruas visam à circulação de veículos; sistemas de esgotamento sanitário e drenagem objetivam se livrar da água e do esgoto o mais rápido possível; telhados servem apenas para proteger edificações e estacionamentos asfaltados são destinados a parar carros. Já a infraestrutura verde é uma rede estrategicamente planejada de áreas naturais e seminaturais com outros recursos ambientais projetados e gerenciados para oferecer uma ampla gama de serviços ecossistêmicos, como purificação de água, qualidade do ar, espaço para recreação e mitigação climática e adaptação. Esta rede de espaços verdes (terrestres) e azuis (água) pode melhorar as condições ambientais e, portanto, a saúde e a qualidade de vida dos cidadãos. Ele também apoia uma economia verde, cria oportunidades de emprego e melhora a biodiversidade.

IPCC: <http://www.ipcc.ch>

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) é o principal órgão internacional para a avaliação das mudanças climáticas. Foi estabelecido pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e pela Organização Mundial de Meteorologia (OMM), em 1988, para fornecer ao mundo uma visão científica sobre o estado atual do conhecimento em mudanças climáticas e seus potenciais impactos ambientais e socioeconômicos.

Marco de Sendai: O Marco de Sendai para Redução do Risco de Desastres (2015-2030) foi adotado na Terceira Conferência Mundial das Nações Unidas em Sendai, Japão, em 18 de março de 2015. O novo marco global estipulou sete metas a serem alcançadas nos próximos 15 anos, entre as quais se destacam a redução substancial da mortalidade global em desastres, a diminuição do número de pessoas afetadas e das perdas em relação ao produto interno bruto (PIB) global, entre outras.

Mitigação: Uma intervenção humana para reduzir ou melhorar as fontes de emissão de gases de efeito estufa.

Mudanças Climáticas: É o conjunto de mudanças atribuídas diretamente às atividades humanas que modificam a composição global da atmosfera e que se somam às variabilidades climáticas naturais observadas através de períodos de tempo comparáveis.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS): Os ODS são uma agenda mundial adotada durante a Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável em setembro de 2015 composta por 17 objetivos e 169 metas a serem atingidos até 2030. Nesta agenda estão previstas ações mundiais nas áreas de erradicação da pobreza, segurança alimentar, agricultura, saúde, educação, igualdade de gênero, redução das desigualdades, energia, água e saneamento, padrões sustentáveis de produção e de consumo, mudança do clima, cidades sustentáveis, proteção e uso sustentável dos oceanos e dos ecossistemas terrestres, crescimento econômico inclusivo, infraestrutura, industrialização, entre outros.

Política Nacional sobre Mudança do Clima: A Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) é responsável por oficializar o compromisso voluntário brasileiro de redução de emissões de gases de efeito estufa junto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Os compromissos se referem a reduções entre 36,1% e 38,9% das emissões projetadas até 2020. Ela foi instituída em 2009 pela Lei 12.187, buscando garantir que o desenvolvimento econômico e social contribua para a proteção do sistema climático global. Para auxiliar no cumprimento das metas de redução, a lei estabelece ainda, o desenvolvimento de planos setoriais de mitigação e adaptação nos âmbitos local, regional e nacional.

Resiliência: A capacidade de um sistema e seus componentes para antecipar, absorver, acomodar ou recuperar os efeitos de um desastre de forma oportuna e eficiente, inclusive garantindo a preservação, restauração ou melhoria de suas estruturas e funções básicas essenciais.

Sistema climático: Significa a totalidade da atmosfera, hidrosfera, biosfera e geosfera e suas interações.

Tecnologia de Baixo Carbono: São o conjunto de equipamentos, métodos, conhecimentos e outras modalidades para baixa emissão de carbono ou livre de carbono^{no}. Isso se adequa à necessidade de se adaptar a uma economia de baixo carbono, reduzir as emissões de gases de efeito estufa e prevenir o aquecimento global.

Vulnerabilidade à Mudanças Climáticas: Corresponde ao grau em que um sistema

é susceptível ou incapaz de lidar com os efeitos adversos das mudanças climáticas, incluindo variabilidade climática e eventos extremos. A vulnerabilidade é uma função do caráter, da magnitude e da taxa de variação climática à qual um sistema está exposto, sua sensibilidade, e sua capacidade de adaptação.

Para elaboração do glossário foram consultados os sites:

Agência Nacional de Energia Elétrica - <http://www.aneel.gov.br>; Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima - <http://unfccc.int>; Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas - <http://www.ipcc.ch>; Ministério do Meio Ambiente - <http://www.mma.gov.br/>; Conselho Federal de Engenharia e Agronomia – <http://www.cofea.org.br>; European Environment Agency - www.eea.europa.eu; Estratégia ODS - <http://www.estrategiaods.org.br>; Organização das Nações Unidas - www.onu.org.br | <https://nacoesunidas.org>; International Union for Conservation of Nature - IUCN - www.iucn.org



Energia e mudanças Climáticas: a Engenharia e a Sustentabilidade é uma publicação do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

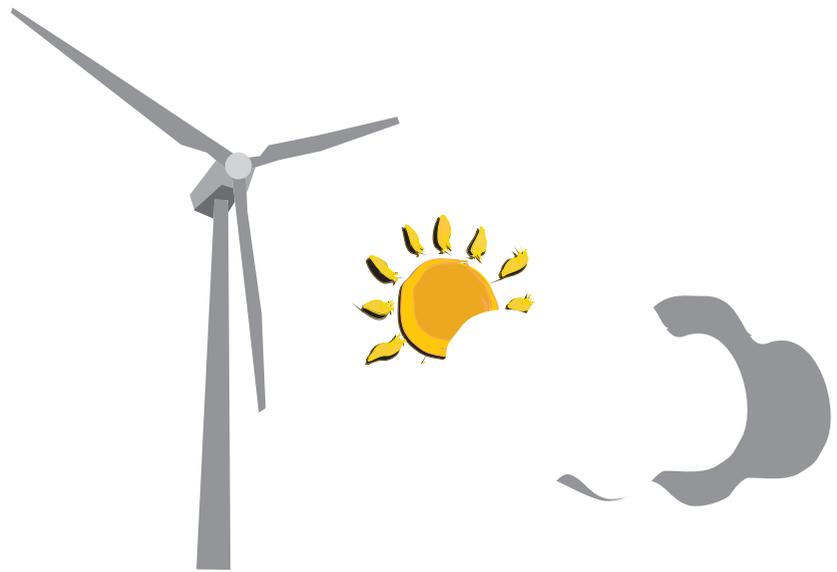
- **Presidente:** engenheiro civil Lucio Borges
- **Vice-Presidente:** engenheiro civil David Thomaz Neto
- **Diretor Administrativo e Financeiro:** engenheiro civil Walmir de Almeida Januário
- **Diretor de Atendimento e Acervo:** engenheiro agrônomo Edson dos Santos
- **Diretor de Planejamento, Gestão e Tecnologia:** engenheiro mecânico Waldimir Teles Filho
- **Diretor de Relações Institucionais:** engenheiro civil Pedrinho da Mata
- **Diretora Técnica e de Fiscalização:** engenheira civil Maria das Graças Lage
- **Diretor de Recursos Humanos:** engenheiro eletricitista Flávio Vianna
- **Superintendente de Relações Institucionais:** engenheiro civil Marcos Venícios Gervásio
- **Gerente de Comunicação e Publicidade:** Debi Sarmento.

Organização: engenheira civil Marília Carvalho de Melo e economista Paulo Roberto Bretas

- **Coordenação da cartilha:** cientista político Oswaldo Dehon Roque Reis (Ibmec) e biólogo Felipe Santos de Miranda Nunes (Feam)
- **Colaboração:** engenheiro ambiental Breno Aguiar (Fiemg), Carolina Braga Coelho (graduanda em Engenharia de Produção Civil/Cefet), biólogo Felipe Santos de Miranda Nunes (Feam), engenheiro eletricitista Igor Braga Martins (Crea-Minas), engenheiro civil José Cláudio Junqueira (Escola Superior Dom Helder Câmara), engenheiro metalurgista Milton Nogueira, cientista político Oswaldo Dehon Roque Reis (Ibmec), Denise Gorfinkiel (oficial nacional do Programa de Ciências Naturais da Unesco para América Latina e Caribe)
- **Ilustrações:** Sinésio Bastos
- **Projeto Gráfico e diagramação:** Antônio Bosco
- **Edição:** Marília Carvalho de Melo, Debi Sarmento
- **Revisão:** Kelly Barbosa

O conteúdo desta cartilha está disponível no site do Crea-Minas (<http://www.crea-mg.org.br/images/es-mudancasclimaticas.pdf>). Pode e deve ser reproduzido! Você pode compartilhar e adaptar o presente trabalho, desde que citada a fonte, dando o devido crédito aos autores, conforme os termos da licença Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 4.0 Internacional.





CREA-MG

Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia de Minas Gerais

Av. Álvares Cabral, 1600 - Santo Agostinho
Belo Horizonte - MG
Cep: 30170-917 - Telefone: 0800.0312732
www.crea-mg.org.br

