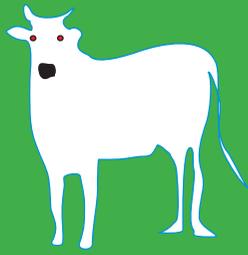




A Engenharia e a  
*sustentabilidade*

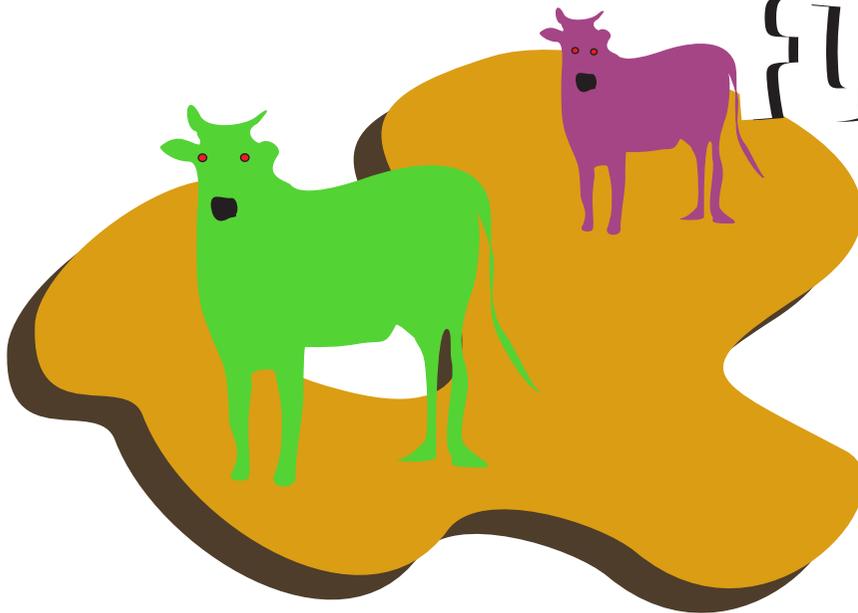
# SOLO e FLORESTA

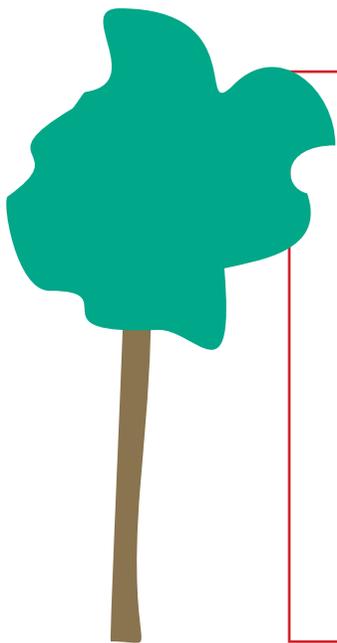


# A Engenharia e a *sustentabilidade*

Belo Horizonte, 2018

SOLO E  
FLORESTA





Solo e florestas: a engenharia e a sustentabilidade / Organização, Marília Melo e Paulo Bretas; Colaboração, Marcelo da Fonseca [et al], Ilustração, Sinésio Bastos . – Belo Horizonte: Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais – CREA-MG, 2018.

48p.: il.; color;

1. Solo. 2. Floresta. 3. Engenharia. 4. Sustentabilidade. 5. Meio Ambiente. I. Melo, Marília. II. Bretas, Paulo. III. Fonseca, Marcelo da . IV. Título

CDU – 630\*114



**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



<b>Introdução</b> .....	09
<b>Solos, florestas e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável</b> .....	14
Conceitos e definições .....	18
Uso e ocupação do solo .....	19
Contaminação e poluição.....	23
Mudanças climáticas .....	25
Biopirataria .....	27
<b>Soluções sustentáveis, convergência tecnológica e inovação</b> .....	29
Restauração florestal .....	29
Manejo de solo - práticas conservacionistas do solo/água .....	30
Silvicultura .....	30
Engenharia genética (adaptação seca/água).....	31
Controle biológico de pragas .....	31
Biodigestor e fertirrigação .....	32
Pagamento por serviços ambientais .....	32
Plano Agricultura de Baixo Carbono (ABC) .....	32
Sistemas agroflorestais.....	33
Tratamento e disposição de resíduos .....	34
Integração lavoura - pecuária - floresta .....	34
Manejo integrado de pragas / doenças / plantas.....	35
Certificação florestal .....	35
<b>Casos de sucesso</b> .....	35
Construção de barraginhas .....	36
Produtor de água .....	36
ABC Cerrado .....	37
Cultivando Água Boa.....	37
Bosque Modelo .....	38
Bolsa Verde .....	38
Serviço Autônomo de Água e Esgoto (Saae).....	39
<b>Conclusões</b> .....	40
<b>Bibliografia</b> .....	41

---

Engenharia Sustentável é a  
valorização do conhecimento  
técnico da engenharia para a  
manutenção da qualidade de vida.

**Wagner Soares da Costa**, engenheiro agrônomo | Fiemg

---

---

Engenharia Sustentável é  
colocar a engenharia e todas as  
profissões tecnológicas de hoje, a  
serviço das gerações futuras.

**Paulo Roberto Bretas**, economista

---



**O AMBIENTE  
AGRADECE  
A CONSCIÊNCIA**



Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) foram adotados na 70ª Assembleia Geral das Nações Unidas pelos 193 países-membros. Eles integram a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que visa a acabar com a pobreza, reduzir a desigualdade e a injustiça e combater as mudanças climáticas. Esses 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.

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 de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pelas ONU?”.

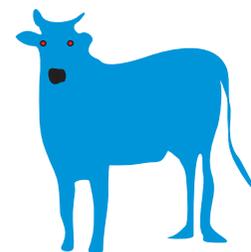
Torna-se premente a necessidade de organização e mobilização dos profissionais de forma a contribuir para o desenvolvimento sustentável do Brasil e do mundo, exercendo assim a sua função técnica e a responsabilidade social para participar ativamente da promoção do bem-estar da nação com respeito à natureza 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 Solo e Florestas, é uma ferramenta para esclarecer sobre diversos problemas que impactam o ambiente e comprometem o cumprimento dos ODS, e são originários ou potenciali-



zados 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, individual 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 temáticas (Água, Cidades e Energia e Mudanças Climáticas). A cartilha geral, primeira a ser lançada, traz 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, na perspectiva do papel da engenharia nos pilares econômico, social e ambiental do desenvolvimento sustentável.



# **OBJETIVOS** DE DESENVOLVIMENTO **SUSTENTÁVEL**



## Objetivos de desenvolvimento sustentável

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 de desenvolvimento sustentável (ODS) que foram concluídos em 2015, por ocasião da Cúpula das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável.

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



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



**2 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** - Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades.



**4 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** - Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas.



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



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



**8 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** - Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação.



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



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



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



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



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



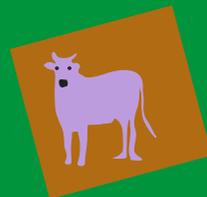
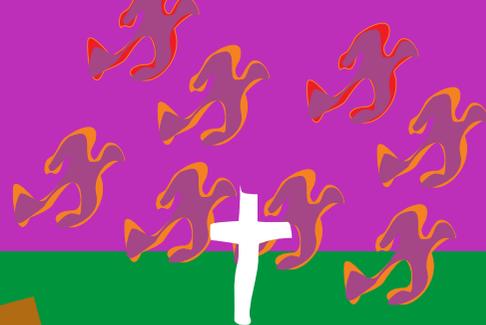
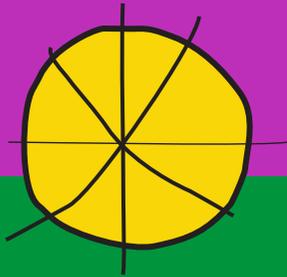
**15 VIDA TERRESTRE** - Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.



**16 PAZ, JUSTIÇA E INSTITUIÇÕES EFICAZES** - 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** - Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.



# DESPERTA

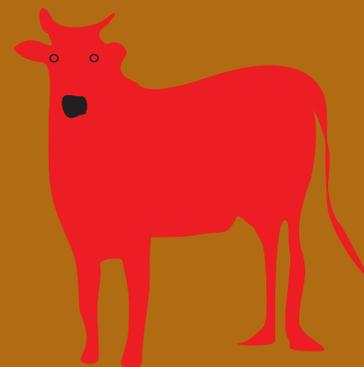
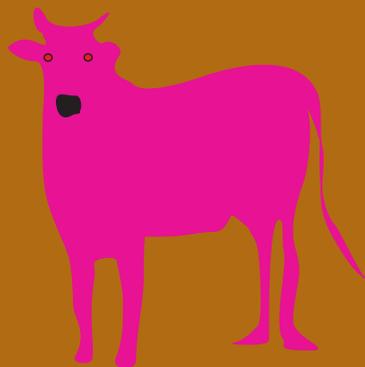
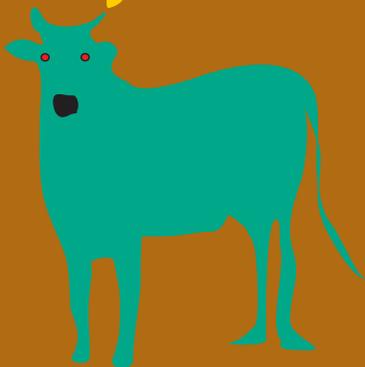
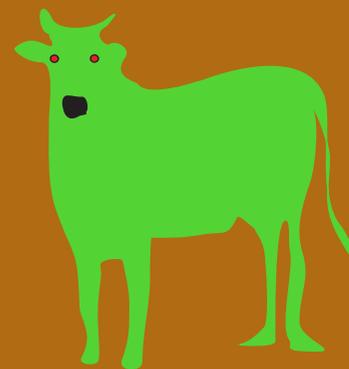
## O QUE AINDA NÃO

NÃO SE PÔDE PENSAR

## DO SONO

## DO ETERNO AO ETERNO DEVIR

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





## SOLOS, FLORESTAS E OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

---

“Por isso, em última instância, o desenvolvimento depende da cultura, na medida em que ele implica a invenção de um projeto. [...]

A sustentabilidade no tempo das civilizações humanas vai depender da sua capacidade de se submeter aos preceitos de prudência ecológica e de fazer um bom uso da natureza. É por isso que falamos em desenvolvimento sustentável.

A rigor, a adjetivação deveria ser desdobrada em socialmente includente, ambientalmente sustentável e economicamente sustentado no tempo.”

(Ignacy Sachs, 2004)

O termo desenvolvimento sustentável ganhou, em 1987, a agenda técnica e política a partir da publicação do Relatório Brundtland – *Our Common Future* (ONU, 1987). Segundo o documento, desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades.

Mais do que nunca é preciso enfrentar as abismais desigualdades sociais entre nações e dentro das nações e fazê-lo de maneira a não comprometer o futuro da humanidade por mudanças climáticas irreversíveis. O papel dos profissionais da área tecnológica é fundamental. Eles podem, com o seu conhecimento técnico, desenvolver soluções que atendam à sociedade, trazendo inovações para o campo das aplicações práticas e da busca de resultados que contribuam para o cumprimento dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável estabelecidos pela ONU.

As ações para a implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) devem ser integradas e horizontais. Os aspectos relacionados aos solos e florestas exemplificam essa necessidade de uma abordagem transversal e interdisciplinar, pois contribuem, direta ou indiretamente, para o alcance da maioria dos demais objetivos, como por exemplo, a função dos solos e florestas na erradicação da fome e promoção da agricultura sustentável (Objetivo 2: Fome Zero e Agricultura Sustentável), disponibilização e gestão da água (Objetivo 6: Água Potável e Saneamento), crescimento econômico sustentável (Objetivo 8: Trabalho Decente e Crescimento Econômico), adequação dos espaços urbanos e assentamentos (Objetivo 11: Cidades e Comunidades Sustentáveis), mitigação e adaptação às mudanças climáticas (Objetivo 13: Ação contra a Mudança Global do Clima), dentre outros.

O estabelecimento de um objetivo específico para o tema (Objetivo 15: Vida Terrestre), demonstra o papel preponderante dos solos e florestas como agentes transformadores da realidade, razão pela qual demandam esforços específicos para a promoção de ações de recuperação, preservação e conservação do meio ambiente.

### **“Objetivo 15: 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”**

# CONCEITOS E DEFINIÇÕES

## Redefinindo Solo

O solo é um recurso natural importante, fruto da interação entre a biosfera, litosfera, hidrosfera e atmosfera, sendo a base dos ecossistemas. O solo armazena água e a fornece aos rios e nascentes, além de reter parte dessa água para lentamente fornecer às plantas. A produção de água, o porte das florestas e a biodiversidade dependem fortemente das condições edafoclimáticas, ou seja,

de fatores como o clima, o relevo, a litologia, o tipo de solo, o vento, as chuvas, entre outros.

As perdas de solo ocorrem principalmente em consequência de processos erosivos, que podem ser rápidos, enquanto a formação natural de uma camada de 1 cm de solo leva aproximadamente mil anos.



## Interdependência:

Na natureza, os componentes físicos e biológicos possuem interdependência sistêmica, com mecanismos de compensação e autorregulação, configurando os ecossistemas. Conhecer os componentes físicos, biológicos e antrópicos, os processos morfodinâmicos e a dinâmica de cada ecossistema é fundamental para a conservação e/ou recuperação das condições ambientais necessárias para garantir a sobrevivência dos ecossistemas, nos quais se inclui o ser humano.

### **Ecossistema:**

“Unidade funcional básica na ecologia, pois inclui tanto os organismos quanto o ambiente abiótico, cada um destes fatores influencia as propriedades do outro e cada um é necessário para a manutenção da vida, como a conhecemos na terra” (Eugène Odum, 1988).

## Multifuncionalidade:

As florestas são fontes de produtos essenciais para o homem, desde os madeireiros e suas aplicações como fonte de energia, estruturas, móveis, celulose e papel, até os produtos não madeireiros, como frutos, folhas e resinas. Além disso, fornecem serviços para todo o meio ambiente, regulação do clima, ecoturismo e lazer, controle de erosão, regulação de gases poluentes e do efeito estufa, corredores ecológicos e ciclagem de nutrientes, recuperação de espaços degradados, restauração hidrológica e florestal, proteção e/ou recuperação do equilíbrio hidrológico dos ecossistemas, regulação do ciclo hidrológico, infiltração de águas pluviais no solo, proteção do solo contra erosão, dentre outros.

### **Rios Voadores:**

As massas de ar carregadas de vapor, como ocorre na Amazônia em decorrência da evapotranspiração das árvores, dão origem ao fenômeno dos “rios voadores”. Esses cursos de água atmosféricos contribuem para as chuvas, produção agropecuária e industrial e geração de energia. A floresta mantém a massa de ar úmida durante o deslocamento e quando essa massa encontra uma barreira natural, como a Cordilheira dos Andes, parte da umidade se precipita formando as cabeceiras dos rios amazônicos e outra parte segue em direção ao Sudeste, Centro-Oeste e Sul do Brasil, além de países vizinhos. Para manter esse sistema em funcionamento é importante conter o avanço do desmatamento. Caso contrário, pode haver prejuízo para a produção agropecuária, geração de energia e inúmeros outros aspectos.



## Uso e Ocupação do Solo

### Desmatamento

O Brasil possui a segunda maior área de florestas do mundo, com aproximadamente 524 milhões de hectares de florestas (61,5% do seu território), ficando atrás apenas da Rússia. Esta floresta é importante na regulação do clima em escala global. No entanto, entre os anos de 2012 e 2014, o Brasil perdeu 0,8% de sua vegetação florestal total. Somente o bioma Mata Atlântica sofreu uma redução de mais de 29 mil hectares no período compreendido entre 2015 e 2016, um aumento de 57% na taxa de desmatamento em relação ao período anterior.

Entre os impactos mais evidentes do desmatamento estão a perda de biodiversidade e a compactação, erosão e perda de produtividade de solos. A presença da vegetação produz um efeito de barreira física para a água, tanto no nível aéreo como no nível do solo. A parte aérea, isto é, as copas das árvores, intercepta pingos de chuva e reduz sua força de impacto no chão. Ao nível do solo, a vegetação diminui o escoamento superficial das águas, aumentando a possibilidade de infiltração no solo e minimizando o transporte de sedimentos. Além disso, o rápido escoamento da precipitação sobre o solo nas áreas desmatadas leva à formação de cheias, seguidas por períodos de diminuição do fluxo e até seca de cursos d'água.

### Desertificação

O processo de desertificação pode ser definido como a degradação dos solos, dos recursos hídricos e da vegetação nas regiões áridas, semiáridas e sub-úmidas, como conjunção de diversos fatores, inclusive do ambiente naturalmente hostil, mas notadamente pelas atividades humanas. No caso do Brasil, as áreas suscetíveis à desertificação ocupam cerca de 1.340.000 km<sup>2</sup>, atingem diretamente mais de 30 milhões de pessoas e se concentram na região Nordeste do país, além de algumas áreas afetadas pelos fenômenos da seca nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo.

Quando as terras atingem este grau de degradação, as primeiras consequências são a redução da fertilidade natural dos solos, a salinização e a alcalinização dos solos e das águas, diminuição da disponibilidade hídrica e da

biodiversidade, entre outras. Estes fatores influenciam diretamente a sobrevivência das comunidades locais e ampliam as mazelas sociais, uma vez que regiões inteiras sofrem com baixo dinamismo ou estagnação da atividade econômica.

## Erosão e Assoreamento

A perda de solo por erosão no mundo é da ordem de 25 a 40 bilhões de toneladas por ano, o que reduz significativamente a capacidade do solo em armazenar carbono, água e nutrientes. Além disso, são 25 a 40 bilhões de toneladas de sedimento disponível no ambiente para causar degradação de solos saudáveis e assoreamento de corpos d'água.

Países de clima tropical têm o problema agravado devido a chuvas de alta intensidade. A erosividade da chuva está associada à sua intensidade, ao diâmetro da gota e à velocidade final com que a água se choca com o solo. Já a erodibilidade do solo está relacionada a fenômenos complexos que envolvem a estruturação do mesmo.

A presença de sedimentos e o conseqüente assoreamento de aquíferos superficiais estão relacionados ao tipo de uso e às características do solo. O papel dos engenheiros agrônomos, florestais, técnicos agrícolas e produtores rurais é de aumentar a duração do ciclo hidrológico, fazendo com que o tempo para que a água chegar aos oceanos seja maior. Isso pode ser alcançado com hidrotécnica e biotecnologias que favorecem a restauração dos equilíbrios hidrológicos. A maior duração da água nos continentes é interessante pois possibilita a entrada da água nos sistemas de produção, gerando renda e benefícios sociais.

## Estradas

Historicamente, o processo de construção das primeiras estradas no Brasil se deu sem nenhum planejamento. Os colonizadores, ao abrirem as primeiras vias, orientaram-se pela estrutura fundiária e pelas facilidades construtivas. A ausência de uma avaliação técnica sobre a estrutura do solo favoreceu o desenvolvimento de processos erosivos, dando início às primeiras ocorrências de danos às pistas de rolamento, às áreas marginais e à sua plataforma como um todo.

Atualmente, mesmo com o avanço tecnológico, a construção de estradas ainda se encontra associada a diversos impactos ambientais como ruídos, partículas em suspensão, início e aceleração de processos erosivos, carreamento de

sólidos e assoreamento de curso d'água, supressão de vegetação nativa, alteração nos habitats, criação de barreiras à vida selvagem sensível e atropelamento de animais, possibilidade de acidentes com cargas perigosas com contaminação de rios e lagos, aumento do número de incêndios nas proximidades, dentre outros.

Segundo o Sistema Nacional de Viação, em 2016, a malha rodoviária do Brasil era de aproximadamente 1.6 milhões de quilômetros, divididos em estradas pavimentadas (200 mil quilômetros) e não pavimentadas (1.4 milhões de quilômetros), entre rodovias federais, estaduais e municipais. A expressiva extensão das estradas não pavimentadas indica um alto potencial de intervenções técnicas, pelos profissionais de engenharia, com vistas a reduzir os impactos associados, em especial com a utilização de tecnologias de conservação do solo e a minimização de impactos sobre a fauna e flora.

### Impermeabilização do solo e expansão urbana sem planejamento

○ processo de expansão urbana ocorre por intensificação, em áreas já utilizadas, ou pelo uso de novas áreas, geralmente periféricas. Esse processo provoca intensas modificações no uso do solo, e se intensifica quando a expansão ocorre em áreas impróprias ou sem planejamento, uma vez que, após a supressão da vegetação nativa, ocorre a ocupação de áreas com riscos sanitários, ambientais e geológicos. Há também a impermeabilização da área, o aumento do escoamento superficial, e, conseqüentemente inundações, avanço dos processos de deslizamento de encostas e erosão e assoreamento dos corpos hídricos.

○ Sistema de Informação Geográfica é uma ferramenta importante para os engenheiros no desenvolvimento urbano. A expansão urbana deve ser realizada com base em cartas temáticas com, no mínimo, as classes de solos, relevo, vegetação, mananciais hídricos e estrutura rodoviária. As superposições dessas cartas permitem indicar o uso de uma determinada área, de gleba de terra, de acordo com suas potencialidades e fragilidades, compondo, assim, um mosaico de crescimento urbanístico com sustentabilidade.

## Expansão de fronteiras agrícolas

As fronteiras agrícolas no país se expandem desde o Brasil Colônia. Nas últimas quatro décadas, entretanto, o aumento da produção de alimentos deu-se antes pelo uso intensivo de conhecimento e tecnologia do que pela expansão da área utilizada, o efeito poupa-terra. Esse modelo permitiu que o Brasil saísse da condição de importador de alimentos na década de 1960, para grande exportador na década de 1990.

A economia de recursos naturais se dá graças a avanços tecnológicos na fertilização do solo, controle de pragas, melhoramento genético, mecanização das atividades e nutrição animal, entre outros fatores. Com o uso de técnicas e tecnologias adequadas, os profissionais podem evitar ou minimizar os problemas associados à expansão da fronteira agrícola.

**De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, a demanda por alimentos será maior. Em 2050, a população mundial estimada será de 9,8 bilhões de pessoas, e a produção de alimentos deverá aumentar em 70%. Neste cenário, o Brasil se tornará o principal fornecedor de commodities, com necessidade de aumento de 35% da atual produção.**

## Paisagens degradadas

Áreas ou paisagens degradadas são locais onde ocorreram processos danosos ao meio ambiente que resultaram na perda ou redução de algumas de suas propriedades, tais como a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais (Decreto Federal 97.632/1989).

A degradação da paisagem no Brasil atinge todos os biomas, sendo mais intensa nas áreas onde a ocupação humana é mais antiga, como é o caso da Mata Atlântica. Tendo isto em vista, em janeiro de 2017, foi publicado o Decreto 8.972, que institui a Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Proveg), a ser implantada por meio do Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Planaveg). Para a recuperação destas áreas, deve ser caracterizado o local de modo a possibilitar a avaliação da capacidade de suporte do ambiente e o diagnóstico de todos os passivos existentes no local, definindo ações visando a recuperação da área. A etapa de manutenção e monitoramento

visa a acompanhar o processo da recuperação ambiental e o retorno da qualidade ambiental da área.

---

## Contaminação e Poluição

### Áreas contaminadas

Uma área é considerada contaminada quando há, comprovadamente, a introdução de substâncias ou compostos em concentrações que podem determinar danos e/ou riscos à saúde humana, ao meio ambiente ou a outros bens. O monitoramento, a avaliação e o gerenciamento dos impactos do uso destas substâncias devem ser vistos como atividades técnicas e essenciais para garantir a sustentabilidade local.

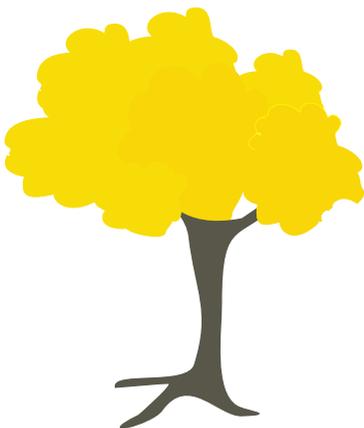
**Em 2016, foram registradas, em Minas Gerais, 642 áreas contaminadas ou em reabilitação, das quais 198 (31% do total) encontram-se no município de Belo Horizonte.**

### Uso inadequado de agrotóxicos

Os defensivos agrícolas, também chamados agrotóxicos, podem ser aliados do agricultor no controle de pragas e doenças das culturas. Seu mau uso, entretanto, pode contaminar o solo, a água, tanto superficial quanto subterrânea, o ar e a biota.

Para minimizar a contaminação e a poluição do meio ambiente, é necessário que se faça o uso adequado desses produtos através de um programa de manejo integrado de pragas e doenças e, quando possível, usar espécies tolerantes ou resistentes.

Quando houver a utilização de defensivos, é necessário seguir o receituário agrônomo e as recomendações, como uso de EPI, diluição, logística reversa de embalagens vazias (reciclagem), formas de aplicação, prazo de carência à comercialização e tantos outros aspectos importantes para o uso seguro do agrotóxico. Também é importante a capacitação do aplicador, a manutenção constante e calibração dos equipamentos e a aplicação em condições climáticas adequadas, de acordo com a orientação do profissional responsável técnico pela receita agrônoma.



Os sistemas agroecológicos, por não utilizarem agrotóxicos, não incorrem na possibilidade do uso errado de insumos e fertilizantes. Entretanto, não estão completamente isentos do problema. Alguns produtos aceitos na agroecologia podem comprometer a qualidade do alimento posto à mesa do consumidor, como pó de rocha com presença de elementos tóxicos. Na agroecologia, como na agricultura convencional, o controle dos processos é fundamental.

**O Brasil é o maior consumidor de defensivos agrícolas do mundo, entretanto, tem a maior extensão de terras agrícolas em clima tropical do planeta. Países submetidos ao frio intenso têm as variações drásticas de temperatura como controle biológico natural à maioria das pragas e doenças.**

### Disposição de resíduos sólidos

A produção de resíduos sólidos no Brasil cresce cerca de 7% ao ano, e a geração média já é de aproximadamente 1 kg por habitante/dia, padrão similar ao da União Europeia. Um agravante é ausência de sistemas de tratamento adequado: os resíduos sólidos urbanos ainda são depositados em lixões a céu aberto.

**Em 2015, apenas 57,71% da população urbana era atendida por sistemas de tratamento e/ou disposição final de resíduos sólidos urbanos regularizados ambientalmente, porcentagem que representa 9.647.120 habitantes de 296 municípios. A situação do esgotamento sanitário é similar. A maior parte dos municípios mineiros (77,73%) não realiza tratamento de esgotos ou atende a menos de 35% da população.**

A disposição inadequada dos resíduos e efluentes em solo compromete a qualidade do próprio solo, da água e do ar, gerando o chorume (efluente da decomposição da matéria orgânica), e formando gases tóxicos, asfixiantes e associados ao efeito estufa. Esses materiais representam um risco potencial à saúde humana, e suas fontes de contaminação são a dispersão no solo do chorume e dos metais pesados, por lixiviação e percolação.

---

## Mudanças Climática

### Incêndios florestais

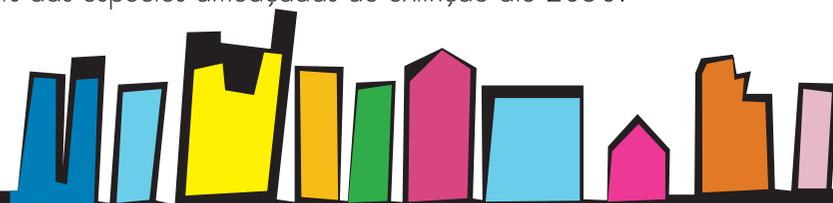
○ Manejo Integrado de Fogo (MIF) é uma tecnologia viável em termos de custo e de eficácia, com uma abordagem holística que considera aspectos ecológicos, socioculturais e técnicos. Deve-se observar a época certa e a quantidade suficiente, sem queimas desnecessárias e de forma moderada e prudente, com vistas a garantir a conservação e o uso sustentável de ecossistemas. O uso correto da queima pode, inclusive, reduzir incêndios e contribuir para redução de emissões de gases de efeito estufa.

Os incêndios florestais são fenômenos naturais essenciais para boa parte das vegetações que ocorrem em Minas. Desde o início da colonização, o fogo é usado para moldar as paisagens às necessidades dos homens. Porém, seu uso indiscriminado e sua incidência em dias impróprios, com temperaturas elevadas (acima de 30°C) e umidade do ar muito baixa (abaixo de 30%), faz dele uma ferramenta de alterações profundas no ambiente e, muitas vezes, danosas.

### Redução da biodiversidade

○ Brasil abriga alguns dos maiores *hotspots* de biodiversidade mundial, ou seja, áreas de elevada riqueza natural que carecem de urgente conservação. A Mata Atlântica e o Cerrado vêm sofrendo pressão crescente devido às atividades antrópicas, em especial aquelas associadas à expansão das fronteiras agropecuárias, especulação imobiliária e frentes de mineração. Além destas causas, as mudanças climáticas configuram uma grave ameaça à biodiversidade dos biomas brasileiros.

Nos últimos 100 anos, foi possível observar alterações significativas no clima e nos extremos climáticos, com impactos afetando a distribuição geográfica de plantas e animais. Alguns estudos apontam que as mudanças climáticas deixarão de 15 a 37% das espécies ameaçadas de extinção até 2050.



Os *hotspots* de biodiversidade são áreas prioritárias para conservação por apresentarem altos níveis de diversidade e endemismo, ou seja, de vegetação específica daquela região.

## Riscos climáticos

Algumas atividades, a exemplo da agricultura e pecuária, estão mais suscetíveis aos riscos climáticos e, portanto, é fundamental trabalhar na adaptação, aumentando sua resiliência. Os principais eventos meteorológicos que vêm afetando a produção agropecuária em Minas Gerais estão relacionados ao baixo volume pluviométrico e o aumento de dias consecutivos sem chuva, provocando danos ao processo produtivo. Estes eventos podem causar insegurança alimentar, o que está diretamente ligado aos ODS números 1 e 2, relativos ao combate à pobreza e à fome.

A ONU calculou, em 2017, que 815 milhões de pessoas no mundo sofrem com a fome e que, somente em 2015, 65 milhões de pessoas no mundo foram forçadas a deixar seus lares por situações relacionadas a conflitos internos, vulnerabilidade e eventos ligados a mudanças climáticas, sendo necessário investir em segurança alimentar e desenvolvimento rural.

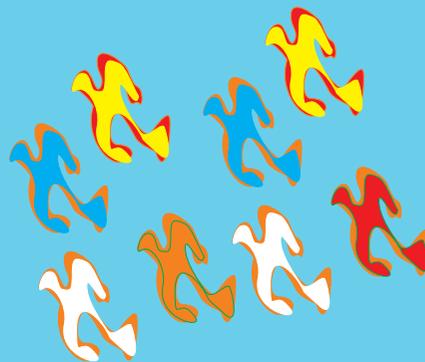
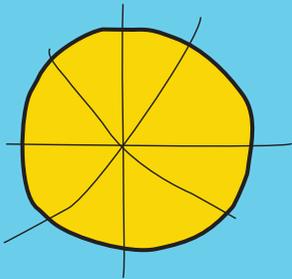
---

## Biopirataria

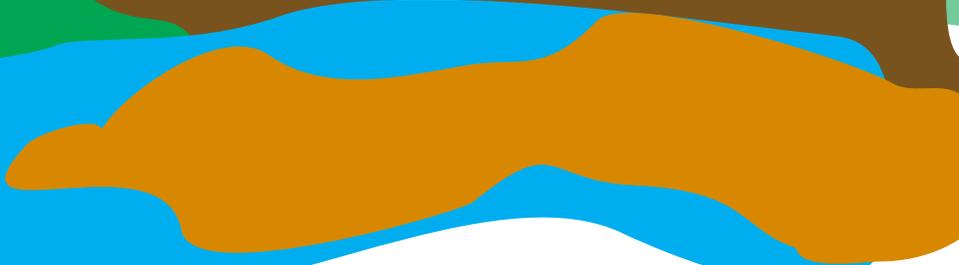
○ Brasil vem sofrendo com a biopirataria ao longo de sua história. Suas riquezas naturais foram exploradas pelos colonizadores e, agora, são exploradas pelas multinacionais. Um exemplo histórico foi a usurpação de sementes de seringueiras da Amazônia pelos ingleses e seu o plantio em países asiáticos e africanos, culminando com o declínio do Ciclo da Borracha brasileira. Recentemente, uma empresa japonesa, K K Evyla Corporation, registrou patentes associadas ao açaí, tradicional fruta da região Norte.

Estima-se que o valor monetário dos serviços ambientais associados à biodiversidade gira na ordem de centenas de trilhões de dólares anuais. E o Brasil, em razão de sua alta biodiversidade, é um dos países mais prejudicados anualmente, por conta da biopirataria genética, saem do Brasil em torno de US\$ 1,5 bilhão de bens naturais. ○ tráfico de animais silvestres movimenta anualmente cerca de US\$ 20 bilhões em todo o mundo, sendo que do Brasil são extraídos cerca de 15% do total desse tráfico.

**Biopirataria é “a atividade que envolve o acesso aos recursos genéticos de um determinado país ou aos conhecimentos tradicionais associados a tais recursos genéticos (ou a ambos) em desacordo com os princípios estabelecidos na Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB)” (Juliana Santill, 2004).**



**ENXERGAR A  
REALIDADE PARA  
PROPOR O  
DEBATE.**





## SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS. CONVERGÊNCIA TECNOLÓGICA E INOVAÇÃO

O compromisso com a sustentabilidade deve ser absorvido por todos profissionais das áreas tecnológicas, de forma a garantir o alcance dos ODS e evitar o surgimento dos problemas apresentados anteriormente. Neste tópico são apresentadas soluções tecnológicas que incorporam os princípios da sustentabilidade e que podem ser adotadas como referência para contornar, evitar ou mitigar tais problemas.

---

### Restauração Florestal

A restauração florestal ou, de forma mais ampla, a restauração ecológica, é o processo de auxílio ao restabelecimento de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído. Entre as técnicas existentes para se proceder à restauração de ecossistemas existem as de menor intervenção humana, que privilegiam a capacidade de regeneração natural do ecossistema, e também as intervenções mais elaboradas, nas quais é feito o manejo do solo, o controle de espécies invasoras e o plantio de mudas. A escolha da técnica mais adequada depende dos objetivos da restauração, do grau de degradação e de resiliência do ecossistema e do orçamento disponível para a atividade.

O desafio brasileiro é grande. Estima-se que apenas com a promulgação do Novo Código Florestal foram consolidados mais 21 milhões de hectares de área reflorestada, sendo 78% de áreas de reserva legal e 22% de áreas de preservação permanente que circundam as regiões de rios.

---

## Manejo de solo – Práticas conservacionistas do solo/água

Manejar o solo significa aplicar um conjunto de técnicas com a finalidade não só de protegê-lo como também melhorar a produção das culturas. As técnicas edáficas, mecânicas e vegetativas têm como objetivo o manejo e a conservação do solo e da água, pois esses dois recursos naturais são interdependentes em diversos aspectos, evidenciados aqui pelo fator degradação e conservação/preservação. Devem ser, preferencialmente, aplicadas em conjunto e com orientações técnicas considerando os fatores declividade, intensidades e quantidades de chuva (retenção e escoamento, histórico e frequência, quando existente), características físicas do solo e uso e cobertura do solo.

---

## Silvicultura

A alteração do uso do solo no país, historicamente, ocorreu para a abertura de fronteiras agrícolas, nas quais a floresta foi substituída principalmente por pastagem e produção de grãos em larga escala. Hoje há ainda uma forte pressão pela necessidade de uso de madeira, principalmente como fonte de papel e celulose, energia e outros usos madeireiros. Nesse contexto, o plantio de espécies exóticas, que foi introduzido no país há mais de um século, torna-se uma alternativa viável para suprir essa demanda e ocupar as áreas degradadas utilizando hidrotécnicas que favoreçam as condições do solo para sustentar a vegetação.

Outra estratégia para minimizar os danos é a adoção de técnicas de plantio mínimo e plantio consorciado como é o caso dos sistemas agroflorestais. Neles, é possível consorciar duas ou mais espécies florestais ou forrageiras junto ao eucalipto, otimizando o uso do solo, favorecendo a ciclagem de nutrientes e diminuindo a necessidade do uso de adubos solúveis industrializados.

**O Brasil possui cerca de 60% do território coberto por florestas, sendo um dos territórios com maior cobertura florestal do mundo. As florestas plantadas ocupam 6,6 milhões de hectares, concentradas principalmente em Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Bahia, sendo fundamentais para diminuir a pressão sobre as florestas nativas.**

---

## Engenharia genética (adaptação seca/água)

A engenharia genética pode ser definida como um conjunto de técnicas e métodos que permitem a manipulação de material genético e a criação de inúmeras combinações entre genes de organismos diferentes. Ela tem sido utilizada para que a planta possa ser resistente ao ataque de pragas, ter melhoria da qualidade nutricional, ser resistente à aplicação de herbicidas e aumentar a tolerância ao estresse ambiental, como é o caso de algumas plantas de importância agrícola resistentes à seca.

Quando a engenharia genética é associada às estratégias de melhoramento convencional com a biotecnologia, fisiologia, entre outras áreas correlatas, pode acelerar a obtenção de resultados, minimizando os efeitos negativos da seca. Com o cenário hídrico mundial, essa tem sido uma preocupação constante de pesquisadores em várias regiões, que buscam o desenvolvimento de plantas de interesse agrícola com tolerância ao estresse hídrico ou mais eficientes no uso da água.

---

## Controle biológico de pragas

O controle biológico pode ser definido como o controle de pragas através de inimigos naturais, tais como: vírus, fungos, bactérias, parasitóides e predadores. O uso desses inimigos naturais não agride o meio ambiente nem o ser humano, não mata os inimigos naturais das pragas, não contamina rios, nascentes e aplicadores e não deixa resíduos no produto final a ser consumido in natura pela população. Apesar da simplicidade, há necessidade de muita pesquisa e mudança de hábitos do agricultor.

Outra estratégia de controle biológico é o aumentativo, que pode ser utilizado quando o manejo da agrobiodiversidade ainda for insuficiente para manter as populações de inimigos naturais em níveis capazes de exercer o controle das pragas. Os inimigos naturais (predadores, parasitoides e patógenos) são multiplicados em laboratório e posteriormente liberados em campo. Essas liberações podem ser de forma inoculativa, visando a um controle ao longo de tempo, ou inundativa, visando a um controle imediato. Nesse caso, os inimigos naturais funcionam como inseticidas biológicos e não é esperado efeito a médio ou a longo prazo, sendo sua liberação necessária toda vez que houver um aumento populacional da praga.

---

## **Biodigestor e fertirrigação**

Os biodigestores são uma excelente alternativa para empreendimentos pecuários em confinamento, por gerarem alta carga orgânica em local determinado. Com a utilização de biodigestores, além de resolver um problema ambiental, o empreendedor pode diminuir os custos com fertilizantes e com geração de energia.

A fertirrigação é uma técnica de adubação que utiliza equipamentos de irrigação para fazer aplicação do fertilizante. O objetivo da fertirrigação é atender a demanda nutricional da planta, diferente da irrigação cujo objetivo é atender a demanda hídrica.

---

## **Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)**

O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) é um instrumento econômico de recompensa por ações que, direta ou indiretamente, preservam ou potencializam os serviços ecossistêmicos, como a manutenção de recursos genéticos, provimento de água, regulação climática, entre outros.

É uma relação de troca onde há que se definir claramente os serviços ecossistêmicos, os provedores e os recebedores desses serviços, e ainda os pagadores. Trata-se dos princípios do “usuário pagador” e do “provedor recebedor”. O PSA pode ser feito com transferência de recursos financeiros ou não, podendo haver outros tipos de contrapartidas econômicas.

---

## **Plano Agricultura de Baixo Carbono (ABC)**

É o plano setorial que contempla a mitigação e a adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura, oferecendo ferramentas técnicas e apoio financeiro para que os produtores rurais se preparem para lidar com esta nova realidade relacionada às mudanças climáticas, definindo uma nova dinâmica de uso da terra para o presente e os próximos anos.

Em linhas gerais, propõe o uso de tecnologias de produção sustentáveis que favoreçam a adaptação das práticas agropecuárias às mudanças do clima e evitem perdas econômicas para os produtores. O Plano ABC é composto por sete programas que visam a: apoiar os produtores rurais a intensificar a recuperação de pastagens degradadas; implantar maiores áreas com a integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) e com sistemas agroflorestais (SAFs); expandir o uso do sistema de plantio direto (SPD); implantar novas áreas com florestas comerciais (FP); ampliar o tratamento de resíduos de animais; estimular o uso da fixação biológica de nitrogênio (FBN).

---

## Sistema Agroflorestais (SAF)

Trata-se de uma prática milenar, que pode ser definida como o uso do solo que envolve a retenção ou introdução de árvores, palmeiras, bambus, entre outras espécies lenhosas perenes, nas áreas de produção agropecuária, visando benefícios das interações ecológicas e econômicas. Há diversos tipos de Sistemas Agroflorestais (SAF), desde sistemas mais simplificados, com poucas espécies e baixa intensidade de manejo, até sistemas altamente complexos, com alta biodiversidade, similares aos ecossistemas florestais naturais.

Esses sistemas podem se tornar modelos de produção mais eficazes em relação à conservação do solo, água e biodiversidade, servindo, inclusive, de alternativa, em casos específicos, para adoção de áreas destinadas à conservação, como as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Reserva Legal, constituindo-se atividades produtivas de baixo impacto, e criando oportunidades de geração de renda.

**No manejo agroflorestal, busca-se aumentar a produção de biomassa e diversidade vegetal por unidade de área plantada. A prática de produzir e utilizar muita matéria vegetal, incluindo podas frequentes, onde o material pode ser picado e disposto sobre o solo, propiciando maior contato entre o material e a superfície, busca garantir uma cobertura constante do solo, refletindo também na melhoria da fertilidade, aumento da infiltração e armazenamento da água das chuvas, e maior estabilidade da temperatura adequada a atividade biológica.**

---

## Tratamento e disposição de resíduos

Novas soluções têm se destacado no cenário internacional como alternativas para dar uma destinação ao volume crescente de resíduos, como tecnologias de tratamento, como a reciclagem, compostagem mecanizada, digestão anaeróbica e incineração com recuperação de energia, que reduz consideravelmente o volume destinado aos aterros sanitários.

Não existem tecnologias melhores que outras, mas sim tecnologias apropriadas e que respeitam os aspectos sociais, ambientais e econômicos do local onde serão implantadas. Outro aspecto relevante é que as tecnologias devem ser escolhidas de forma integrada. O sistema de tratamento (rota tecnológica), o modelo de gestão, o arranjo institucional devem ser definidos de forma conjunta, apoiados em políticas públicas, em estudos de viabilidade econômica e com envolvimento da sociedade. Além disso, as soluções devem estar associadas à políticas que promovam a redução da geração de resíduos, melhorem a eficiência na separação dos resíduos na fonte, como forma de reduzir as emissões de GEE, e o custo da incineração.

---

## Integração Lavoura – Pecuária – Floresta

A Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) desponta como uma das práticas mais promissoras e sustentáveis para recuperação de áreas degradadas, tanto de pasto quanto de culturas, com reduzido custo ambiental. Neste sistema, o solo é explorado de maneira intensiva durante todo o ano, favorecendo o aumento na oferta de grãos, forragem, leite, carne e produtos madeiros. A diversificação de atividades na propriedade, reduz os riscos e proporciona ganhos mútuos ao produtor.

Esses sistemas têm potencial para aumentar a produtividade e reduzir os riscos de degradação, melhorando as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, além de contribuir para a conservação do solo e da água, reduzindo a erosão em áreas de declive e aumentando a infiltração de água no solo pela recomposição da cobertura vegetal.

---

## Manejo Integrado de Pragas/ Doenças/Plantas

O manejo integrado de pragas/doenças/planta, possibilita a diminuição no uso de agrotóxicos, devido à adoção de estratégias conjuntas e a o monitoramento constante. Esse tipo de manejo visa a manutenção das pragas, doenças e/ou plantas espontâneas ou invasoras abaixo do limiar de dano econômico (LDE), através da utilização de diversas técnicas disponíveis para o controle, baseadas em análises de custo e benefícios que levam em conta os interesses dos produtores e os impactos na sociedade e no meio ambiente.

---

## Certificação florestal

A certificação florestal é um processo que visa atestar o processo produtivo e o produto de uma empresa sob o ponto de vista da qualidade e sustentabilidade. A adesão ao processo de certificação é voluntária, porém serve para a empresa comprovar à sociedade e ao mercado consumidor que o seu produto se adequa a elevados padrões ecológicos, sociais e econômicos. Além da certificação do manejo de florestas, existe também a certificação da cadeia de custódia, que visa garantir que toda a matéria-prima utilizada em determinado processo possui origem certificada.

Os sistemas mais difundidos mundialmente são o FSC (*Forest Stewardship Council*) e o PEFC (*Programme for the Endorsement of Forest Certification*), que reconhece internacionalmente o Cerflor (Programa Brasileiro de Certificação Florestal). Estas instituições estabelecem critérios e princípios para o bom manejo de florestas nativas e plantadas, ou seja, processos que causam o mínimo impacto ambiental, conservam a biodiversidade, observam legislações ambientais e trabalhistas, obtêm boa produtividade, agregam valor ao produto, entre outros.



## CASOS DE SUCESSO

---

### Construção de Barraginhas



<http://projetobarraginhas.blogspot.com.br>

O Projeto Barraginhas é coordenado pelo engenheiro agrônomo Luciano Cordoval de Barros, da Embrapa Milho e Sorgo. O sistema consiste na construção de pequenas cavidades em formato meia lua, em terrenos com declividade até 6%, e no formato de arco de flecha na declividade entre 6 e 12%. Elas são dimensionadas e localizadas de modo a captar as enxurradas, retendo a água por tempo suficiente para sua infiltração. No projeto é fundamental o envolvimento das comunidades e a formação de parcerias. A transferência da tecnologia barraginhas às instituições parceiras é sempre acompanhada de treinamentos.

---

### Produtor de Água • Extrema (MG)



<http://produtordeagua.ana.gov.br/>

O projeto Conservador das Águas, primeira experiência brasileira em pagamento por serviços ambientais (PSA), foi concebido com o objetivo de manter a qualidade dos mananciais de Extrema (MG) e promover a adequação ambiental das propriedades rurais, priorizando uma ação mais preventiva do que corretiva. O projeto, que integra o programa Produtor de Água, da Agência Nacional de Águas, está alinhado à tendência mundial de pagamento por serviços ambientais e perfeitamente ajustado ao princípio do provedor-recebedor adotado na gestão de recursos hídricos. Executado conforme a Lei Municipal 2.100/2005 e o Decreto 2.409/2010, o projeto teve início na sub-bacia das Posses, que apresentava apenas 10% da cobertura vegetal nativa e na qual todas as propriedades necessitavam de ações para a adequação ambiental.

---

## ABC Cerrado



<http://www.senar.org.br/programa/abc-cerrado>

O projeto Agricultura de Baixa Emissão de Carbono no Cerrado (ABC Cerrado) busca soluções para os desafios da agropecuária, por meio de alternativas nos sistemas produtivos. Para isto, incentiva a produção sustentável em áreas já convertidas para o uso agropecuário, diminuindo a pressão sobre as florestas nativas do Bioma Cerrado. O ABC Cerrado integra o Programa de Investimentos em Florestas administrado pelo Banco Mundial e, no Brasil, é resultado de parceria entre o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (Senar). Em Minas Gerais, está estruturado em três etapas: seminários de sensibilização, cursos de capacitação e assistência técnica para produtores rurais selecionados durante as capacitações.

---

## Cultivando Água Boa • Brasil/Paraguai



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

O programa Cultivando Água Boa reconhece a água como recurso universal e pertencente a todos e busca, através de parcerias, desenvolver estratégias locais para o enfrentamento das mudanças climáticas. Promove gestão por bacia hidrográfica, buscando a melhoria de qualidade e quantidade de água, bem como o desenvolvimento rural sustentável, com o desenvolvimento de arranjos produtivos locais e inclusão social e produtiva. Atua com a gestão para a sustentabilidade de segmentos vulneráveis, a recuperação de áreas, os sistemas de produção, a gestão da informação territorial, as mudanças culturais e comportamentais e a gestão participativa. Dentre as ações do programa, destacam-se a recuperação de nascentes e matas ciliares, a readequação de estradas, os terraceamentos, o plantio direto, a diversificação de culturas, os abastecedouros comunitários, o incentivo ao turismo rural, o desenvolvimento da aqüicultura em tanque-rede, o reaproveitamento de dejetos para a produção de biogás e geração de energia elétrica, térmica e combustível, dentre outras.

---

## Bosque Modelo

Os Bosques Modelo (BM) são territórios de desenvolvimento sustentável, compreendendo um mosaico de usos, com processos sociais inclusivos e participativos, que contribuem para os objetivos globais de redução da pobreza e das mudanças climáticas e de desenvolvimento sustentável. O conceito nasceu na década de 1980 no Canadá, com o objetivo de orientar a gestão de áreas protegidas e engajar a população do entorno. Os atores envolvidos nos Bosques Modelo buscam avançar no uso e manejo do solo, de maneira colaborativa, através de uma governança local que coordena as ações relacionadas a agricultura sustentável, exploração florestal, turismo rural, gestão de bacias hidrográficas, proteção da biodiversidade, instrumentos legais e adequação ambiental, entre várias outras. No Brasil existem três Bosques Modelo, sendo dois em Minas Gerais, o Bosque Modelo da Mata Atlântica e o Bosque Modelo Mosaico Sertão Veredas-Peruaçu.



<http://www.ief.mg.gov.br/florestas/bosques-modelo>

---

## Bolsa Verde • Política Pública de Pagamento por Serviços Ambientais do Estado de Minas Gerais

O Bolsa Verde é um programa criado pela Lei Estadual 17.727/2008 e regulamentado pelo Decreto 45.113/2009, que estabeleceu que o Estado de Minas Gerais concederá incentivo financeiro a proprietários e posseiros rurais, para a identificação, recuperação, preservação e conservação de: áreas necessárias à proteção das formações ciliares e à recarga de aquíferos; e áreas necessárias à proteção da biodiversidade e ecossistemas especialmente sensíveis. A execução operacional do Bolsa Verde é feita pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF), que atua como Secretaria-executiva, e a gestão do Programa, através da definição de critérios e prioridades para a seleção de beneficiários, é realizada por um Comitê Executivo formado por várias instituições.



<http://www.ief.mg.gov.br/bolsa-verde>

## Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) • Viçosa, Itabira e Guanhães

A preocupação com a desregularização das vazões nos principais mananciais de abastecimento dos municípios de Viçosa, Itabira e Guanhães, e com a eminente possibilidade de escassez hídrica com um colapso no sistema de abastecimento de água levaram as autarquias a investir em técnicas de conservação de água e solo. Em Viçosa e Itabira, após monitorar e analisar o comportamento hídrico nas bacias experimentais, iniciou-se a implantação de técnicas de conservação de solos e água de acordo com as características físicas, do uso do solo e climáticas locais. As técnicas edáficas, mecânicas e vegetativas foram mescladas de forma a reduzir ao máximo o escoamento superficial e promover a infiltração de água do solo, com conseqüente melhoria da produtividade agrícola nas propriedades rurais. Como resultado pode-se citar o aumento de vazão mínima de 61% e redução do escoamento superficial em 55% na bacia experimental em Viçosa. Em Itabira, o monitoramento da vazão antes da aplicação das técnicas indicava uma redução da vazão mínima de 62% de 2006 para 2007, após a implantação das técnicas de conservação ainda houve uma redução de 22% de 2007 para 2008 (a redução da vazão mínima apresentou um valor menos expressivo do que no ano anterior onde a redução de vazão foi de 62%), mas no período de 2008 para 2009 foi registrado um aumento da vazão mínima de 4%



Viçosa: <http://www.saaevicosa.mg.gov.br/>



Itabira: <http://www.saaeitabira.com.br/>



Guanhães: <http://www.saaeguanhaes.com.br/>

**O** solo é essencial tanto para as atividades humanas quanto para a biodiversidade. É ele que dá suporte à vida na terra, às florestas, à infraestrutura, às cidades, aos ecossistemas, à produção de alimentos e dos demais bens de consumo, além de filtrar e armazenar água. Há ainda muito a se dizer sobre o solo, mas apenas nessas poucas palavras já é possível traçar relações com todos os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e, mais especificamente, com os objetivos de acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável (ODS 2); assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos (ODS 6); construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação (ODS 9); tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis (ODS 11) e 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 (ODS 15). Também é possível traçar relações indiretas com todos os demais objetivos, que são, afinal, indissociáveis.

As florestas e ecossistemas que provêm diversos serviços dos quais desfruta a coletividade, como regulação climática, princípios farmacológicos, entre outros, também colaboram direta ou indiretamente com os ODS, principalmente para assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos (ODS 7), combater a mudança do clima e seus impactos (ODS 13) e os já citados ODS 6 e ODS 15. É preciso lembrar, ainda, que a ONU reconhece no documento Agenda 2030 que a erradicação da pobreza é o maior desafio global e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável. Cabe, portanto, aos profissionais das engenharias o desafio de desenvolver e disseminar essas soluções e casos de sucesso dentro das múltiplas realidades locais. Todos os Objetivos, em verdade, estão interconectados de tal forma que, para o alcance dos mesmos, a atuação responsável dos diversos profissionais das áreas tecnológicas – engenheiros, tecnólogos e técnicos – é a engrenagem fundamental em direção ao desenvolvimento sustentável.



- ACORDO DE PARIS. **Convenção Marco das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima**. Paris: ONU, 2015.
- ALEIXO, A.; ALBERNAZ, A. L.; GRELE, C. E. V. Climate Change and Biodiversity of Brazilian Biomes: Past, Present, and Future. **Natureza e Conservação**, v. 8, p. 194-196, 2010.
- ALVARENGA, L. A. *et al.* Hydrologic impacts due to the changes in riparian buffer in a headwater watershed. **CERNE**, Lavras, v. 23, 1, p. 95-102, Janeiro/Março 2017.
- ALVARENGA, R. C. *et al.* **Sistema de integração lavoura-pecuária como estratégia de produção sustentável em região com riscos climáticos**. Comunicado Técnico, 2015.
- ALVES, F. S. M.; FISCH, G.; VENDRAME, I. F. Modificações do microclima e regime hidrológico devido ao desmatamento na Amazônia: estudo de um caso em Rondônia (RO), Brasil. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 29, 3, Setembro 1999.
- BALMFORD, A. *et al.* Economic reasons for conserving wild nature. **Science**, v. 297, p. 950-953, 2002.
- BARBOSA, L. C. **Os Pesticidas, o Homem e o Meio Ambiente**. Viçosa: UFV, 2004.
- BARBOSA, P. **Conservation biological control**. New York: Academic Press, 1998.
- BASSETT, C. L. Water use and drought response in cultivated and wild apples. In: VAHDATI, L.; LESLIE, C. **Abiotic Stress - Plant Responses and Applications in Agriculture**. [S.l.]: InTech, 2013. p. 249-275.
- BASSO, V. M. *et al.* Contribuição da certificação florestal ao atendimento da legislação ambiental e social no estado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, 34, 4, Jul/Ago 2012.
- BELARMINO, A. I. N. **A Biodiversidade Brasileira e os Prejuízos da Biopirataria**. UFSC. Florianópolis. 2008.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 8ª. ed. São Paulo: Ícone, 2012.
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global – esboço metodológico. **Caderno de Ciência da Terra**, v. 13, p. 1-27, 1972.
- BNDES. **Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão** - Pesquisa Científica. Brasília: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2013.
- BRANCALION, P. H. S. *et al.* Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. **Revista Árvore**, Viçosa, 34, 3, Junho 2010. 455-470.
- BRASIL. **Decreto Federal 97.632**, de 10 de abril de 1989. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12/04/1989, Seção 1, p. 5517.
- BRASIL. Ministério das Relações Exteriores. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), 2015**. Itamaraty.gov.br. Disponível em: <<http://www.itamaraty.gov.br/pt-BR/politica-externa/desenvolvimento-sustentavel-e-meio-ambiente/134-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-ods>>
- BRASIL. **Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e Casa Civil da Presidência da República, 2012.
- CASTRO, P. S.; GOMES, M. A. Técnicas de conservação de nascentes. **Ação Ambiental**, Viçosa, v. 4, p. 24-26, 2001.

CDB. **Convention on Biological Diversity. Harmony with Nature - the United Nations Decade on Biodiversity**, 2010.

CETESB. **Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas**. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo, p. 612. 2001.

CGEE. **Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2016.

DEMARCHI, L. C. **Adequação de estradas rurais**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Manual Técnico, Julho 2003.

DNIT. **Sistema Nacional de Viação**. Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre. Brasília. 2017.

DUMET, R. *et al.* **Estándar para el monitoreo y evaluación de bosques modelo: propuesta para orientar la gestión de iniciativas de la Red Iberoamericana de Bosques Modelo**. Gestión Integrada de Recursos Naturales a Escala de Paisaje, Turrialba, v. 11, Boletim Técnico 56, 2012.

EMBRAPA. **Gestão Ambiental na Agropecuária**. 1ª. ed. Brasília: Embrapa - Informação Tecnológica, 2007.

EMBRAPA. **Panorama da contaminação ambiental por agrotóxicos e nitrato de origem agrícola no Brasil: cenário 1992/2011**. Jaguariuna: Empresa Brasileira de Agropecuária, 2014.

FAEMG. **Água e Solo, Manejo e Conservação**. II Seminário Ambiental. Belo Horizonte: Faemg. 2015.

FAO. **Ano Internacional do Solo**. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. Roma. 2015.

FAO. **Status of the World's Soil Resources**. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. Roma. 2015.

FEAM. **Inventário de áreas contaminadas do Estado de Minas Gerais em 2016**. Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte. 2016.

FEAM. **Minas Trata Esgoto**. Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte. 2015.

FEAM. **Panorama da destina dos resíduos sólidos urbanos no Estado de Minas Gerais - 2015**. Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte. 2016.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia Brasileira: história, índices e conseqüências. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, 1, p. 113-123, 2005.

FEMG. **Resíduos, Fertilização e Bioenergia: Boas práticas no meio rural**. III Seminário Ambiental. Belo Horizonte: Faemg. 2016.

FERNANDES, M. R. (Ed.). Minas Gerais: **Caracterização de Unidades de Paisagem**. Belo Horizonte: Emater, 2014.

FERRÃO, R. G. *et al.* Genética e melhoramento: desenvolvimento e recomendação de cultivares com tolerância à seca para o Espírito Santo. **Incapem em Revista**, Vitória, v. 6, 7, 2016.

FONTES, A. R. M.; BARBOSA, A. P. Diagnóstico e Prognóstico da Ocupação e da Impermeabilização Urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, São Paulo, v. 8, 2, p. 137-142, Abril/Junho 2003.

FRACASSO, A.; TRINDADE, L. A. S. Drought tolerance strategies highlighted by two Sorghum bicolor races in a drydown experiment. **Journal of Plant Physiology**, v. 190, p. 1-14, 2016.

FRITSCHÉ-NETO, R.; BOREM, A. **Melhoramento de plantas para condições de estresses abióticos**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011.

FSC. **Forest Stewardship Council**. Forest Stewardship Council. Disponível em: <<https://br.fsc.org/pt-br>>

GARCIA, R. A. *et al.* Multiple Dimensions of Climate Change and Their Implications for Biodiversity. **Science**, v. 344, 2014.

GEBLER, L.; PALHARES, J. C. P. **Gestão Ambiental na Agropecuária**. Brasília: Embrapa - Informação Tecnológica, 2007.

- GOMES, R. C. **Interferências do uso e ocupação do solo na qualidade das águas do Ribeirão das Pedras** - Campinas – SP. PUC Campinas. Campinas. 2017.
- GONTIJO NETO, M. M. *et al.* **Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em Minas Gerais**. Boletim de Indústria Animal, 2014. 183-191.
- GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, 6, p. 1503-1510, 2012.
- HERNANI, L. C. *et al.* A erosão e seu impacto. In: MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E.; PERES, J. R. R. **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa Solo, 2002.
- IBAMA. **Instrução Normativa 04**, de 13 de abril de 2011. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Brasília. 2011.
- IBGE. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2015.
- IBGE. **Mudanças na Cobertura e Uso da Terra 2000 – 2010 – 2012 – 2014**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2016.
- IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB 2008**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. 2010.
- IBIA. **As árvores plantadas e seus usos múltiplos**. Disponível em: <[http://iba.org/images/shared/Biblioteca/Multiplos\\_Usos\\_da\\_Madeira.pdf](http://iba.org/images/shared/Biblioteca/Multiplos_Usos_da_Madeira.pdf)>
- INMETRO. **Cerflor**. Disponível em: <<http://inmetro.gov.br/qualidade/cerflor.asp>>
- IPEA. **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2016.
- JESUS, N. **Inter-relação entre geologia/relevo/solo/vegetação e atuação dos processos morfodinâmicos da unidade de paisagem Serra do Japi**: uma contribuição à conservação. Unesp. Rio Claro. 2004.
- LEITE, C. L.; MACIEL, G. A.; ARAÚJO, A. S. F. **Agricultura conservacionista no Brasil**. Brasília: Embrapa - Informação Tecnológica, 2014.
- LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos Solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.
- MACEDO, J. R.; CHAPECHE, C. L.; MELO, A. S. **Recomendações de manejo e conservação de solo e água** - Manual Técnico 20. Niterói: Programa Rio Rural, 2009.
- MAGRIN, G. O. *et al.* **Central and South America**. New York: Cambridge University Press, 2014. Cap. 27, p. 1499-1566.
- MAPA. **Suinocultura de Baixa Emissão de Carbono, Tecnologias de Produção mais limpa e aproveitamento econômico dos resíduos da produção de suínos**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2016.
- MAPBIOMAS. **Projeto de mapeamento anual de cobertura e uso do solo no Brasil**. Disponível em: <<http://mapbiomas.org/stats>>
- MATOS, A. T. **Poluição Ambiental - Impactos no meio físico**. Viçosa: UFV, 2010.
- MICCOLIS, A. *et al.* **Restauração Ecológica com Sistemas Agroflorestais: como conciliar conservação com produção**. Opções para Cerrado e Caatinga. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza - Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal, 2016.
- MMA. **Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007.
- MMA. **Florestas do Brasil em resumo**. Ministério do Meio Ambiente - Serviço Florestal Brasileiro. Brasília. 2009.
- MMA. **Programa Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca** - PAN Brasil. Ministério do Meio Ambiente - Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília. 2004.

MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 408, p. 853-858, 2000.

NARCISO, C. A. F. A cidade do futuro – Estrutura ecológica urbana: da sustentabilidade do ecossistema urbano. **Revista Vivência**, Natal, v. 34, p. 73-90, 2008.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Emissões de GEE do setor mudança de uso da terra**, Setembro 2016.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Tradução de C. J. Tribe. Rio de Janeiro: Editora Guanabra Koogan S.A., 1988.

OLIVEIRA, S. S. **O papel da avaliação de riscos no gerenciamento de produtos agrotóxicos**: diretrizes para a formulação de políticas públicas. USP. São Paulo. 2005.

ONU. **Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>

ONU. **Garantir segurança alimentar requer desenvolvimento rural sustentável e gestão das migrações**. 11 de outubro de 2017. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/garantir-seguranca-alimentar-requer-desenvolvimento-rural-sustentavel-e-gestao-das-migracoes/>>.

PAIVA, S. N. *et al.* A certificação florestal pelo FSC: Um estudo de caso. **Floresta**, Curitiba, 45, 2, 2015. 213-222.

PALÁCIO, H. A. Q. *et al.* Effective precipitation, soil loss and plant cover systems in the Caatinga Biome, Brazil. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, 4, Outubro/Dezembro 2016.

PARRA, J. R. P. *et al.* (Eds.). **Controle biológico no Brasil**: parasitoides e predadores. São Paulo: Manole, 2002.

PIRES, F. R.; SOUZA, C. M. **Práticas Mecânicas de Conservação do Solo e da Água**. Viçosa: UFV, 2003.

PRIMAVESI, A. **A Agricultura em Regiões Tropicais Manejo Ecológico dos Solos**. São Paulo: Editora Nobel, 2002.

PROJETO BARRAGINHAS. **Projeto Barraginhas**. Disponível em: <<http://projetobarraginhas.blogspot.com.br/>>.

PROJETO RIOS VOADORES. **Projeto Rios Voadores**. Disponível em: <<http://riosvoadores.com.br/o-projeto/fenomeno-dos-rios-voadores/>>

PRUSKI, F. F. **Conservação de Solo e Água**, Práticas Mecânicas para o Controle da Erosão Hídrica. Viçosa: UFV, 2006.

REOB. **Revista Águas do Brasil**, 16, Julho 2016.

RIABM. **Bosques Modelo**: territorios de desarrollo sostenible. Red Iberoamericana de Bosques Modelo, 2017.

RIBM. **Guia de Desarrollo de Bosques Modelo**. La Red Internacional de Bosques Modelo. Canadá. 2008.

RIBM. Un enfoque global para la sostenibilidad de los ecosistemas. **Lugar del Foro Global 2011 de la RIBM**. Burgos: La Red Internacional de Bosques Modelo. 2011.

RIGATTI, D. Loteamentos, expansão e estrutura urbana. **Paisagem Urbana**, São Paulo, v. 15, p. 25-69, Dezembro 2002.

SACARRO JUNIOR, N. L. **Desafios da bioprospecção no Brasil**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília. 2011.

SACHS, I. Desenvolvimento sustentável: desafio do século XXI. **Ambiente e Sociedade**, v. 7, 2, p. 214-216, 2004.

SANTILLI, J. Conhecimentos Tradicionais Associados à Biodiversidade: Elementos para a construção de um regime Jurídico Sui Generis de Proteção. **II Encontro Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade**. Indaiatuba: Anppas. 2004.

SANTOS, J. C. N. *et al.* Land use impact on soil erosion at different scales in the Brazilian semi-arid. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, n. 2, Abril/Junho 2017.

SANTOS, M. J.; RODRIGUEZ, L. C. E.; WANDELLI, E. V. Avaliação econômica de quatro modelos agroflorestais em áreas degra-

- dadas por pastagens na Amazônia Ocidental. **Scientia Forestalis**, 62, 2002. 48-61.
- SEGANFREDO, M. A. **Gestão Ambiental na Suinocultura**. Brasília: Embrapa - Informação Tecnológica, 2007.
- SENAR. **Agrotóxicos Uso Correto e Seguro**. Coleção Senar 156 Brasília: Senar, 2011. -
- SER. **Princípios da SER International sobre a restauração ecológica**. Society for Ecological Restoration International. [S.l.]. 2004.
- SHARMA, H. D.; REDDY, K. R. **Geoenvironmental Engineering: Site Remediation, Waste Containment, and Emerging Waste Management Technologies**. New Jersey: John Wiley and Sons, 2004.
- SILVA, C. M. S.; FAY, E. F. **Agrotóxicos e Ambiente**. Brasília: Embrapa - Informação Tecnológica, 2004.
- SISSINO, C. L. S.; MOREIRA, J. C. Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu. **Caderno de Saúde Pública**, Niterói, v. 12, 4, p. 515-523, 1996.
- SNIF. **Sistema Nacional de Informações Florestais**. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/snif/producao-florestal/certificacao-florestal>>.
- SOARES-FILHO, B. *et al.* Cracking Brazil's Forest Code. **Science**, v. 6182, p. 363-364, 2014.
- SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 2015-2016**. São Paulo. 2017.
- SOUSA, R. F.; ALVES, T. C. **Drenagem urbana frente à crescente impermeabilização do solo**. Aspectos legislativos, estudo de caso. Universidade Católica de Brasília. Brasília. 2016.
- STEENBOCK, W.; VEZZANI, F. M. **Agrofloresta: Aprendendo a produzir com a natureza**. Curitiba: Fabiana Machado Vezzani, 2013.
- THOMAS, C. D. *et al.* Extinction risk from climate change. **Nature**, v. 427, p. 145-148, 2004.
- UNITED NATIONS WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Our Common Future. Report**. World Commission on Environment and Development, 1987. 300p. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>>
- VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. **Conservação de nascentes: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005.
- VENZON, M. *et al.* Manejo agroecológico de pragas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, 287, p. 24-34, 2015.
- VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. **Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais**. Séries Técnicas IPEF, 32, 12, 1998. 24-42.
- VIEIRA, I. C. G.; SILVA, J. M. C.; TOLEDO, P. M. Estratégias para evitar a perda de biodiversidade na Amazônia. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 15, 54, p. 153-164, Maio/Agosto 2005.
- VIEIRA, I. C. G.; TOLEDO, P. M. . S. J. M. C.; HIGUCHI, H. Deforestation and threats to the biodiversity of Amazonia. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 68, 4, Novembro 2008.
- WRI, CAIT. **Climate Data Explorer**, 2017. Disponível em: <<http://cait.wri.org/>>
- ZAMBILIM, L.; CONCEIÇÃO, M. Z.; SANTIAGO, T. **O que os engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. 2ª. ed. Viçosa: UFV, 2003



## FICHA TÉCNICA

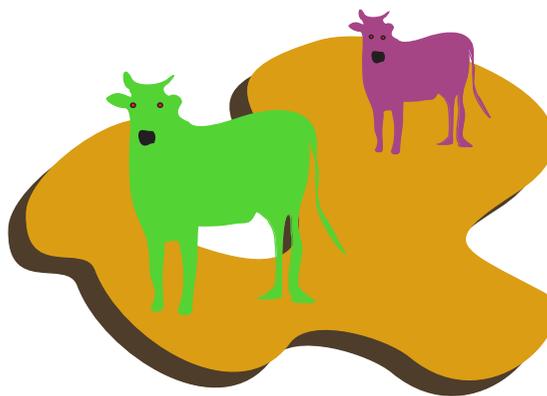
**S**olo e Florestas: a Engenharia e a Sustentabilidade é uma publicação do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais • **Presidente:** engenheiro civil Lucio Borges • **Vice-Presidente:** engenheiro civil David Thomaz Neto • **Diretor Administrativo e Financeiro:** engenheiro civil 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:** engenheiro civil Marcelo da Fonseca (Igam) e engenheira ambiental Ana Paula Bicalho de Mello (Faemg) • **Textos:** engenheiro civil Marcelo da Fonseca (Igam), engenheira ambiental Ana Paula Bicalho de Mello (Faemg), engenheiro agrônomo Genelício Crusoé Rocha (UFV), engenheiro agrícola e ambiental Igor Rodrigues de Assis (UFV), engenheiro florestal Marcos Antônio Gomes (Uemg), engenheiro agrônomo José Mário Lobo Ferreira (Epamig), engenheiro agrônomo Fernando Antônio de Souza Costa (Mapa/SFA-MG), engenheiro agrônomo Fernando Hercos Valicente (Embrapa Milho e Sorgo), engenheiro florestal Gustavo Endrigo de Sá Fonseca (Semad), engenheiro agrônomo Guilherme da Silva Oliveira (Faemg), engenheira agrônoma Irene Maria Cardoso (UFV), bióloga Janaina Mendonça Pereira (IEF), arquiteto Rodrigo Bueno Belo (Semad), bióloga Fernanda Teixeira Silva (IEF), engenheira agrônoma Madelaine Venzon (Epamig), engenheira agrônoma Maria Celuta Machado Viana (Epamig), engenheira florestal Luciana Medeiros Alves (Promata II-GFA/IEF), engenheiro agrônomo Rafael Alexandre Sá (Agro-NM), engenheira ambiental Patricia Rocha Maciel Fernandes (Feam), biólogo Paulo Henrique Pereira (Prefeitura Municipal de Extrema) • **Colaboração:** engenheiro Roberto Pizarro e Claudia Sanguesa Pool (Centro Tecnológico de Hidrología Ambiental de la Universidad de Talca, Chile), hidrólogo Miguel de França Doria (Regional da Unesco para América Latina e Caribe) e assistente Soledad Benitez (Programa Hidrológico Internacional 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/imagens/es-soloefloresta.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](http://www.crea-mg.org.br)



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO

