



DESCRIÇÃO



sustentabilidade.

PROpósito

Reconhecer que os avanços da Engenharia podem levar a benefícios, mas também a problemas nos três pilares da sustentabilidade (economia, sociedade e ambiente). Identificar o desenvolvimento sustentável como a forma mais adequada para minimizar os impactos ambientais e maximizar os benefícios para esses três pilares.

OBJETIVOS

Módulo 1

Relacionar os impactos ambientais às atividades antropogênicas

Módulo 2

Identificar os benefícios da realização de um planejamento ambiental

Módulo 3

Reconhecer a importância dos indicadores e das ferramentas de sustentabilidade

INTRODUÇÃO

O consumo dos setores público e doméstico é uma condição determinante do desenvolvimento sustentável e de seus componentes econômicos, ambientais e sociais. Ele tem repercussões importantes no nível, no modo de produção e sobre a demanda de recursos naturais utilizados. Embora o crescimento do consumo tenha incidências positivas sobre o meio ambiente, ele também provoca o aumento do uso dos transportes individuais, das atividades de lazer e de turismo, do consumo energético, do aumento da utilização de embalagens e da produção de resíduos.

As ações da [**Agenda 21**](#) abordam a necessidade de modificar as práticas de consumo e de produção para

sustentável.



Em primeiro lugar, serão abordados os conceitos e as definições sobre impacto e risco ambientais para compreender como as atividades antropogênicas podem impactar o meio ambiente. Na sequência, você verá como deve ser elaborado um planejamento ambiental e seus benefícios para enfrentar os desafios da sustentabilidade. Por fim, serão apresentados indicadores e ferramentas de sustentabilidade.

MÓDULO 1

① Relacionar os impactos ambientais às atividades antropogênicas

IMPACTOS AMBIENTAIS

Impacto significa mudança, seja ela positiva ou negativa. Existe um impacto ambiental quando uma ação ou atividade produz alterações no meio ambiente ou em algum de seus



O ambiente consiste em tudo ao nosso redor, ou, como afirmou o físico Albert Einstein: (MILLER; SPOOLMAN, 2015) “Ambiente é tudo aquilo que não sou”. Logo, trata-se das coisas vivas e inanimadas (ar, água e energia) com as quais interagimos em uma rede complexa de relações que nos conectam uns aos outros e com o mundo em que vivemos.

Segundo a resolução 001/1986 do CONAMA, impacto ambiental pode ser definido como “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas” que afetam:



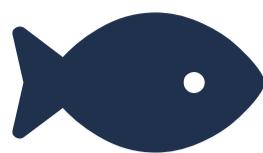
1

Saúde, segurança e o bem-estar da população;



2

Atividades sociais e econômicas;



3



4

Condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;



5

Qualidade dos recursos ambientais.

A questão das atividades humanas é o elemento central do impacto ambiental, pois, para que ocorra o impacto ambiental, deve haver alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio em razão de atividades humanas.

Essas alterações ocasionarão impactos na saúde da população, em atividades sociais e econômicas, na biota etc.

Agora, pense nas suas atividades diárias.

Quais estariam causando impacto ambiental?

Objeto com interação.



Se você acorda e escova os dentes, está adicionando compostos contidos na composição da sua pasta de dente ao esgoto doméstico, não é?

Caso o esgoto da sua residência não seja tratado em uma Estação de Tratamento de Esgoto, chegará às águas de um rio e causará impacto ambiental.

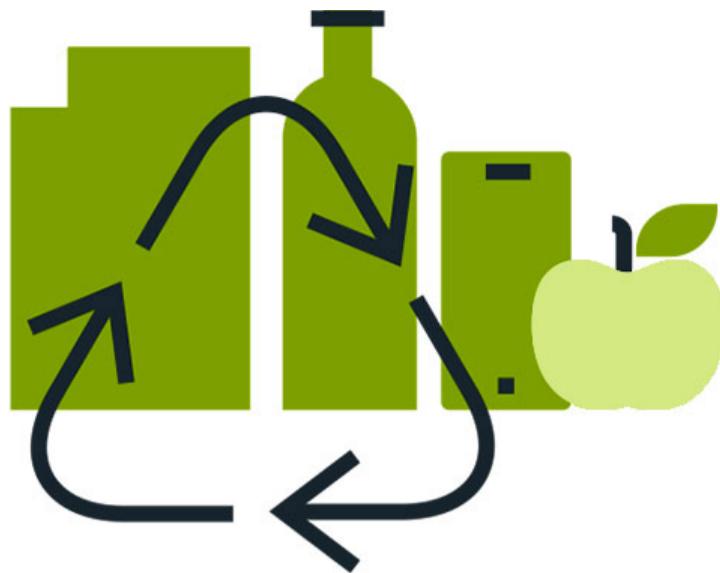
► Atenção

Embora as mudanças possam ocorrer em virtude de causas naturais, apenas aquelas decorrentes da ação antrópica são tratadas nesse contexto. Desta forma, o termo impacto diz respeito às alterações no meio ambiente físico, biótico e social em razão de atividades humanas em andamento ou em fase de proposta.

A partir da definição apresentada, o impacto pode ser real ou potencial.

De acordo com a definição de impacto ambiental, devemos considerar dois aspectos importantes: o ecológico, orientado para os estudos de impactos biológicos e geofísicos, e o humano, que contempla os aspectos sociais, políticos, econômicos e culturais.

Analizar os impactos ambientais é qualificar e quantificar essas alterações. As análises avaliam a qualidade ambiental com e sem determinada ação ou empreendimento. É necessário realizar as avaliações antes da realização de um projeto para efetuar o planejamento e a formulação de propostas do ponto de vista ambiental, ou seja, considerar todos os fatores ambientais. Isso deve acontecer por parte do empreendedor da atividade ou ação e por parte das autoridades públicas, quando aprovam ou rejeitam uma proposta ou determinada alternativa.



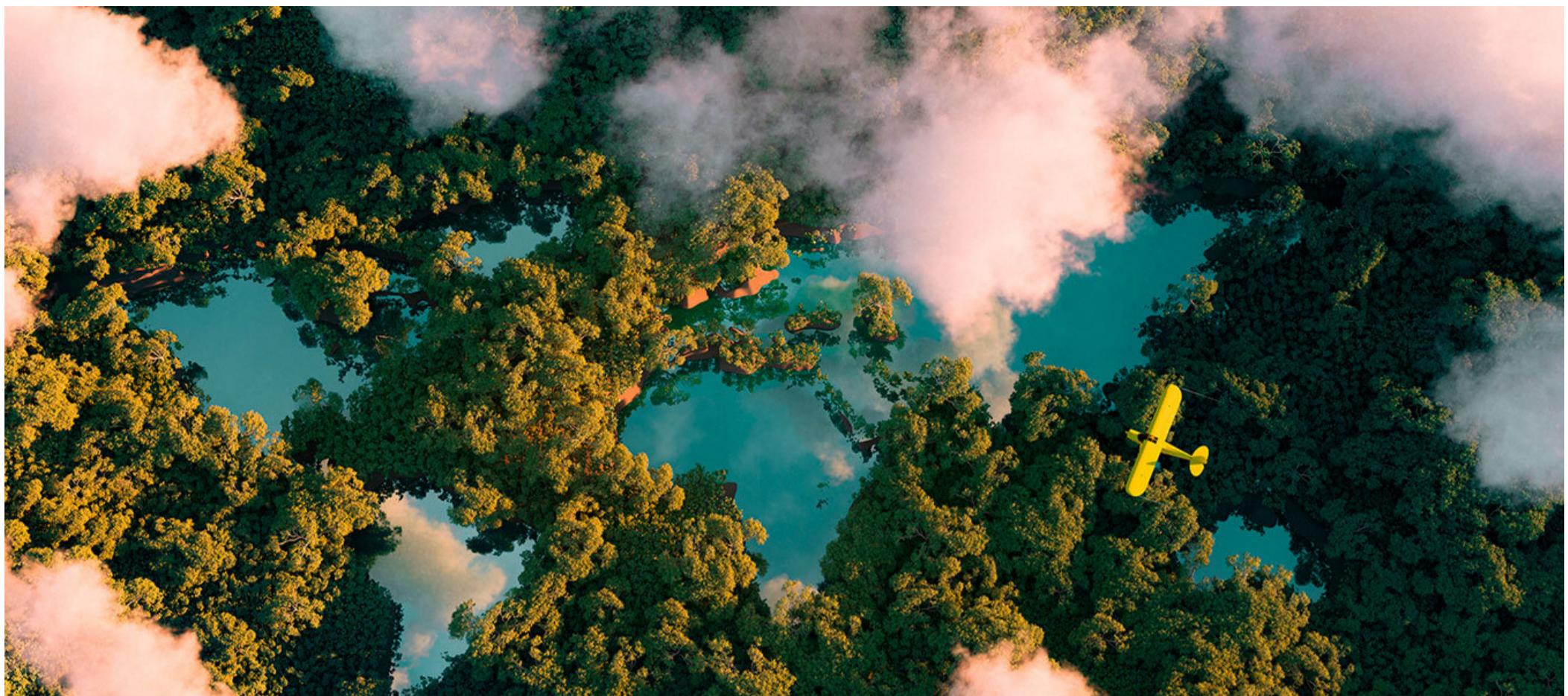
- Poluição atmosférica e da água;
- Uso e degradação dos solos;
- Substâncias radioativas;
- Ruído;
- Alterações na biocenose (fauna e flora);
- Uso do território e dos recursos naturais;
- Mudanças no uso do território;
- Expropriação do terreno e especulações imobiliárias;
- Doenças;
- Variação da população;
- Taxa de emprego;
- Incrementos econômicos (comércio, serviços etc.);
- Locais histórico-culturais que possam ser afetados;
- Moradia, infraestrutura viária e sanitária;
- Serviços comunitários;
- Equipamentos urbanos.

⚠️ Atenção

Os estudos de impacto ambiental devem avaliar as consequências de determinada ação para prevenir alterações na qualidade do ambiente após a execução de uma ação ou um projeto.

RISCOS AMBIENTAIS

A análise de riscos ambientais é uma atividade correlata à análise de impactos. As duas análises podem, inclusive, ocorrer em conjunto. A análise de riscos envolve a identificação, avaliação, o gerenciamento e a contenção de riscos



Observe que dois elementos determinam a extensão do risco ambiental:

O **perigo** propriamente dito e a **exposição** ao perigo.



Perigo

É a fonte dos danos ou a externalidade negativa, como emissões venenosas de fábricas ou produtos químicos tóxicos derramados em um rio.



Exposição

Refere-se à trajetória entre a fonte dos danos e a população ou o recurso natural afetado.

Embora o perigo e a exposição definam igualmente o risco ambiental, cada um deles pode afetar o resultado independentemente do outro. Isto é, alguns perigos são de menor impacto relativo, mas afetam grande parte da população. Outros, como alguns produtos químicos, são perigosos, mas a exposição a eles é limitada.

Os riscos ambientais resultam de exposição a um perigo ambiental potencial. Os perigos ambientais podem ser compostos químicos específicos ou misturas químicas, como fumaça de cigarros, mesmo em fumantes passivos, e a fumaça proveniente do escapamento de carros.

Eles também podem ser patogênicos (organismos vivos como bactérias e vírus, que podem causar doenças em outro organismo), ou resultado da destruição da camada de ozônio, das mudanças climáticas e da escassez de água.



Os riscos de um composto químico podem envolver seus efeitos tóxicos ou o perigo que ele representa para os trabalhadores e para uma comunidade, por exemplo, por causar uma explosão.

Os riscos têm sido historicamente gerenciados de acordo com a questão da exposição.

Por exemplo, a exposição pode ser limitada quando os trabalhadores usam roupas protetoras e equipamentos de proteção individual (EPIs) ou quando se utilizam sinais de notificação para caminhões que transportam produtos químicos perigosos ou cargas infectantes.

Podemos representar o risco como uma equação matemática da seguinte forma:

$$\text{Risco} = f(\text{perigo, exposição})$$

Os riscos são produto de uma função de perigo e exposição. Se o perigo se aproxima do infinitamente grande, os riscos só podem ser reduzidos a quase zero se a exposição for reduzida a quase zero. No entanto, quando o perigo tende a zero, a exposição pode se

A redução do perigo é um modo muito mais garantido de diminuir riscos do que a diminuição da exposição. Os fatores humanos que desempenham um papel fundamental no sucesso da limitação da exposição e que exigem um esforço consciente e constante são muito menos cruciais em cenários de redução do perigo.

Compare, por exemplo, a utilização de um solvente orgânico volátil, inflamável e um pouco tóxico na limpeza e para desengraxar peças de metal usinado com o uso de uma solução aquosa de um agente limpante atóxico.





Contudo, a solução de limpeza aquosa não apresenta qualquer desses perigos, e alguma falha nas medidas de proteção não causariam problemas.

Atenção

As relações entre riscos, perigo e exposição são extremamente importantes porque os métodos atuais para proteção da saúde humana e do ambiente estão muito ligados ao paradigma de riscos e dependem quase exclusivamente do controle da exposição.

essa estratégia é bastante cara. O pior de tudo é que essa estratégia pode, como uma função da probabilidade, falhar no final.

Quando o controle à exposição falha, o risco é igual a uma função do perigo. Essa relação implica a necessidade de projetar moléculas, produtos, processos, comportamentos sociais e sistemas para que a saúde e a segurança não dependam de controles ou sistemas que possam falhar ou ser sabotados (intencionalmente ou acidentalmente), mas que dependam do uso de compostos químicos e materiais benignos (minimamente perigosos).

IMPACTOS AMBIENTAIS DOS PROJETOS E DAS ATIVIDADES DE ENGENHARIA

O homem começou a interagir de maneira diferente com os ecossistemas a partir do momento em que desenvolveu a agricultura e outras formas de alterar a dinâmica do meio ambiente a seu favor. As alterações geradas pelo ser humano tomaram proporções bem maiores nas últimas décadas, com o desenvolvimento da sociedade e a busca dos países por crescimento econômico.

A busca pela prosperidade econômica, além da própria existência das sociedades como conhecemos, preveem a degradação ambiental e a utilização de seus recursos. Algumas evidências disso seriam o aumento de contaminantes provenientes de atividade industrial e mineração, o uso insustentável de recursos naturais e a disposição inadequada de resíduos.



Assista ao vídeo em que abordaremos os impactos ambientais das atividades de engenharia ao longo do tempo e a importância da sustentabilidade.

A visão teológica e filosófica do homem como guardião da Terra vigora outra vez, agora sob a ótica científica, muito mais por necessidade do que por benevolência para com a natureza. Assim, é de incumbência da humanidade examinar suas ações e harmonizá-las para que possam assegurar a viabilidade de o planeta continuar habitável.

Os estudos de impactos e riscos ambientais são o primeiro passo racional nesse processo, pois representam a oportunidade de o homem considerar, na sua tomada de decisão, os efeitos de suas ações, o que normalmente não

centenas de vezes por milhares de engenheiros, estão corretas e, assim, aprimoram o conjunto da civilização humana, protegem o meio ambiente e reforçam a integridade dessa profissão.

Como raramente a tomada de decisões em Engenharia se mostra equivocada, esse processo é pouco conhecido e discutido. No entanto, quando uma decisão se revela equivocada, os resultados geralmente são catastróficos – um exemplo atual é a ciclovia Tim Maia. Um trecho dessa ciclovia, na Avenida Niemeyer, que liga três bairros da Zona Sul da cidade do Rio de Janeiro, caiu durante um temporal.



Como afirma Gray (VESILIND; MORGAN, 2015), médicos só podem ferir uma pessoa por vez, ao passo que engenheiros têm potencial para ferir milhares, devido a sistemas projetados incorretamente.

★ Exemplo

Por exemplo, nos estágios preliminares do projeto de um processo de manufatura, há bastante flexibilidade no desenvolvimento de soluções que impeçam ou minimizem os riscos por meio de decisões que eliminem o uso e a produção de compostos químicos perigosos. Um engenheiro não projetaria intencionalmente um processo de manufatura se o resultado direto propiciasse que os trabalhadores da indústria e os membros da comunidade contraíssem câncer ou que os peixes de um rio local morressem após a exposição à descarga de água residuária.

Reflita, por alguns minutos, sobre a variedade de materiais usados na construção de prédios, sobre a lista de materiais e revestimentos usados para decorar e mobiliar uma construção e sobre o número de compostos químicos usados durante a operação e manutenção do edifício.



Quantos desses materiais estruturais, adesivos, selantes, coberturas para o chão e paredes, componentes de mobiliário e agentes de limpeza são selecionados com base em critérios para maximizar a saúde e a produtividade dos habitantes do edifício, com a minimização do impacto adverso potencial (os riscos) a humanos e ao ambiente?

Infelizmente, a resposta a essa pergunta é a seguinte: muito poucos. O projeto verde de edifícios leva em consideração a saúde dos ocupantes e o impacto no ambiente associados a escolhas de materiais. Ambientes internos mal projetados e gerenciados têm um grande impacto econômico adverso na sociedade, além do aumento dos custos da saúde e a menor produtividade no trabalho.

Nos anos 1970, os cientistas Paul Ehrlich e John Holdren desenvolveram um modelo simples que mostrava como o tamanho populacional (P), a afluência ou o consumo de recursos por pessoa (A) e os efeitos ambientais benéficos e prejudiciais das tecnologias (T) ajudam a determinar o impacto ambiental (I) das atividades humanas (uma estimativa aproximada do quanto a humanidade está degradando o capital natural de que depende).

Podemos resumir esse modelo de forma simples:

$$\text{Impacto (I)} = \text{População (P)} \times \text{Afluência (A)} \times \text{Tecnologia (T)}$$

Algumas formas de tecnologia – fábricas poluentes, usinas de energia e carvão e veículos movidos a combustíveis fósseis – elevam o impacto ambiental e aumentam o fator T na equação. Outras tecnologias, ao reduzirem o impacto ambiental, diminuem o fator T. Os exemplos são:



Turbinas eólicas e células solares, que geram eletricidade sem poluir e carros com combustível eficiente.

Em outras palavras, algumas formas de tecnologia são ambientalmente perigosas e outras, benéficas.

Na maioria dos países menos desenvolvidos, os fatores principais do impacto ambiental total são o tamanho da população e a degradação dos recursos renováveis, como o número crescente de pessoas pobres. Nos países desenvolvidos, as altas taxas de uso de recurso per capita e o consequente alto nível de poluição e degradação ambiental são, em geral, os fatores utilizados para determinar o impacto ambiental total.

VERIFICANDO O APRENDIZADO

1. O consumo mundial de água aumentou mais de seis vezes em menos de um século, mais que o dobro das taxas de crescimento da população. Em nível global, os recursos hídricos tendem a se tornar mais escassos, devido aos processos de uso e de poluição crescentes, caso não haja ações energéticas para a melhoria da gestão da oferta e da demanda da água. No contexto da influência das atividades antrópicas para a qualidade das águas, qual das opções a seguir não possui relação com a poluição das águas.

- A) Produção de alimentos com utilização de agrotóxicos.
- B) Produção de alimentos com utilização de fertilizantes.
- C) Operação de uma empresa, com LO, na produção de solventes.

2. A respeito das questões ambientais e do desenvolvimento sustentável que permeiam as discussões da sociedade atual, assinale a opção correta:

- A) O conceito de desenvolvimento sustentável começou a ser elaborado no início do século XVI, antes mesmo da Primeira Revolução Industrial.
- B) Em 1972, em Estocolmo, na Suécia, representantes de 113 países reuniram-se para debater questões relativas ao meio ambiente. Esse encontro é considerado como a primeira mobilização em torno desse tema.
- C) Em 1992, o Rio de Janeiro abrigou a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente e o Desenvolvimento (Rio-92). Nesse encontro, foi assinado o Protocolo de Quioto por todos os países que participaram do evento.
- D) Em 2002, o Egito abrigou a Cúpula Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável. Nesse encontro foram discutidas somente questões relacionadas ao meio ambiente. Esse encontro recebeu a denominação de Rio + 10, pois aconteceu dez anos após a conferência do Rio-92.

Responder

MÓDULO 2

- Identificar os benefícios da realização de um planejamento ambiental

estabelecimento de metas.



Você já realizou seu planejamento para esta semana? Quais são seus objetivos para o dia de hoje? De que maneira você alcançará esses objetivos?

Respondendo a essas questões, você realiza etapas de um planejamento.

O planejamento deve ser encarado como a execução de um plano norteador para o futuro, estabelecendo os objetivos e, na sequência, propondo os mecanismos para que eles sejam alcançados. Porém, é preciso ter em mente que um planejamento não segue uma única fórmula, pois algumas habilidades são necessárias para realizar um planejamento, como, por exemplo, a capacidade de inovar e perceber necessidades de mudanças.



- Apresentação de vulnerabilidade, riscos e potencialidades;
- Oferecimento de diferentes possibilidades de ação, conforme circunstâncias variáveis no tempo;
- Listagem de recursos tecnológicos e financeiro necessários.

O **planejamento ambiental** exige uma abordagem interdisciplinar e integrada por causa do caráter complexo das questões ambientais. Profissionais de várias formações acadêmicas estão envolvidos com questões de planejamento ambiental, como engenheiros, químicos, geógrafos, biólogos, economistas, sociólogos e profissionais de nível técnico.

Saiba mais

Geralmente, esses profissionais estão concentrados em órgãos públicos municipais, estaduais ou federais. Porém, o setor privado, por pressões sociais, políticas e econômicas, tem percebido a importância dos aspectos ambientais e vem desenvolvendo mais trabalhos com profissionais permanentes em seu quadro ou com consultores ambientais temporários.

Vamos conhecer agora um exemplo na prática?

Analisaremos uma bacia hidrográfica, onde se pretende melhorar a qualidade da água fluvial.



No primeiro ciclo de planejamento ambiental, o objetivo principal seria a diminuição da turbidez, com a contenção de processos erosivos pontuais e dispersos e replantio de mata ciliar.



Após esse ciclo ser avaliado e o objetivo considerado alcançado, o próximo ciclo poderia ter o objetivo de diminuir a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), com a eliminação do lançamento de efluentes não tratados no curso fluvial, a detecção das fontes lançadoras e seu redirecionamento para uma Estação de Tratamento de Esgoto.



planejamento ambiental.

► Atenção

Como já mencionado anteriormente, não existe uma fórmula única. Os mecanismos, isto é, as formas de implementação do planejamento, dependerão do contexto político, econômico, institucional e cultural em que o planejamento ocorre.

Você sabe quais são as fases do processo de planejamento?

Assista ao vídeo para compreender melhor cada uma dessas etapas a partir de um caso real.

DESAFIOS DA SUSTENTABILIDADE

Um dos maiores desafios enfrentados pela humanidade vem da demanda por materiais de que o homem necessita, ou ao menos quer para satisfazer seus desejos por padrões de vida mais elevados. Os materiais necessários às sociedades contemporâneas podem ser fornecidos por fontes extrativistas (não renováveis) ou renováveis.



★ Exemplo

As reduções nos níveis de poluentes presentes nos gases de escape de automóveis, para diminuir a poluição do ar, exigem o uso de dispositivos catalisadores, que contêm metais do grupo platina, um recurso mineral valioso e insubstituível. Assim, podemos perceber que precisamos extrair um recurso não renovável, a platina, para diminuir a poluição do ar.

Apesar dos nossos muitos avanços científicos e tecnológicos, somos totalmente dependentes do ambiente para ter ar e água limpos, além de comida, abrigo, energia e tudo mais de que precisamos para nos mantermos vivos e saudáveis. Como resultado, somos parte e não estamos à parte do restante da natureza.

Há amplas evidências e concordâncias de que estamos degradando o nosso próprio sistema de suporte à vida e que, neste século, tal comportamento ameaçará a civilização humana e a existência de até metade das espécies do mundo. Parte do problema decorre da ignorância sobre como a Terra funciona, sobre como nossas ações afetam seus sistemas de sustentação da vida e como podemos mudar nosso comportamento em relação ao planeta e, portanto, em relação a nós mesmos. A correção dessa ignorância começa pela compreensão de três ideias importantes, que formam a base da conscientização ambiental:

Objeto com interação.







O desejo de aprimorar a qualidade de vida mediante a melhoria da qualidade ambiental e a maior conscientização da limitação dos recursos naturais é fundamental para o entendimento da divergência entre a proteção do meio ambiente e o crescimento econômico.

📣 Atenção

Fica evidente a necessidade de obter um completo conhecimento, dispondo de uma série de informações sobre

obra de arte perfeita, como, por exemplo, uma pintura, também não existe uma instalação perfeita de tratamento de água. Se houvesse uma pintura ou uma instalação perfeita, todas as instalações de tratamento do futuro se pareceriam com ela, assim como todas as pinturas seriam iguais.

O estudante de Engenharia costuma aprender, durante os primeiros anos do curso, que todas as lições de casa e questões de prova possuem uma única resposta “certa”, sendo todas as outras “erradas”. Porém, na prática da profissão, muitas decisões técnicas podem estar certas, o que faz com que um problema possa apresentar várias soluções técnicas igualmente corretas.

Quando pensamos nos desafios da sustentabilidade, precisamos lembrar que, na crosta terrestre, existem recursos renováveis e não renováveis.



A energia solar é chamada de **recurso renovável** porque seu fornecimento é contínuo, com a expectativa de que ele dure, no mínimo, seis bilhões de anos, até o momento em que o Sol complete o seu ciclo de vida. A natureza leva períodos que vão de vários dias a centenas de anos para se reconstituir. Os recursos renováveis existem por meio de processos naturais, o que significa que não podemos usá-los mais rápido do que a natureza pode renová-los.

A taxa mais elevada na qual um recurso renovável pode ser usado indefinidamente sem reduzir seu suprimento disponível é chamada **rendimento sustentável**. Outros recursos, como ouro e ferro, por exemplo, existem em quantidade ou estoque fixos. Em uma escala de tempo muito mais curta dos seres humanos, de centenas a milhares de anos, esses recursos podem ser esgotados muito mais rápido do que são formados.

Os estoques esgotáveis incluem recursos de:



Energia
(carvão e petróleo)



Minerais metálicos
(cobre e alumínio)

Alguns analistas acreditam que a engenhosidade do homem encontrará substitutos quando os suprimentos de minerais fundamentais se tornarem muito caros ou escassos. Podemos tentar encontrar substitutos para os recursos escassos, reduzir o desperdício de recursos e reciclar e reutilizar minerais.



A forma mais sustentável de usar os recursos minerais não renováveis (especialmente metais escassos, como o ouro, ferro, cobre, alumínio e platina) é reciclá-los ou reutilizá-los. A reciclagem tem impacto ambiental muito menor do que a mineração e o processamento de metais a partir de minérios.

A reciclagem de latas de bebidas e sucata de alumínio produz 95% menos poluição do ar, 97% menos poluição da água e usa 95% menos energia do que a mineração e o processamento de minério de alumínio. Como no processo de limpeza e reutilização os itens não são fundidos nem reprocessados, o impacto ambiental é muito menor.

Minerais não metálicos (sal e areia)

+ Saiba mais

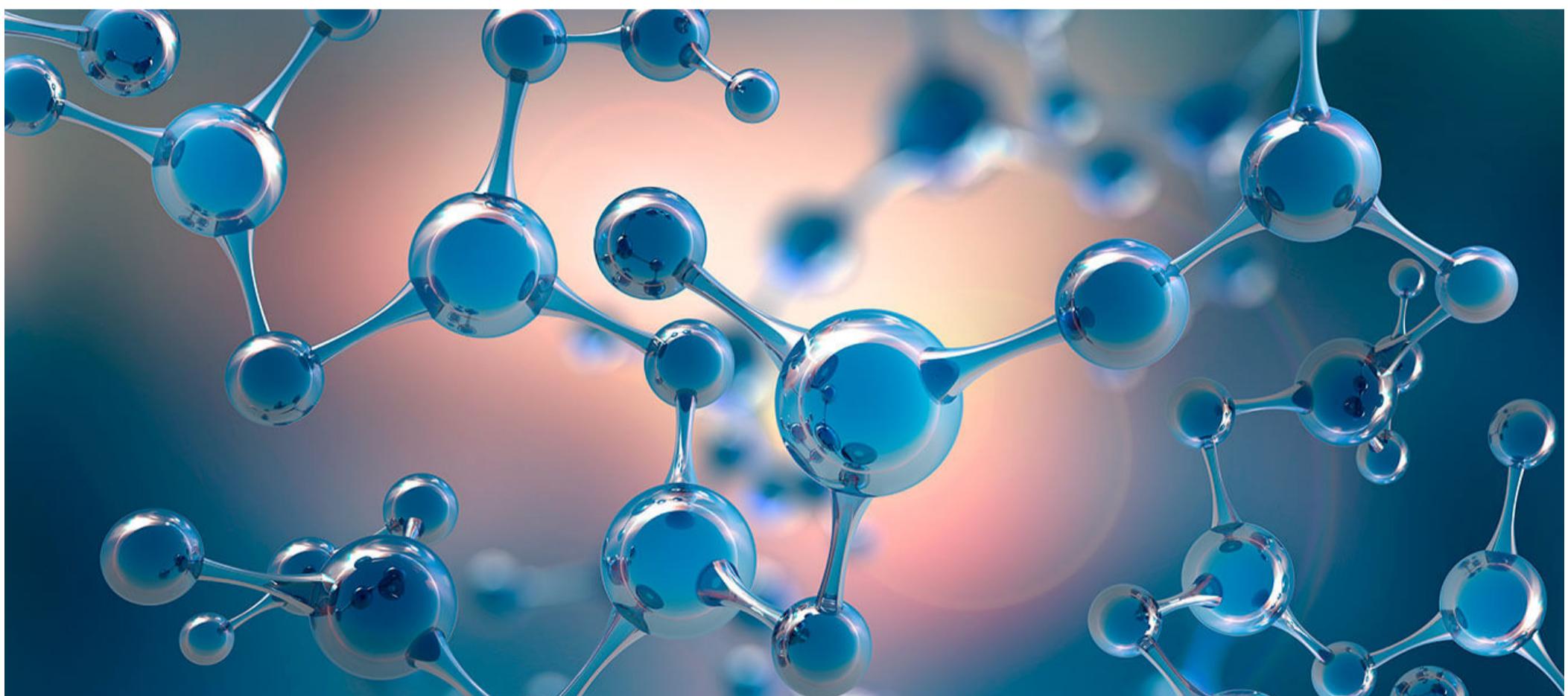
O Japão tem investido fortemente na extração e reciclagem de ouro, platina e vários metais de terras-raras encontrados no lixo eletrônico, que são vistos como minas urbanas. Se pensarmos somente nos celulares como exemplo de lixo eletrônico, vemos que eles possuem 35,10% de metais, como alumínio, ferro, cobre, cobalto, zinco, níquel, estanho, ouro, prata, entre outros.

Os 17 elementos ou metais de terras-raras, que incluem escândio e ítrio e 15 lantanídeos, encontram-se perto da parte inferior da tabela periódica. Por causa da força magnética e de outras propriedades únicas, esses elementos e os seus minerais (sobretudo os óxidos que podem ser convertidos em metais de terras-raras) são muito importantes para as tecnologias modernas amplamente utilizadas.

Esses metais são utilizados, por exemplo, em telas de cristal líquido para computadores, telas de TV e outros dispositivos eletrônicos, energia fluorescente, lâmpadas LED, células solares, chips de computadores, baterias recarregáveis, cabos de fibra óptica, telefones celulares, baterias e motores para carros elétricos. Metais de terras-raras também são vitais para as aplicações militares, tais como sistemas de orientação de mísseis, bombas inteligentes, lasers, radares, eletrônica de aeronaves e satélites. Também existe a possibilidade de encontrar substitutos para os minerais escassos por meio da nanotecnologia.

Já ouviu falar em nanotecnologia?

A nanotecnologia usa a ciência e a Engenharia para manipular e criar materiais a partir de átomos e moléculas em escala ultrapequena, com menos de 100 nanômetros. O ponto final desta frase tem cerca de um milhão de nanômetros de diâmetro.



Na escala nanométrica, os materiais convencionais têm propriedades não convencionais e inesperadas. Os cientistas planejam usar substâncias abundantes, como carbono, silício, titânio e boro, para criar medicamentos, células solares e até carrocerias de automóveis.

Os nanomateriais já foram usados em mais de 1.100 produtos de consumo, e esse número está crescendo rapidamente. Alguns desses produtos são: revestimentos resistentes a manchas e livres de rugas em roupa, meias que se alimentam de odores, revestimentos autolimpantes em óculos de sol e para-brisas, protetores solares, produtos de cuidados da pele que penetram profundamente e embalagens de alimentos que liberam partículas de

alguns possíveis efeitos indesejados e prejudiciais para a saúde dos seres humanos.

À medida que as partículas ficam menores, tornam-se mais reativas e potencialmente tóxicas para os seres humanos e outros animais. Estudos de laboratório mostram que as nanopartículas podem passar da placenta da mãe para o feto e se mover da passagem nasal para o cérebro.

Saiba mais

De acordo com muitos analistas, são necessárias duas etapas antes de a nanotecnologia ser expandida mais amplamente. Em primeiro lugar, é preciso investigar cuidadosamente os seus riscos potenciais. Em segundo, o desenvolvimento de diretrizes e regulamentos para controlar suas crescentes aplicações até que saibamos mais sobre os efeitos potencialmente nocivos dessa nova tecnologia devem ser priorizados.

VERIFICANDO O APRENDIZADO

1. Quanto ao planejamento ambiental, assinale a alternativa correta.

- A) A proteção do meio ambiente e a sustentabilidade econômica e de recursos naturais são possíveis sem que sejam necessárias transformações nos ambientes urbanos.
- B) Qualidade de vida não está relacionada à proteção do meio ambiente.
- C) O diagnóstico é uma das etapas mais simples do planejamento ambiental.
- D) A identificação dos objetivos é uma das etapas mais importantes do planejamento ambiental.

Responder

etapas posteriores de refinaria e redução. Grande quantidade de energia é gasta na obtenção do alumínio metálico, principalmente no processo de redução.

Devido ao grande consumo de energia, a empresa tem sua própria usina termoelétrica, que utiliza como combustível carvão mineral (recurso não renovável) para gerar parte da energia que é consumida. O objetivo do planejamento ambiental que está sendo elaborado é controlar as emissões atmosféricas liberadas nos processos industriais da empresa.

Indique qual opção se enquadra na fase de prognóstico do planejamento ambiental realizado pela sua equipe, visando o desenvolvimento sustentável.

- A) Substituição do carvão mineral pelo carvão vegetal.
- B) Utilização de gás natural.
- C) Construção de uma usina hidrelétrica.
- D) Instalação de placas solares.

Responder

MÓDULO 3

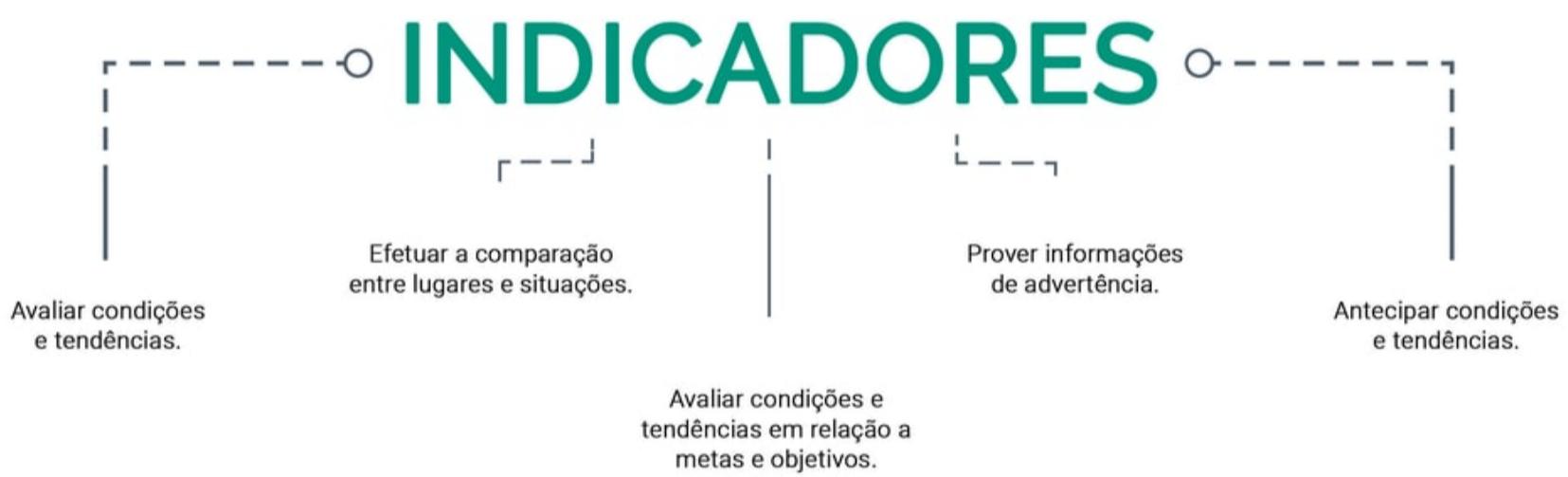
-
- Reconhecer a importância dos indicadores e das ferramentas de sustentabilidade

MÉTRICAS E INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE



A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento ([\(Rio-92\) adotou a Agenda 21](#) para transformar o desenvolvimento sustentável em uma meta global aceitável. Para colocar os princípios da sustentabilidade em prática e adotar as orientações da Agenda 21, essa conferência criou a Comissão de Desenvolvimento Sustentável, cuja principal responsabilidade é monitorar os progressos alcançados, utilizando, por exemplo, [indicadores](#) de desenvolvimento sustentável.

Os indicadores devem ser observados a partir de suas funções (BELLÉN, 2004), que são:



📷 Indicadores de desenvolvimento sustentável.

★ Exemplo

Um exemplo de indicador é o medidor de gasolina de um carro, que mostra o quanto de combustível ainda há no veículo. Se o medidor indicar que o tanque está quase vazio, você sabe que é hora de abastecer.



Um **indicador de sustentabilidade** mede o progresso no sentido de um objetivo de sustentabilidade ser alcançado. O conceito de desenvolvimento sustentável abrange muitas questões e dimensões. Isso se reflete nos sistemas de indicadores mais conhecidos que atuam em diferentes dimensões, procurando mensurar a sustentabilidade do desenvolvimento.

Desta forma, indicadores de sustentabilidade devem representar a natureza multidimensional da sustentabilidade, considerando as facetas ambiental, social e econômica.



Quando se trata de **indicadores ambientais**, algumas aproximações são feitas utilizando o sistema de média (água, ar, solo, recursos), ou o sistema de metas, com os parâmetros legais como objetivos dos indicadores.

Atualmente, a maior fonte de indicadores ambientais é a publicação regular da *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD), que fornece um primeiro mecanismo para monitoramento do progresso ambiental para os países que fazem parte da instituição.



Os indicadores ambientais da OECD são regularmente utilizados nos exames dos desempenhos ambientais. Trata-se de uma valiosa ferramenta para o acompanhamento da integração das decisões econômicas e ambientais, para a análise das políticas de meio ambiente e avaliação dos resultados. O sistema utiliza o modelo PSR (*Pressure, State, Response*), um dos sistemas que vem adquirindo cada vez mais importância internacionalmente.

Entenda:



🕒 Indicadores ambientais PSR.

Material, Consumo Total de Material (TMC – Total Material Consumption) e a recursos e energia, como o Indicador de Entrada Total de Material (TMI – Total Material Input). Embora o propósito do indicador seja ambiental, a metodologia utilizada para o cálculo é econômica.

O fluxo de materiais e energia é importante, mas não é o único aspecto relevante no que diz respeito à sustentabilidade. Um dos aspectos mais importantes para manter o capital natural é a manutenção da diversidade biológica. Nesse campo, outro indicador parcialmente conhecido é o [**biodiversity indicators for policy-makers, do World Resources Institute \(WRI\)**](#).

O Instituto de Recursos Mundiais foi criado em 1982, em resposta às preocupações ambientais das décadas de 1960 e 1970.

Quanto à dimensão econômica, sistemas de indicadores relacionados ao desenvolvimento sustentável têm surgido com mais força nos últimos tempos. Um sistema interessante de indicadores econômicos é o [**Monitoring Environmental Progress \(MEP\)**](#), desenvolvido pelo Banco Mundial, que se fundamenta na ideia de que a sustentabilidade é medida por uma riqueza per capita não decrescente.

Existem também numerosos exemplos de indicadores relacionados à dimensão social da sustentabilidade. Veja abaixo alguns deles:

Um dos que tem merecido maior destaque ultimamente é o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Ele foi desenvolvido pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, que, em seu relatório, sugere que a medida do desenvolvimento humano deve focar três elementos: longevidade, conhecimento e padrão de vida decente.

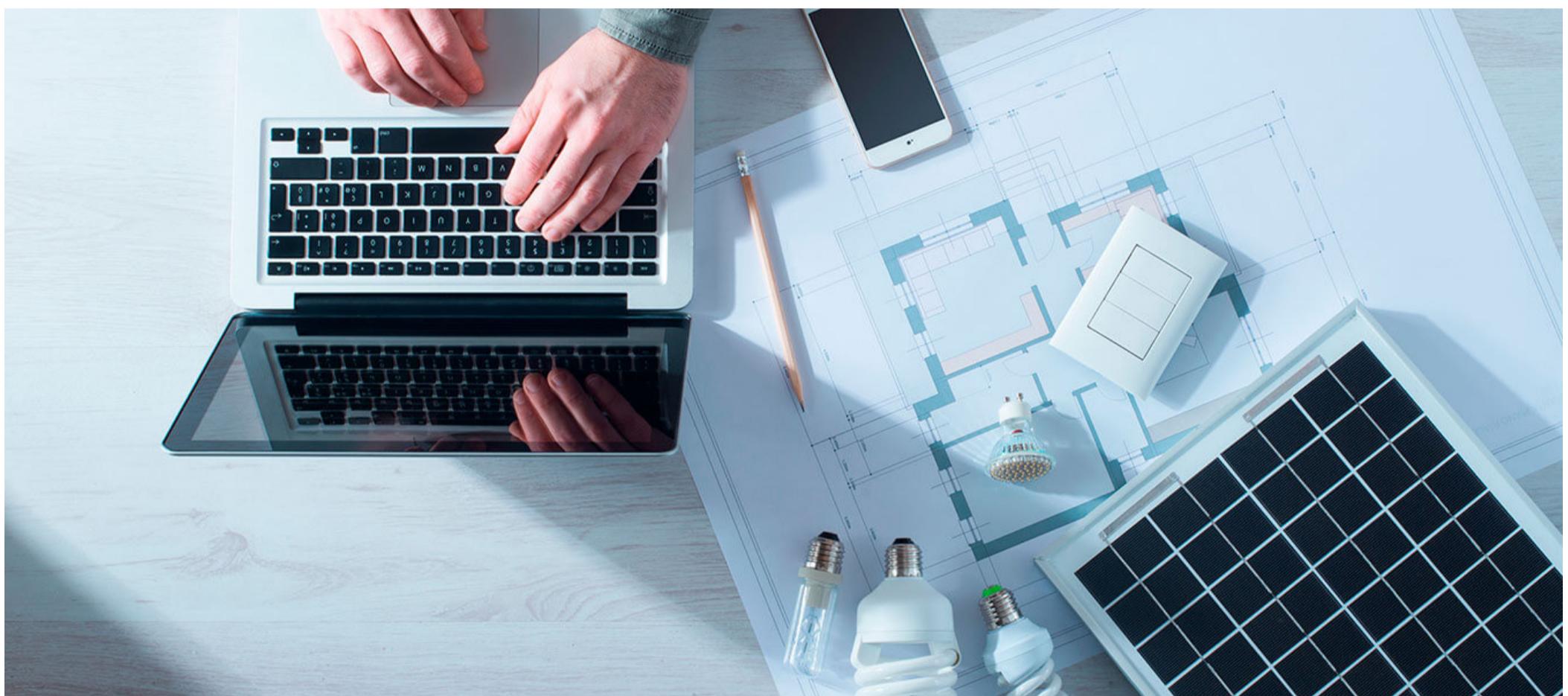
Para o item longevidade, o padrão considerado é a expectativa de vida ao nascimento, que é associada à nutrição adequada e a um bom sistema de saúde, por exemplo. O conhecimento se refere à capacidade de leitura ou ao grau de alfabetização, algo necessário para a vida produtiva dentro da sociedade moderna. Para verificar o padrão de vida, o indicador mais confiável e com maior facilidade de obtenção é a receita *per capita*.

Existem várias tentativas para avaliar a sustentabilidade. A partir de sistemas mais específicos, foram elaboradas formas para integrar as diversas dimensões da sustentabilidade. O [**Driving force, State, Response**](#) (DSR) é um dos métodos mais conhecidos para integrar as diversas dimensões do desenvolvimento sustentável. Esse método foi adotado pela Comissão de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, em 1995, como uma ferramenta capaz de organizar informações sobre o desenvolvimento.

O sistema DSR foi desenvolvido a partir do sistema PSR utilizado pela OECD. No sistema DSR, o item pressure (P) foi substituído por Driving force (D), para que fosse possível incorporar os aspectos sociais, econômicos e

Apesar da existência de diversos sistemas relacionados à medida da sustentabilidade, há elementos que ainda não foram devidamente estudados e desenvolvidos. Podemos recordar rapidamente alguns desses aspectos, como a multidimensionalidade do conceito de desenvolvimento sustentável, a complexidade que decorre da agregação de variáveis não relacionadas diretamente, a questão da transparência e sistemas de avaliação, a existência dos julgamentos de valor e sua ponderação nos diversos sistemas, o tipo de processo decisório envolvido, assim como o tipo de variável envolvida (qualitativa, quantitativa ou ambas).

FERRAMENTAS DE SUSTENTABILIDADE



O amplo objetivo do desenvolvimento sustentável exige mudanças fundamentais no modo como a sociedade toma as decisões. O desafio é obter prosperidade econômica, alterando a atividade do mercado, de modo que os recursos naturais e o meio ambiente sejam protegidos.

Efetuar mudanças dessa magnitude exige um conceito diferente de política do que aquele que se apoia em regras e limites, isto é, instrumentos de controle que frequentemente se opõem ao incentivo de mercado do poluidor. Se a sociedade deve manter um compromisso de longo prazo para preservar a Terra, é preciso que haja uma motivação para fazê-lo, além da fuga das penalidades por não cumprir as leis.

A motivação deve ser compatível com os incentivos econômicos. A premissa é que o crescimento econômico e a qualidade ambiental possam ser objetivos reforçadores, e não concorrentes. As percepções precisam ser mudadas para reconhecer que a preservação dos recursos e a redução da poluição podem intensificar os interesses privados, bem como os sociais.

Concomitantemente ao incremento do planejamento ambiental e a gestão para um desenvolvimento sustentável, foram criados preceitos sobre a maneira como esses processos devem ocorrer, com leis específicas, normas técnicas e diretrizes de conduta. Esses preceitos formam um arcabouço de conhecimento e permitem que o processo de planejamento e gestão para o desenvolvimento sustentável se torne cada vez mais eficiente.

Nesse processo, dois grupos podem ser apresentados:



Instrumentos de Gestão Ambiental Territorial

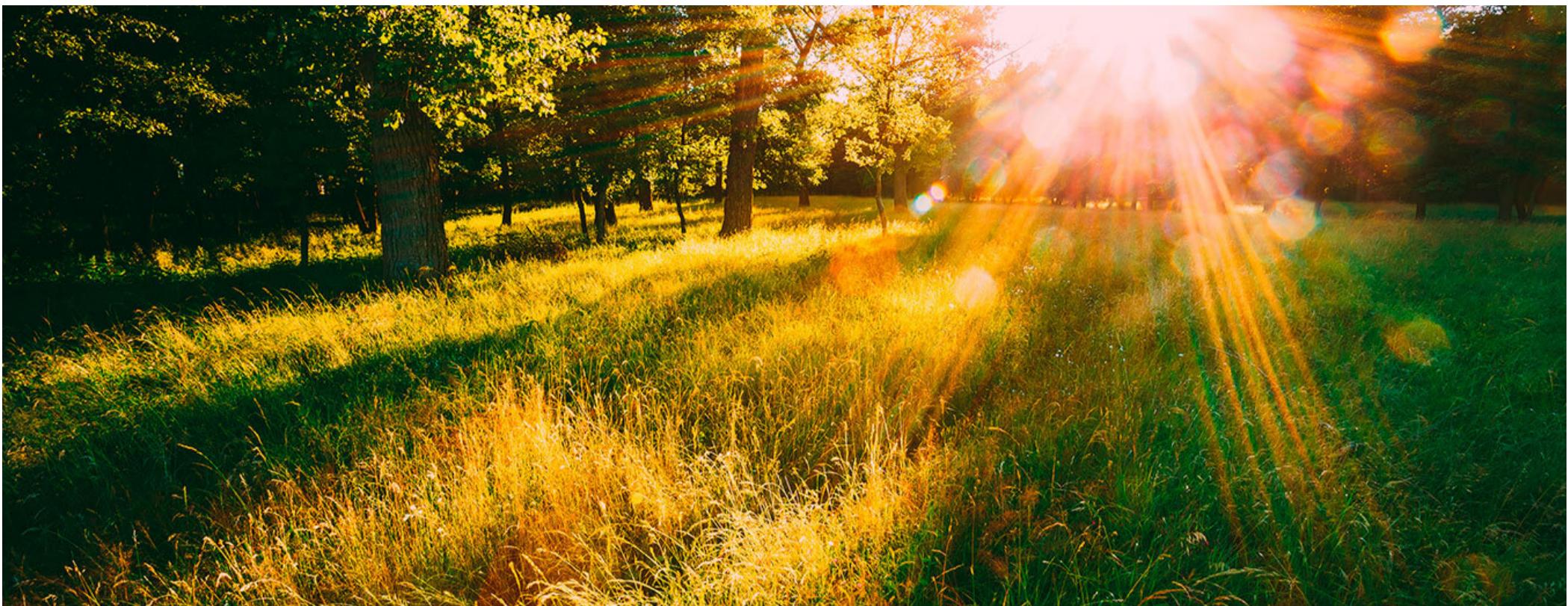


Instrumentos de Gestão Ambiental de Empreendimentos

Conheça mais sobre esses grupos a seguir.

INSTRUMENTOS DE GESTÃO AMBIENTAL TERRITORIAL

Dos instrumentos relacionados à Gestão Ambiental Territorial, um dos mais conhecidos e utilizados é o zoneamento.



O zoneamento é usado para o planejamento ambiental e do uso do solo. Vale destacar que zoneamento significa definir ou criar zonas com funções específicas. Em um ambiente urbano, podem ser criadas zonas residenciais, de circulação e de produção. Outros exemplos são as zonas de conservação ou preservação ambientais, que estão inseridas em um zoneamento ambiental ou ecológico econômico (ZEE).

O ZEE é um instrumento de ordenação territorial que deve ser obrigatoriamente considerado durante a implantação de planos, obras e atividades públicas e privadas. Ele tem a função de definir medidas e padrões de proteção ambiental para a manutenção da qualidade do ambiente, dos recursos hídricos e do solo, como também da conservação da biodiversidade, colocando em prática os preceitos do desenvolvimento sustentável.

Resumindo, o zoneamento normatiza as atividades que podem ser desenvolvidas em cada zona e indica de que maneira ela pode ser utilizada. Cada tipo de zona apresenta normas específicas quanto ao funcionamento e desenvolvimento das atividades que podem ser desenvolvidas.

Na elaboração do ZEE, devem ser consideradas a importância ecológica, as limitações e as fragilidades dos ecossistemas para o estabelecimento da distribuição espacial das atividades econômicas, assim como a finalidade de promoção da sustentabilidade ecológica, econômica e social. Dessa forma, é possível combinar o crescimento econômico e a proteção dos recursos naturais para as presentes e futuras gerações em decorrência do reconhecimento de valor intrínseco à biodiversidade e a seus componentes.

► Atenção

A competência para a elaboração dos ZEEs nacional e regional, relativos aos biomas brasileiros ou territórios considerados como prioritários, é do Poder Público Federal, podendo ser articulada em cooperação com os

“Um patrimônio nacional, e sua utilização far-se-á, na forma de lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais”.



O principal instrumento de gerenciamento ambiental costeiro é o Zoneamento Ambiental, em que as áreas costeiras são divididas em grandes compartimentos, conforme suas potencialidades naturais e perspectivas de uso, tanto das porções continentais como das marítimas.

Ainda relacionado aos instrumentos de gestão ambiental territorial, consta a gestão ambiental dos recursos hídricos e das bacias hidrográficas.

A gestão ambiental dos recursos hídricos no Brasil tem, em sua cronologia, um marco importante dado pela Instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei Federal nº. 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

O Sistema Nacional de Recursos Hídricos é integrado pelos seguintes órgãos:



pesquisa, do governo e de setores usuários da água.

O Plano Nacional de Recursos Hídricos tem como objetivo:

Estabelecer um pacto nacional para a definição de diretrizes e políticas públicas voltadas para a melhoria da oferta de água, em quantidade e qualidade, gerenciando as demandas e considerando ser a água um elemento estruturante para a implementação das políticas setoriais, sob a ótica do desenvolvimento sustentável e da inclusão social.

INSTRUMENTOS DE GESTÃO AMBIENTAL DE EMPREENDIMENTOS

Esses instrumentos têm chamado a atenção do sistema produtivo e de serviços, pois podem propiciar ganhos financeiros e aumento da competitividade.

Veja, a seguir, exemplos de instrumentos de Gestão Ambiental de Empreendimentos:

Instrumentos de comando e controle

Os instrumentos de comando e controle são fundamentados na criação de políticas públicas e as respectivas regulamentações legais, nos mais diversos níveis de administração pública, como a municipal, a estadual e a federal. Essas regulamentações legais são do tipo repressivo e incluem leis, decretos, portarias, resoluções e normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e definem penalizações, como multas, paralisação e/ou interdição, ou termos de ajustamento de conduta junto ao Ministério Público.

Por exemplo, no Brasil, um dos principais marcos legais da história ambiental foi a Política Nacional do Meio Ambiente, criada por meio da Lei Federal LEI Nº 8.934, DE 18 DE NOVEMBRO DE 1994, que define como seus instrumentos o zoneamento ambiental.

Instrumentos de autocontrole e autorregulação

Podem ser incluídos nesta categoria os instrumentos de gestão focados por excelência na esfera privada e de natureza voluntária, como a certificação ISO 14001. Trata-se de um mecanismo indireto de comando e controle, pois organizações certificadas com a ISO 14001 são verificadas quanto ao cumprimento da legislação ambiental pertinente à atividade e ao local onde estão inseridas.

A certificação ambiental surgiu da necessidade de diferenciar os produtos e serviços que apresentavam um desempenho ambiental adequado e sustentável. Há vários tipos de certificações ambientais. Alguns exemplos são:

Instrumentos de autocontrole e autorregulação

Licenciamento ambiental

Instrumento de política pública para regular as atividades com potencial de degradação ambiental, de acordo com a lei federal nº 6.938/1981. O licenciamento ambiental, segundo a Resolução CONAMA 237/1997, é definido como um procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, além das estabelecidas no Anexo 1 da referida resolução.

No Rio de Janeiro, o licenciamento ambiental é realizado pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA), que estabelece as seguintes categorias de licença:

Objeto com interação.

LICENÇA PRÉVIA (LP)

LICENÇA DE INSTALAÇÃO (LI)

LICENÇA DE OPERAÇÃO (LO)

Será que, agora, você consegue mensurar o desenvolvimento sustentável?

Assista ao vídeo a seguir que mostrará como podemos definir e mensurar o desenvolvimento sustentável e quais os



VERIFICANDO O APRENDIZADO

1. O zoneamento ambiental ou ecológico econômico (ZEE) é um importante instrumento de ordenação territorial, devendo ser obrigatoriamente considerado durante a implantação de planos, obras e atividades públicas e privadas.

A respeito do ZEE, assinale a alternativa falsa.

- A) Tem a função de definir medidas e padrões de proteção ambiental para a manutenção da qualidade do ambiente, dos recursos hídricos e do solo, assim como a conservação da biodiversidade.
- B) Normatiza as atividades que podem ser desenvolvidas em cada zona e indica de que maneira a zona pode ser utilizada.

A competência para a elaboração dos ZEEs nacional e regional, relativo aos biomas brasileiros ou aos

Responder

2. Existem numerosos exemplos de indicadores relacionados à dimensão social da sustentabilidade. Um dos que tem merecido maior destaque ultimamente é o IDH. Ele foi desenvolvido pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, que, em seu relatório, sugere que a medida do desenvolvimento humano deve focar em três elementos. Quais são eles?

- A) Longevidade, conhecimento e riqueza *per capita*.
- B) Conhecimento, padrão de vida decente e riqueza *per capita*.
- C) Transporte e fluxo de material, longevidade e padrão de vida decente.
- D) Longevidade, conhecimento e padrão de vida decente.

Responder

CONCLUSÃO

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Se quisermos preservar nossa existência, devemos rever nossos conceitos sobre o que é importante e, acima de tudo, sobre o que é necessário para que tenhamos uma vida com desenvolvimento social, econômico e ambiental.

O amplo objetivo do desenvolvimento sustentável exige mudanças fundamentais no modo como a sociedade toma as decisões. Os métodos de tomada de decisões disponíveis aos engenheiros estendem-se dos mais objetivos (técnicos) aos mais subjetivos (éticos). Conforme as decisões de Engenharia passam de técnicas para éticas, elas se tornam cada vez menos quantitativas e cada vez mais sujeitas aos gostos pessoais, pre julgamentos e às preocupações do responsável pelas decisões.

O desafio é obter prosperidade econômica, alterando a atividade do mercado, de modo que os recursos naturais e o meio ambiente sejam protegidos. Efetuar mudanças dessa magnitude exige um conceito diferente de política do que aquele que se apoia em regras e limites: instrumentos de controle que frequentemente se opõem ao incentivo de mercado do poluidor. Caso a sociedade deseje manter um compromisso de longo prazo para preservar a Terra, é preciso haver uma motivação para fazê-lo, além da fuga das penalidades por não cumprir as leis.

🎙 PODCAST

0:00

12:56



REFERÊNCIAS

BELLEN, H. **Indicadores de sustentabilidade** – um levantamento dos principais sistemas de avaliação. In: Cadernos EBAPE.BR, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p 1-14, março, 2004.

BELLEN, H. **Indicadores de sustentabilidade**: uma análise comparativa. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, 1988. Consultado em meio eletrônico em: 27 mar. 2020.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Consultado em meio eletrônico em: 27 mar. 2020.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente. **Consumo Sustentável**. Consultado em meio eletrônico em: 27 mar. 2020.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. Departamento de Recursos Hídricos. **Plano Nacional de Recursos Hídricos (2006)**. Consultado em meio eletrônico em: 27 mar. 2020.

BRITO, L.; SRINIVASAN, V.; SILVA, A.; GHEYI, H.; GALVÃO, C.; HERMES, L. **Influência das atividades antrópicas na qualidade das águas da bacia hidrográfica do rio Salitre**. In: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Publicado em: 15 abr. 2005.

CASTRO, C.; LEMOS, C. **Planejamento ambiental**. Rio de Janeiro: Fundação Cecierj, 2016.

CENTRO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. **PROCEL EDIFICA** – eficiência energética nas edificações. Consultado em meio eletrônico em: 27 mar. 2020.

ÉPOCA NEGÓCIOS. **Brasil tem 230 milhões de smartphones em uso**. Publicado em: 26 abr. 2019.

MANAHAN, S. **Química ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

MIHELCIC, J.; ZIMMERMAN, J. **Engenharia ambiental**: fundamentos, sustentabilidade e projetos. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

MILLER, G.; SPOOLMAN, S. **Ciência ambiental**. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

REDAÇÃO GALILEU. **Poluição em Nova Déli é tão nociva quanto fumar 50 cigarros por dia**. In: Revista Galileu. Publicado em: 8 nov. 2017.

CENTRO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. **PROCEL EDIFICA** – eficiência energética nas edificações. Consultado em meio eletrônico em: 27 mar. 2020.

ROSA, A. H.; FRACETO, L. F.; CARLOS, V. M. **Meio ambiente e sustentabilidade**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

ROMEIRO, A. R. **Desenvolvimento sustentável**: uma perspectiva econômico-ecológica. In: Estudos Avançados. Consultado em meio eletrônico em: 27 mar. 2020.

SANTOS, Y. **Visão do potencial da fitorremediação na recuperação de solos**. 2017. 78 p. Trabalho de conclusão de curso – Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Estácio de Sá, Niterói, 2017.

THOMAS, J. M.; CALLAN, S. J. **Economia ambiental**: fundamentos, políticas e aplicações. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

VESILIND, P. A.; MORGAN, S. M. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

EXPLORE+

- Pesquise no site da Agência Nacional de Águas sobre os indicadores de qualidade;



CONTEUDISTA

Rafaela Cristina Landeiro da Silva Rodrigues

 Currículo Lattes



Ao clicar nesse botão, uma nova aba se abrirá com o material preparado para impressão. Nela, acesse o menu do seu navegador e clique em "Imprimir". Se preferir, utilize o atalho Ctrl + P. Nessa nova janela, na opção destino, direcione o arquivo para sua impressora ou escolha a opção PDF.
