



Gestão ambiental

Gestão ambiental

Isabella Alice Gotti

Ana Cláudia Oliveira de Souza

Presidente

Rodrigo Galindo

Vice-Presidente Acadêmico de Graduação

Mário Ghio Júnior

Conselho Acadêmico

Alberto S. Santana

Ana Lucia Jankovic Barduchi

Camila Cardoso Rotella

Cristiane Lisandra Danna

Danielly Nunes Andrade Noé

Emanuel Santana

Grasiele Aparecida Lourenço

Lidiane Cristina Vivaldini Olo

Paulo Heraldo Costa do Valle

Thatiane Cristina dos Santos de Carvalho Ribeiro

Revisão Técnica

Ana Cláudia Oliveira de Souza

Isabella Alice Gotti

Paulo Sérgio Siberti da Silva

Editorial

Adilson Braga Fontes

André Augusto de Andrade Ramos

Cristiane Lisandra Danna

Diogo Ribeiro Garcia

Emanuel Santana

Erick Silva Griep

Lidiane Cristina Vivaldini Olo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Gotti, Isabella Alice
C686g Gestão ambiental / Isabella Alice Gotti, Ana Cláudia
Oliveira de Souza. – Londrina : Editora e Distribuidora
Educacional S.A., 2017.
208 p.

ISBN 978-85-522-0208-0

1. Educação ambiental. I. Souza, Ana Cláudia Oliveira
de. II. Título.

CDD 363

2017

Editora e Distribuidora Educacional S.A.
Avenida Paris, 675 – Parque Residencial João Piza
CEP: 86041-100 – Londrina – PR
e-mail: editora.educacional@kroton.com.br
Homepage: <http://www.kroton.com.br/>

Sumário

Unidade 1 Introdução aos recursos naturais e às questões ambientais	7
Seção 1.1 - Atmosfera	9
Seção 1.2 - Solo	23
Seção 1.3 - Águas subterrâneas e superficiais	38
Unidade 2 Aspectos gerais da legislação ambiental	57
Seção 2.1 - Introdução à legislação ambiental	59
Seção 2.2 - Dano ambiental e responsabilidade civil ambiental	73
Seção 2.3 - Licenciamento ambiental	87
Unidade 3 Fundamentação e controle ambiental	103
Seção 3.1 - Controle ambiental do ar	105
Seção 3.2 - Controle ambiental dos resíduos	120
Seção 3.3 - Saneamento e controle ambiental da água	135
Unidade 4 Introdução ao planejamento e gestão ambiental	155
Seção 4.1 - O Sistema de Gestão Ambiental, a produção mais limpa e a ecoeficiência nas empresas	157
Seção 4.2 - Gestão de riscos e prevenção de incêndios e desastres	173
Seção 4.3 - Auditorias e certificações ambientais	187

Palavras do autor

Olá, aluno. Bem-vindo à disciplina de Gestão ambiental! Estamos iniciando um estudo interdisciplinar sobre os nossos recursos naturais e como podemos interagir com eles em nossas atividades diárias, com o objetivo de mitigar nossos impactos negativos ou lidar com os problemas ambientais que possam vir a surgir.

Atualmente, vivemos em uma sociedade na qual o despertar da consciência ambiental impõe uma mudança em nossa formação ética e profissional, de modo que precisaremos incorporar, cada vez mais, os princípios da sustentabilidade ambiental em nossos ofícios.

Nesse sentido, essa disciplina permitirá que você desenvolva uma visão dos componentes ambientais, além de identificar soluções e alternativas para garantia da viabilidade operacional, econômica e ambiental dentro das organizações, atendendo aos critérios de sustentabilidade. É importante lembrar que, quanto mais cedo a dimensão ambiental for aplicada em nossos projetos, menores serão os impactos ambientais negativos, bem como as medidas e os custos para mitigação dos mesmos.

Iniciaremos nossos estudos com uma introdução aos recursos naturais (ar, solo e água) e às questões ambientais, levantando os principais problemas de degradação de cada um deles. Posteriormente, conheceremos a legislação sobre o assunto e entenderemos como utilizá-la como um instrumento de gestão em nossas atividades. Estudaremos ainda as formas de prevenção da poluição e de controle ambiental, finalizando com os métodos de planejamento e instrumentos para a gestão ambiental.

Temos certeza que nossos estudos lhe auxiliarão a ter uma visão mais ampla sobre as suas responsabilidades enquanto cidadão e profissional com as questões ambientais, preenchendo uma lacuna que, muitas vezes, passa despercebida em nossa formação. Animado para começar?

Contamos com você para, juntos, enfrentarmos o desafio que é proporcionar desenvolvimento operacional e organizacional, causando o menor impacto possível em nossos recursos naturais, que dão suporte à vida.

Mãos à obra!

Introdução aos recursos naturais e às questões ambientais

Convite ao estudo

Olá, aluno! Vamos iniciar a primeira unidade da nossa disciplina?

É comum, em nosso dia a dia, observarmos que o rápido avanço tecnológico dos últimos anos viabilizou novas formas de produção de bens de consumo, que estão disponíveis ao nosso alcance tanto em quantidade quanto em qualidade, não é mesmo? Entretanto, todo esse avanço nos trouxe também consequências indesejáveis, que vêm se agravando na mesma rapidez. Sabemos que a exploração dos recursos naturais passou a ser feita de maneira muito intensa, colocando em risco sua disponibilidade e qualidade, tanto para nós quanto para nossas gerações futuras.

Nesse contexto, imagine-se em uma situação hipotética em que você faça parte de um quadro de gestores e engenheiros de diferentes áreas de uma multinacional automobilística que fabrica veículos, caminhões e, também, peças para máquinas agrícolas. O Conselho da empresa vem questionando quanto aos impactos ambientais desse setor produtivo e vocês decidem se reunir em um trabalho multidisciplinar para identificação dos impactos negativos tanto em seu processo produtivo quanto dos seus produtos no mercado, em relação às emissões atmosféricas, ao solo e aos recursos hídricos. Esse levantamento será o marco inicial para traçar estratégias sustentáveis para a empresa, por meio de adequações no processo produtivo e remodelamento dos programas ambientais existentes.

No dia a dia de suas atividades vocês ficam tão envolvidos com a gestão e os processos, que não pararam para observar se

as medidas mitigadoras já implantadas há anos estão realmente sendo eficiente nos dias atuais. Quais são os fatores a serem observados para qualidade do ar, do solo e da água? Como funciona a dinâmica desses recursos? E como será que as atividades da indústria automobilística os afetam negativamente? Será que a sua empresa está causando danos, como poluição atmosférica e contaminação do solo e da água?

Essa primeira unidade lhe possibilitará conhecer os recursos naturais, bem como os impactos ambientais das operações produtivas na atmosfera, no solo e na água. A problematização e o entendimento das consequências das alterações no ambiente permitirão, nas unidades seguintes, buscar soluções para os problemas ambientais, cada vez mais urgentes, para garantir o futuro da humanidade.

Vamos analisar juntos esses impactos?

Seção 1.1

Atmosfera

Diálogo aberto

Dentro do contexto ambiental, quando falamos em atmosfera, relacionamos nossas mentes diretamente à poluição atmosférica, não é mesmo?

Isso porque em nosso subconsciente está muito claro que esse problema passou por diversos estágios de evolução e atualmente proporcionou, dentre outros aspectos negativos, uma involução da qualidade do ar que respiramos.

A poluição atmosférica acompanhou o progresso industrial, mesmo quando ainda nem se falava em sustentabilidade. Hoje, com o conhecimento acumulado ao longo dos anos e com o avanço da ciência, são comprovados os malefícios que a poluição do ar está causando tanto para o meio ambiente quanto para a saúde humana.

Pensando nessa temática, para o levantamento dos impactos ambientais que você e o restante da equipe de engenheiros e gestores de uma indústria automobilística estão fazendo, vocês decidem iniciar o trabalho pela análise das emissões atmosféricas do setor. O argumento principal é que, além de emissões provenientes da indústria em si, há, ainda, o crescimento da frota veicular nos centros urbanos e da frota de caminhões no setor de transportes, que também colaboram com grande parte da emissão de poluentes atmosféricos.

Durante a primeira reunião de *brainstorming* alguns questionamentos surgiram e nortearam o levantamento dos impactos do setor à atmosfera. Como é composta e dividida a atmosfera? Como a indústria automobilística impacta na poluição atmosférica? E de quem é a responsabilidade pelo monitoramento da qualidade do ar?

Partindo dessas discussões, elabore com seus colegas uma introdução sobre as questões ambientais globais e caracterize a indústria automobilística nesse cenário, apontando sua contribuição negativa para a poluição atmosférica. Essa será a primeira parte do

levantamento a ser entregue ao Conselho da fábrica.

Para lhe auxiliar na resolução das questões e no levantamento de maneira geral, nesta primeira seção, estudaremos: o surgimento e a caracterização da atmosfera, a dinâmica do clima, os aspectos da poluição e como é realizado o monitoramento da qualidade do ar nas cidades. Pronto para começar?

Não pode faltar

Até o momento, já fizemos algumas reflexões sobre nossos papéis enquanto profissionais perante o meio ambiente, sabemos que esta unidade abordará os recursos naturais e as questões ambientais e, a partir desse conhecimento macro, iniciamos os estudos da nossa primeira seção, que é sobre a atmosfera. Mas você saberia dizer o conceito de atmosfera?

A atmosfera terrestre pode ser entendida como uma massa de matérias gasosas, sólidas e, também, líquidas, constituídas de diferentes substâncias em diferentes proporções. A massa gasosa é bem lógica em nossa mente quando pensamos em “ar”. E corresponde à maior parte dentre essas três matérias, sendo composta por diferentes gases, como: nitrogênio (N_2), oxigênio (O_2) e gás carbônico (CO_2), dentre outros.

E quanto às massas sólidas e líquidas? Você sabe dizer o que seriam?

A massa sólida nada mais é do que a poeira em suspensão, pólen, microrganismos etc. A porção líquida, por sua vez, é composta de gotículas resultantes da condensação do vapor d’água, na forma de nuvens, neblinas e chuvas (BRANCO; MURGEL, 2004). É importante ter em mente, ainda, que essa composição da atmosfera não é estável, uma vez que pode sofrer interferência de ventos e outros fenômenos naturais, variando muito de um lugar para o outro.



Exemplificando

A porção líquida da atmosfera é bastante variável de um lugar para o outro. No deserto, por exemplo, a porção de vapor de água na atmosfera é quase nula, enquanto que, em uma região de floresta, pode ser bem maior.

Para compreendermos a interação desses componentes com a atmosfera terrestre, é preciso conhecermos como aconteceu a formação do Sistema Solar. A teoria mais aceita surgiu no século XVIII, proposta pelo filósofo Kant e pelo matemático Laplace. Essa proposta ficou conhecida como “nebulosa solar”, que seria uma nuvem de poeira e gás.

Em decorrência da ação da gravidade, essa nuvem passou a sofrer contração, assumindo uma forma discoide, mais densa e com temperaturas elevadas no centro e baixas na periferia, com movimento próprio de rotação. Foi a partir deste processo que se originaram o Sol, Júpiter e, também, Saturno, que são astros grandes e possuem a composição de hidrogênio e hélio idêntica para os três. As partículas menores se agregaram e formaram outros planetas do Sistema Solar.



Refleta

Você viu que os gases que compõem a atmosfera a acompanham desde o surgimento dos astros. Mas será que todo planeta possui atmosfera? Será que toda atmosfera possui a mesma composição de gases?

Apenas possui atmosfera os astros com campo gravitacional suficiente para retê-la. Mercúrio, Lua e a maioria dos satélites apresentam massa pequena e por isso não possuem atmosfera. É importante dizer ainda que a atmosfera não é a mesma em todos os astros, existindo diferenças na composição e na espessura, de acordo com a sua origem.

Já para o surgimento dos primeiros gases atmosféricos, a teoria mais aceita é da existência de uma atmosfera secundária, formada a partir da liberação de gases (vapor de água, dióxido de carbono e nitrogênio) do interior do planeta. Esses gases se formaram pelas matérias voláteis da própria nuvem de poeira e foram posteriormente liberados devido ao aquecimento associado à evolução do planeta (RAMOS; LEITÃO, 1991).

Durante o processo de formação da Terra, ocorreram queimas de componentes das rochas primitivas nas atividades vulcânicas, que liberaram uma quantidade muito grande de gás carbônico, componente básico da atmosfera primitiva. Além disso, o vapor d'água começou a condensar, dando início a um período de chuvas

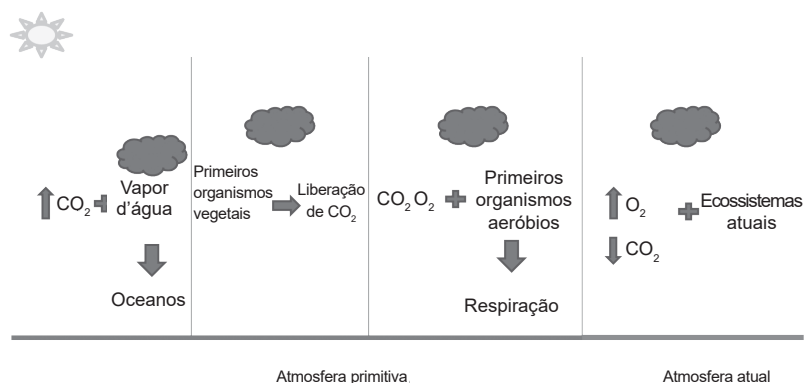
que originaram os oceanos. O dióxido de carbono ficou acumulado na atmosfera, porém, com o aparecimento da água no estado líquido, ele foi dissolvido, permitindo que reagisse com as rochas e formasse os carbonatos das rochas sedimentares e recifes de corais, que são constituídos de carbonatos de cálcio.

Mas e o oxigênio, tão essencial à vida? Pensando na atmosfera primitiva da qual estamos estudando, até o momento ainda não falamos desse gás, não é mesmo?

Há cerca de 2 bilhões de anos, ainda não existia oxigênio na atmosfera terrestre. Ele foi posteriormente formado quando começaram a surgir as atividades fotossintéticas dos primeiros microrganismos vegetais.

Esses organismos vegetais passaram a consumir o gás carbônico existente, liberando oxigênio. Como o oxigênio era um subproduto do processo de fotossíntese e não tinha função até então, uma vez que ainda não existiam organismos aeróbios, ele foi se acumulando na atmosfera. Mais tarde surgiram os organismos aeróbios e estes desenvolveram um processo de respiração muito eficiente, passando então a utilizar o oxigênio e gerando como subproduto o gás carbônico (BRANCO; MURGEL, 2004). Esse surgimento e evolução da atmosfera primitiva pode ser melhor visualizado na Figura 1.1.

Figura 1.1 | Surgimento e evolução da atmosfera terrestre



Fonte: elaborada pela autora.



Assimile

Na atmosfera primitiva havia grandes concentrações de gás carbônico e pouco oxigênio. Depois que surgiram os primeiros organismos vegetais, o oxigênio ficou acumulado na atmosfera, pois ainda não existiam organismos que faziam respiração para consumi-lo. Já na atmosfera atual, com ecossistemas complexos, há pouca concentração de gás carbônico e muita concentração de oxigênio.

Com o surgimento dos seres aeróbios na Terra, ficou estabelecida então uma relação entre estes seres, a respiração e a fotossíntese. Depois, surgiram espécies de vegetais mais complexas, que passaram a consumir uma maior quantidade de gás carbônico, diminuindo sua concentração na atmosfera. É importante deixar claro também que o processo de concentração de oxigênio na atmosfera aconteceu de maneira lenta, durando cerca de 1,5 bilhões de anos, até atingir a concentração que temos atualmente (JARDIM, 2001).



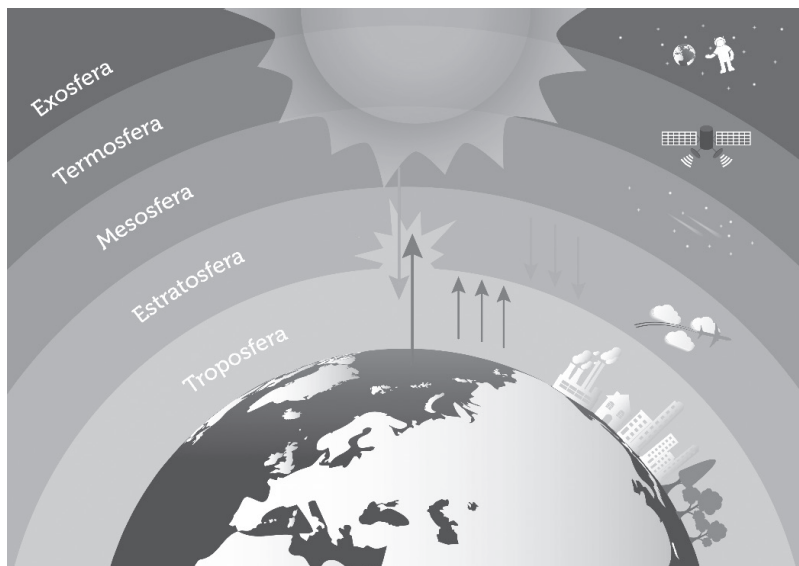
Pesquise mais

Para conhecer mais sobre o surgimento e evolução da atmosfera, não deixe de ler:

JARDIM, W. F. **A evolução da atmosfera terrestre**. Cadernos temáticos de química na nova escola. 2001. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/01/evolucao.pdf>>. Acesso em: 6 abr. 2017.

Conhecendo a origem e composição da atmosfera terrestre, podemos dar sequência ao nosso estudo. Avaliando propriedades físicas, químicas, temperatura e pressão, podemos dividi-la em camadas, sendo as principais: a Troposfera, a Estratosfera, a Mesosfera e a Termosfera, conforme demonstra a Figura 1.2. Entre cada uma das camadas da atmosfera, existe uma camada de transição. Entre a Troposfera e a Estratosfera encontramos a Tropopausa; entre a Estratosfera e a Mesosfera encontramos a Estratopausa; e, por fim, entre a Mesosfera e a Termosfera, encontramos a Mesopausa.

Figura 1.2 | Camadas da atmosfera



Fonte: adaptada de <<http://www.istockphoto.com/br/vetor/o-principal-camadas-atmosfera-da-terraimg621992042-108799567>>. Acesso em: 10 abr. 2017

A Troposfera é a primeira camada da atmosfera terrestre. E é a única que possui contato com a superfície da Terra, se estendendo ao nível do mar até 15 quilômetros de altitude, com diminuição da temperatura conforme o aumento da altitude. É a camada que mais sofre agressões antrópicas pela poluição do ar, chamando nossa atenção para seu estudo nessa disciplina. A Estratosfera é a camada que contém a camada de ozônio, responsável por absorver os raios ultravioletas, filtrando-os antes de chegarem a nossa superfície. Nessa camada, a temperatura sobe com o aumento da altitude. A Mesosfera, por sua vez, é a faixa por meio da qual essa temperatura volta a diminuir com o aumento da altitude. Por fim, na Termosfera, a temperatura é elevada (cerca de 1200°C) devido à presença de espécies iônicas e atômicas (ROCHA; ROSA; CARDOSO, 2009).

De maneira geral, a atmosfera possui algumas funções que subsidiam nossa vida terrestre, são elas: proteção, uma vez que, ao se chocar com a atmosfera, a maioria dos meteoros acabam se desfazendo antes de chegar a nós; conservação da temperatura, uma vez que alguns gases da atmosfera podem reter calor, evitando, assim, amplitudes térmicas muito variadas – a esse fenômeno natural damos

o nome de efeito estufa; e filtragem de raios ultravioleta, nocivos à vida, por meio da camada de ozônio.



Exemplificando

O termo "efeito estufa" é normalmente utilizado com uma conotação negativa, associado ao aquecimento global. Entretanto, o que muitos não sabem é que a vida na terra só é possível por causa desse efeito. São os gases da atmosfera, capazes de absorver parte da radiação emitida pelo Sol, que são responsáveis por deixar que apenas a luz visível e parte das ondas de rádio atinjam a superfície da Terra, sendo a luz ultravioleta (maléfica) absorvida na Estratosfera, motivo pelo qual ela é mais quente que a Troposfera. Parte desse calor acaba sendo reemitido para o espaço e parte dele fica retido na Troposfera, aquecendo o ar e permitindo a manutenção dos ecossistemas.

Aproveitando que estamos falando de efeito estufa e manutenção da temperatura da Terra, é essencial entendermos que a dinâmica da atmosfera interfere também em nosso clima. Além disso, as nossas atividades antrópicas podem interferir na dinâmica da atmosfera e proporcionar mudanças climáticas globais.

Nesse contexto, é importante termos claro dois conceitos que são facilmente confundidos: tempo e clima.

O tempo refere-se às mudanças atmosféricas de curto prazo, como temperatura, umidade, precipitação e ventos em uma determinada área. De maneira mais prática, seriam aquelas condições atmosféricas de um determinado lugar em um determinado momento, como as previsões do tempo vistas na TV., como as previsões do tempo vistas na TV.

O clima, por sua vez, determinado pelas condições meteorológicas médias de uma região, especialmente quando se trata de temperatura e pluviosidade. Ele é estabelecido pela avaliação de pelo menos trinta anos e pode ser entendido como a integração das condições do tempo para um determinado período.

Esses conceitos são importantes, porque nem todo mundo entende a diferença entre tempo e clima e, muitas vezes, acredita que aquele ano que foi mais quente ou mais seco que outro já pode caracterizar uma mudança climática, ou ainda um aquecimento global. Conforme esclarecido, o clima de uma determinada região é observado durante décadas – no mínimo trinta anos – em diferentes condições

meteorológicas. É só com base nessas avaliações que é possível fazer previsões sobre possíveis mudanças no clima em um longo prazo.

Quando falamos em mudança climática, a associamos a algo negativo, entretanto ela não é nova, nem incomum. Desde o surgimento da atmosfera terrestre, nos últimos 4 bilhões de anos, o clima foi alterado por emissões vulcânicas, mudanças na intensidade solar, movimento dos continentes, choques de meteoros, dentre outros fatores (MILLER; SPOOLMAN, 2015). Nos últimos mil anos, a temperatura média da atmosfera vinha permanecendo estável, mas começou a se elevar durante o último século, quando os efeitos das ações antrópicas ao meio ambiente começaram a aparecer (MILLER; SPOOLMAN, 2015). Esse evento, sim, podemos entender como uma mudança climática negativa, chamada de aquecimento global.

Falando dos efeitos das nossas ações no meio ambiente e como elas interferem na dinâmica da atmosfera, no clima e na nossa saúde, desde o início da Revolução Industrial – em meados de 1700 – nossas atividades, desde a queima dos combustíveis fósseis, levam ao aumento da concentração de poluentes e gases do efeito estufa na atmosfera. Além disso, a rápida urbanização em nível mundial com maior consumo de bens e serviços e o aumento da frota de veículos também podem gerar consideráveis emissões de poluentes atmosféricos (gases, partículas sólidas ou líquidas), refletindo seus efeitos na escala local e regional (LOMBARDO, 2009).

Além dos poluentes gasosos, partículas com outros poluentes na Troposfera urbana podem ter efeitos nocivos sobre a saúde. Como exemplo, em casos nos quais não existe vento e nem nebulosidade, essa combinação pode ocasionar problemas de saúde nos habitantes. De acordo com Vormittag et al. (2014), atualmente, a poluição atmosférica vem sendo uma das problemáticas ambientais mais complexas, sendo responsável por problemas de saúde em milhões de pessoas no mundo todo. Mas não se preocupe em conhecer neste momento quais são esses poluentes e os problemas que eles podem causar ao meio ambiente e à saúde humana, pois nos aprofundaremos neste assunto mais à frente, na Unidade 3.

Os danos provenientes da poluição atmosférica não são restritos somente às áreas nas quais ocorreu a emissão, uma vez que os poluentes são dispersos por meio das correntes de ar, ultrapassando fronteiras regionais e nacionais (DRUMM et al., 2014). Em relação à

emissão de gases decorrente das atividades industriais, nos países desenvolvidos, ela tem uma tendência a ser reduzida, principalmente nas áreas urbanas. Já nos países menos desenvolvidos, essa evolução vem ocorrendo de maneira mais lenta.

Já quando analisamos a poluição associada às emissões de veículos, podemos notar que ela vem tomando proporções cada vez maiores e isso pode ser explicado pelo desenvolvimento do setor de transportes. No Brasil, o aumento do transporte individual e do consumo de veículos está ligado ao aumento da produtividade da indústria automobilística, fruto de uma política industrial que incentivou a implantação de novas fábricas automotivas para o nosso país. Para dar vazão a essa produção que estava crescendo, aumentou-se o crédito para aquisição de veículos, além de uma política tributária para redução de impostos de veículos populares (SILVA, 2013).

Procurando gerar um impacto menor ao meio ambiente e ao ar que respiramos, o setor automobilístico vem investindo em pesquisa e desenvolvimento para que os automóveis passem a depender menos de combustíveis fósseis e, também, poluir menos, por meio do uso de tecnologias cada vez mais avançadas. Entretanto, embora existam fontes alternativas para obtenção de energia, segundo Drumm et al. (2014), os fatores econômicos ainda prevalecem, uma vez que a energia gerada através da combustão de derivados de petróleo, em alguns países, ainda é mais barata quando comparada às alternativas sustentáveis, dificultando, ainda, boas práticas para melhorar a qualidade do ar.

Falando em qualidade do ar, ela é analisada regionalmente e sabemos que é influenciada pelos níveis de poluição atmosférica, que, por sua vez, estão vinculados às fontes emissoras (indústrias, queima de lixo, veículos automotores, entre outras). É a quantidade dessas emissões, o seu transporte e a sua diluição na atmosfera que irão determinar se o ar que estamos respirando é bom ou não.

Para tentar controlar a qualidade do ar nas cidades, no Brasil, desde 1989, existe o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (Pronar), que determina a criação de uma Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade do Ar. Ele é instituído pela Resolução Conama nº 5/1989. No ano seguinte, por complementação, a Resolução Conama nº 3/1990 estabeleceu quais devem ser os padrões de qualidade do ar e qual a responsabilidade dos estados para seu monitoramento (BRASIL, 1989; 1990).

Na prática, em nosso país, o monitoramento da qualidade do ar é gerenciado por cada estado, com suas próprias estações, com exceção da Bahia, onde o gerenciamento é realizado apenas por empresas privadas (VORMITTAG et. al., 2014). De acordo com Vormittag et al. (2014), as resoluções brasileiras pecam em não definir prazos para suas determinações, não prevendo punições para o descumprimento, indicando que ainda temos um longo caminho a ser percorrido para atender ao monitoramento da qualidade do ar no país, defasado e precário.

Sem medo de errar

Vimos que o nosso modelo de vida atual proporciona impactos ao meio ambiente e, também, a nossa saúde e qualidade de vida. Em se tratando de impacto à atmosfera, a poluição gerada nos grandes centros urbanos, principalmente pela queima de combustíveis fósseis em máquinas térmicas e veículos automotores, resulta na emissão de uma grande quantidade de gás carbônico e outros poluentes, diminuindo a qualidade do ar, alterando a dinâmica da atmosfera e, consequentemente, do clima global.

Agora que você já conhece um pouco mais sobre a atmosfera e os impactos ambientais que podemos causar a ela, – e que acabam nos prejudicando – resolva a situação-problema proposta nesta seção. Vamos relembra-la?

Você faz parte da equipe de gestores e engenheiros de uma grande empresa automobilística, que se reuniu para realização de um projeto multidisciplinar com o objetivo de identificar os impactos negativos do setor automobilístico em relação às emissões atmosféricas, ao solo e aos recursos hídricos. Na primeira reunião de brainstorming alguns questionamentos surgiram e nortearam o levantamento dos impactos do setor à atmosfera.

Como é composta e dividida a atmosfera? Como a indústria automobilística impacta na poluição atmosférica? E de quem é a responsabilidade pelo monitoramento da qualidade do ar?

A atmosfera terrestre pode ser entendida como uma massa de matérias gasosas, sólidas e, também, líquidas, constituídas de diferentes substâncias em diferentes proporções. A porção gasosa corresponde à maior parte dentre essas três, sendo composta por

diferentes gases como: nitrogênio (N_2), oxigênio (O_2) e gás carbônico (CO_2), dentre outros. Já a massa sólida nada mais é do que a poeira em suspensão, pólen, microrganismos etc. A porção líquida, por sua vez, é composta de gotículas resultantes da condensação do vapor d'água, na forma de nuvens, neblinas e chuvas. Avaliando propriedades físicas, químicas, temperatura e pressão, podemos dividir a atmosfera em camadas, sendo as principais a Troposfera, a Estratosfera, a Mesosfera e a Termosfera. Como a Troposfera é a única em contato com a crosta terrestre e concentra o ar que respiramos, torna-se de grande importância para o nosso estudo.

A rápida urbanização e o maior consumo de bens e serviços com o aumento da frota de veículos também geram consideráveis emissões de poluentes atmosféricos (gases, partículas sólidas ou líquidas) que nos trazem prejuízos ambientais e, também, de saúde, tanto em escala local quanto regional. Além dos poluentes gasosos, partículas com outros poluentes na Troposfera urbana podem ter efeitos nocivos sobre a saúde, como doenças respiratórias, por exemplo.

Para controlar a qualidade do ar nas cidades, mantendo níveis seguros de poluentes na atmosfera, no Brasil, o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (Pronar) – instituído pela Resolução Conama nº 5/1989 – determina a criação de uma Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade do Ar. No ano de 1990, por complementação, a Resolução Conama nº 3/1990 estabeleceu quais devem ser os padrões de qualidade do ar e qual a responsabilidade dos estados para seu monitoramento.

Para iniciar o levantamento a ser entregue ao Conselho da empresa, você deve elaborar uma introdução sobre as questões ambientais globais, caracterizando a indústria automobilística nesse cenário, principalmente em relação à poluição atmosférica, que é objeto do nosso estudo dessa seção.



Pesquise mais

Para ajudar em seu embasamento teórico e argumentação, não deixe de ler o artigo:

DRUMM, F. C. et al. Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores. **REGET**, v. 18 n. 1, p. 66-78, Santa Maria, abr. 2014. Disponível em: <<https://go.gl/oRy2S7>>. Acesso em: 12 abr. 2017.

Uma reportagem para a TV

Durante a Semana de Meio Ambiente do seu município, a rede de televisão local procura por você, que é representante da Federação de Indústrias do seu estado, para a gravação de uma série de reportagens sobre responsabilidade ambiental e as soluções que as fábricas vêm implementando para a redução dos impactos ambientais.

A primeira reportagem da série é sobre mudanças climáticas e aquecimento global e a repórter inicia a gravação com a seguinte chamada: "Você já deve ter reparado que os três últimos anos foram mais quentes e com uma menor quantidade de chuva, não é mesmo? Essa mudança em nosso clima pode ser resultado do aumento de indústrias na região, que vem causando agressões ao nosso meio ambiente, principalmente após a Revolução Industrial. Hoje, conversaremos com um representante da Federação de Indústrias do nosso estado, que nos explicará um pouco mais sobre a relação entre as indústrias e o aquecimento global".

Com base em seu conhecimento e ética profissional, você detecta uma inconsistência na fala da repórter. Qual inconsistência é essa? Como você corrigiria a informação para que a rede de televisão não veicule uma matéria incorreta?

As questões climáticas atuais se tornaram tão comuns com a atenção das mídias que muitas vezes deixamos de ter um pensamento crítico ao ouvir um noticiário. E, ao ouvir a repórter gravando o início da reportagem, você nota que ela acabou cometendo um erro comum entre pessoas leigas, que é a confusão entre os conceitos de "tempo" e "clima".

Quando a repórter diz "Você já deve ter reparado que os três últimos anos foram mais quentes e com uma menor quantidade de chuva, não é mesmo? Essa mudança em nosso clima pode ser resultado do aumento de indústrias na região, que vem causando agressões ao nosso meio ambiente", na verdade ela comete um erro ao se referir ao termo "clima", uma vez que o clima de uma região só é definido por meio da análise das médias de temperatura, umidade e pluviosidade registradas em no mínimo 30 anos de

dados coletados e analisados. Sendo assim, não se pode afirmar que, em apenas 3 anos de aumento nas indústrias da região, houve uma mudança no clima, que possa ser caracterizada como uma mudança climática.

É importante que você a corrija antes que a matéria seja veiculada, evitando mal-entendidos pela população.

Não deixe de enfatizar que o tempo se refere às mudanças de curto prazo, que seriam aquelas condições atmosféricas de um determinado lugar em um determinado momento – o que assistimos na TV, por exemplo. Já o clima é determinado pelas condições meteorológicas médias de uma determinada região, estabelecido pela avaliação de pelo menos trinta anos.

Enfatize que nem todo mundo entende a diferença entre tempo e clima e, muitas vezes, acreditam que, porque os últimos anos foram mais quentes ou mais secos, isso já caracteriza uma mudança climática, ou ainda um aquecimento global.

Faça valer a pena

1. Analise a afirmação a seguir:

“A imagem da Terra vista da Lua é muito diferente daquela que temos da Lua a partir da Terra, e a diferença reside na atmosfera terrestre”.

(RAMOS; LEITÃO, 1991, p. 53)

Com base na afirmação, julgue as asserções:

- I. Apenas possui atmosfera os astros que têm gravitacional suficiente para retê-la.
- II. A atmosfera não é igual em todos os astros, existindo diferenças na composição e na espessura, de acordo com sua origem.
- III. O Sol, a Lua, Marte e Plutão são exemplos de astros que apresentam massa pequena e por isso não possuem atmosfera.

Com base em seus conhecimentos sobre a atmosfera, e após analisar as asserções, é possível concluir que são corretas:

- a) I, apenas.
- b) II, apenas.
- c) I e II, apenas.
- d) I e III, apenas.
- e) II e III, apenas.

2. As características a seguir descrevem uma camada da atmosfera terrestre:

- I. Se estende ao nível do mar até 15 quilômetro de altitude.
- II. É a camada que, tem contato com a superfície da Terra.
- III. Sua temperatura diminui conforme aumenta a altitude.
- IV. É a camada que mais sofre agressões antrópicas pela poluição do ar.

Partindo da análise das características da atmosfera apresentadas, é possível concluir que elas descrevem a:

- a) Termosfera.
- b) Exosfera.
- c) Estratosfera.
- d) Mesosfera.
- e) Troposfera.

3. Analise as asserções a seguir e a relação proposta entre elas:

I. No Brasil, a agropecuária é uma das líderes de emissões de gases do efeito estufa, junto com o manejo da terra e consumo de combustíveis

PORQUE

II. Os altos índices de emissão no setor agrícola se devem à expansão do rebanho bovino e ao aumento do uso de fertilizantes nitrogenados.

(O DIA, [s.d.], [s.p.])

Assinale a alternativa que apresenta a correta relação entre as asserções:

- a) A asserção I é uma proposição verdadeira, e a II é uma proposição falsa.
- b) As asserções I e II são proposições verdadeiras, mas a II não é uma justificativa da I.
- c) As asserções I e II são proposições verdadeiras, e a II é uma justificativa da I.
- d) A asserção I é uma proposição falsa, e a II é uma proposição verdadeira.
- e) As asserções I e II são proposições falsas.

Seção 1.2

Solo

Diálogo aberto

Vamos iniciar agora mais uma seção de estudos sobre os nossos recursos naturais (ar, solo e água) e suas questões ambientais. Nesse segundo tema, permearemos a formação, a caracterização e a conservação do solo, bem tão precioso para sustentar a vida na Terra, além de armazenar a água e prover o alimento para nossa subsistência.

Para esse estudo, retomaremos brevemente o a situação-problema desta unidade. Você faz parte de um quadro de gestores e engenheiros de diferentes áreas de uma indústria automobilística. O Conselho da empresa vem questionando os impactos ambientais de toda a cadeia do setor automobilístico (tanto no processo produtivo quanto do produto acabado) e vocês decidem se reunir em um trabalho multidisciplinar para identificação dos impactos negativos desse setor em relação às emissões atmosféricas, ao solo e aos recursos hídricos. A primeira parte era a caracterização da indústria automobilística no cenário ambiental e o levantamento dos impactos na atmosfera, que já foram realizados na seção anterior.

Sua equipe sabe que a indústria automobilística não é a mais poluidora de todos os setores industriais, entretanto, seus impactos aos recursos naturais não se encerram no processo produtivo dentro da fábrica, motivo pelo qual vocês vêm analisando o setor como um todo. Pesquisando sobre quais seriam os impactos ao solo, todos se espantam com os números levantados para a quantidade de óleo lubrificante que é descartado de maneira inadequada no meio ambiente todos os anos. Um dos engenheiros de sua equipe, responsável pela área de qualidade de processos, lhes apresenta a informação de que o consumo de lubrificantes básicos no Brasil é de 900 milhões de litros por ano (óleo comercializado), entretanto, apenas 180 milhões são coletados e enviados para o rerefino.

Existe uma portaria do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama) que obriga o encaminhamento de todo o óleo lubrificante mineral usado ou contaminado para rerefino, mas sua equipe não sabe como caracterizar o solo como recurso natural afetado, para montar a argumentação ao Conselho. Como definir e caracterizar o solo? O que exatamente irá caracterizar o tipo de solo de uma região? Quais são os impactos que o homem pode causar a esse recurso? E como o óleo lubrificante se encaixa nesse cenário?

Nesta seção, você primeiro conhecerá os conceitos que envolvem o solo, para depois responder a esses questionamentos e elaborar a segunda etapa do estudo que você e sua equipe estão realizando: a caracterização do solo e os impactos do setor automobilístico a ele causados. Pronto para começar?

Não pode faltar

Em nosso estudo, muitas vezes vamos nos deparar com conhecimentos e informações que são de nosso senso comum. Isso porque, quando falamos em recursos naturais e os impactos que causamos a eles, estamos diretamente falando das nossas atividades diárias e como nos relacionamos com os nossos ecossistemas.

Nesse sentido sabemos que o nosso solo vem sendo degradado no decorrer dos anos por diversos processos tanto antrópicos quanto naturais, entretanto, muitas vezes esquecemos que ele faz parte do nosso ambiente e é essencial à existência da vida na Terra. Dentre os impactos ao solo, podemos destacar: a diminuição de sua quantidade de matéria orgânica e, conseqüentemente, de sua fertilidade natural; a contaminação por resíduos urbanos, industriais e agrícolas (como lixo, efluentes e agrotóxicos); a alteração para obras civis; a exploração mineral; a desertificação e arenização dos solos; e a perda por erosão hídrica (chuvas) e eólica (vento).

Hoje só é possível listar esses fatores e conhecermos suas causas, porque o assunto foi muito estudado, inclusive em se tratando de ações para mitigação dos impactos de nossas atividades. Nesse sentido, todo o conhecimento gerado nos últimos cem anos pode ser atualmente utilizado por diversos profissionais, passando pelas ciências agrárias, ambientais, geografia, geotecnologia, biologia, construção civil, mineração, petroleiro, entre outros. Além da importância do

conhecimento para as diferentes atuações profissionais, há ainda a importância para a população em geral, que deve ser estimulada a conhecer o solo e entender suas funções a fim de se preocupar com a sua preservação.

Mas como podemos conceituar, esse solo que tanto precisamos?

Podemos entender o solo como um material solto e macio que cobre a superfície da Terra. Ele é composto, por material mineral e material orgânico, água, ar e organismos. Sua função, além de servir como um meio natural para o crescimento das plantas, é a de sustentar a nossa vida, pois é acima dele que vivemos.



Assimile

Podemos fazer uma analogia do solo para a Terra, assim como a casca para uma laranja. Entretanto, ao contrário da casca, que ao ser observada a olho nu, aparentemente tem uma superfície uniforme, os solos variam muito em sua espessura, composição, fertilidade e porosidade na superfície terrestre (COELHO et al., 2013).

De acordo com Coelho et al. (2013), os solos possuem cinco funções no nosso ambiente, sendo: (1) sustentar o crescimento das plantas, em termos de suporte mecânico e fornecimento de água e nutrientes para as raízes; (2) determinar o destino da água na superfície terrestre, uma vez que a perda de água, a contaminação e a purificação da mesma são todas afetadas pelo solo; (3) realizar a reciclagem de nutrientes, reincorporados e convertidos em matéria orgânica, que fica disponível para as plantas continuarem seu ciclo; (4) ser habitat para diferentes organismos, uma vez que um punhado de solo pode conter bilhões de organismos vivos e mortos, responsáveis pelo movimento e pela manutenção da água, dos nutrientes e, também, do ar (5) fornecer material (areia, argila, madeira) para a construção de nossas casas e edifícios e proporcionar a construção da base para toda a nossa infraestrutura (estradas, aeroportos, casas e edifícios).

Existem diferentes tipos de solos na natureza. Para identificar e caracterizar cada um deles foram divididos em classes, que é o termo técnico correto para se referir aos diferentes tipos de solos. As classes são definidas por suas características, como: cor, partículas minerais formadoras, fertilidade, porosidade, organização das partículas (que podem formar agregados ou torrões no solo), quantidade de água

presente, entre muitas outras. Mas antes de conhecermos essas classes, precisamos entender um pouco de como se dá o processo de formação do solo.

Desde sua origem, o solo sofre a ação de diferentes processos de formação, como: perdas, transformações, transportes e adições. Nesse sentido, o solo é formado a partir de uma sucessão de processos que originaram camadas diferentes entre si, na cor, espessura, granulometria, conteúdo de matéria orgânica e nutrientes de plantas.

O material de origem é, então, a matéria-prima a partir da qual os solos se desenvolvem, podendo ser de natureza mineral, como rochas e sedimentos, ou orgânica, como resíduos vegetais. Entretanto, como os materiais rochosos ocupam extensões maiores, estes são os mais importantes e abrangem os diversos tipos conhecidos de rochas.



Assimile

Até aqui vimos que os solos são formados pela decomposição do seu material de origem – que na maioria das vezes é uma rocha, certo? Como existem diferentes tipos de rochas na superfície terrestre, fica mais fácil entender por que existem diferentes tipos (classes) de solos.

Resumindo, o solo como conhecemos é resultado da ação simultânea e integrada do clima com os organismos sobre um material de origem, que geralmente é uma rocha que se encontra em determinada paisagem ou relevo, em um certo período de tempo (LIMA; LIMA, 2007). Nesse sentido, existem alguns fatores de formação dos solos que são responsáveis pelos diferentes tipos que vemos hoje, nos locais por onde passamos. Esses fatores são, além da rocha, o clima, o relevo, os organismos e o tempo. Vamos entender um pouco mais sobre como cada um deles afeta na formação do solo?

O clima exerce sua influência principalmente por meio das chuvas e da temperatura, uma vez que as precipitações e as temperaturas elevadas favorecem os processos de formação do solo.



Exemplificando

Por exemplo, um granito, em uma região de clima seco e quente, pode originar solos rasos e pedregosos em virtude da reduzida quantidade de chuvas. Se esse granito estiver em uma região de clima úmido e quente, essa mesma rocha dará origem a solos mais profundos, não pedregosos e mais pobres (LIMA; LIMA, 2007).

Já o relevo (plano, inclinado ou abaciado) poderá determinar o comportamento da água da chuva no solo, que pode ser infiltração, propiciando solos profundos, úmidos e a formação dos aquíferos; apenas escoamento pela superfície, ocasionando erosão; ou a acumulação, formando as áreas de várzea. Nos relevos planos, praticamente toda a água da chuva entra no solo. Já em relevos inclinados, grande parte dessa água escorre pela superfície, favorecendo a erosão dos mesmos. Por fim, nas áreas com relevo abaciado, além das águas da chuva, há ainda o recebimento das águas provenientes das áreas inclinadas, tendendo a um acúmulo (LIMA; LIMA, 2007).

Os organismos que vivem no solo, como animais, vegetais, bactérias e fungos, também exercem papel muito importante na sua formação, por alguns motivos, como: podem atuar na transformação ou na fixação dos constituintes orgânicos e minerais; podem proporcionar aeração, deixando o solo mais poroso, que seja capaz de absorver melhor a água; quando os vegetais morrem, tornam-se fonte de matéria orgânica para o solo, permitindo a ciclagem dos nutrientes. Além desses fatores, é necessário um determinado tempo, para a atuação dos processos que levam à formação do solo. Esse fator depende dos anteriores, que são o tipo de rocha, o clima e o relevo.



Exemplificando

Os solos derivados de rochas ricas em quartzo demoram mais tempo para se formarem do que os solos originados de rochas ricas em ferro, por exemplo. Isso acontece porque o quartzo é um mineral muito mais resistente à alteração do que o minério de ferro. Outro ponto é que nos relevos mais inclinados, com presença de morros e montanhas, o tempo necessário para formação de um solo é muito mais longo se comparamos a relevos planos, uma vez que, nos primeiros, a erosão natural é muito maior (LIMA; LIMA, 2007).

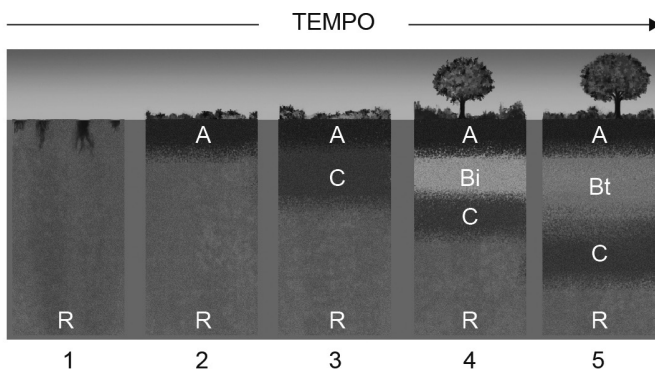
Mas como esse material de origem é decomposto? O que são esses processos com capacidade de desintegrar uma rocha modificando-a?

Ao conjunto de processos físicos, químicos e biológicos que atuam sobre as rochas, desintegrando-as e decompondo-as, chamamos de intemperismos. À medida que o material de origem intemperiza-se, ele fica mais poroso, retém melhor a água e os elementos químicos (como cálcio, magnésio, ferro) e oferece condições para que organismos pioneiros (como musgos, líquens e algas) possam se estabelecer. Esses são os intemperismos físicos, químicos e biológicos, respectivamente.

Com o passar do tempo, o solo torna-se mais espesso e passa a permitir que plantas de maior porte se instalem. Ao morrer, os organismos que ali vivem fornecem a matéria orgânica que passa a ser incorporada ao solo em um processo contínuo.

Verifique na Figura 1.3 o processo de formação do solo, desde seu início (1) a sua completa formação (5).

Figura 1.3 | Processo de formação e evolução do solo



Fonte: Lima & Lima (2007, p. 9).

Na Figura 1.3, além de observarmos o processo de formação do solo, também percebemos que esse solo possui diferentes camadas, formadas a partir do intemperismo. Isso nos leva a conhecer dois novos conceitos: perfil e horizontes do solo.

O perfil do solo, corresponde à seção vertical que se inicia na superfície do solo (A) e termina na rocha (R), podendo ser constituído por um ou mais horizontes. Esses horizontes, por sua vez, são as diferentes camadas que constituem o solo, denominadas pelas

letras A, B, C e R. Note que um solo jovem pode apresentar apenas o horizonte A sobre a rocha (A-R), enquanto um solo mais velho possui um maior número de horizontes.

Com base no conhecimento sobre o processo e formação do solo e os fatores que o influenciam, estamos prontos para entender mais sobre os tipos de solos – tecnicamente divididos em classes. A classificação dos solos pode ser obtida somente a partir da avaliação de diferentes dados (morfológicos, físicos, químicos e, também, dos perfis que eles apresentam). Além desses dados específicos, são levados em consideração os aspectos do ambiente em que o solo se encontra, como: clima, vegetação, relevo e material de origem, todos já estudados anteriormente.

Segundo informações da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, [s.d]), a classificação de um solo se inicia com a descrição morfológica do seu perfil e com a coleta de amostras em campo. Essa análise deve ser conduzida de acordo com critérios estabelecidos em manuais e observando-se com máximo de zelo, paciência e critério. A classificação definitiva somente é concluída após o recebimento e a interpretação de todas as análises laboratoriais referentes ao seu perfil (EMBRAPA, [s.d]).

As características peculiares de cada classe de solo estão contidas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) – livro produzido e publicado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), que já se encontra na 4ª edição (2014). No SiBCs estão descritas as seguintes classes de solos no Brasil: Argissolos, Cambissolos, Latossolos, Luvisolos, Neossolos, Planossolos, Plintossolos e Vertissolos, bem como as Dunas e Afloramentos de Rocha.



Pesquise mais

Para conhecer mais sobre as classes de solos existentes em nosso país e as características de cada uma delas, leia o material produzido pela Embrapa:

SILVA, S.H.B.B, et al. **Descrição das principais classes de solos**. EMBRAPA, set. 2005. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/157911/1/OPB1113.pdf>>. Acesso em: 6 jun. 2017.

Conforme vimos no início desta seção, a vida, de maneira geral, só é possível na Terra pela existência do solo, com todos os seus componentes (físicos, químicos e biológicos). É o equilíbrio desses componentes que garante o crescimento adequado das plantas, que são fonte de toda a cadeia alimentar, o que não ocorre, por exemplo, sobre um bloco de granito – rocha que ainda não se tornou solo.

A composição e o perfil do solo também interferem diretamente no nosso cotidiano pessoal e profissional na definição das fundações das construções civis que fazemos, nas enchentes nos grandes centros urbanos, que sofrem pela baixa infiltração da água da chuva no solo e, também, no alimento que precisamos plantar e colher para alimentar toda a população, por exemplo. Caso esse recurso não seja bem manejado, corremos o risco de, cada vez mais, termos prejuízos em diferentes aspectos.



Reflita

Atualmente, muito se discute sobre meio ambiente e sustentabilidade. você já imaginou os impactos das atividades humanas ao solo? E na sua área de atuação profissional? Consegue imaginar quais seriam os impactos causados?

São muitos os impactos ambientais que nossa sobrevivência na Terra gera aos recursos naturais. Quando falamos em impactos ao solo, podemos citar, principalmente, a erosão, relacionada ao uso e à ocupação do solo em diferentes setores econômicos, e a contaminação de maneira geral, que ocorre por produtos químicos e resíduos, decorrentes de nossas atividades em diferentes setores produtivos.

A erosão pode ser entendida como um desgaste da superfície do solo pela ação da água, do vento e, também, do homem. Em termos mais técnicos, de acordo com Favaretto e Dieckow (2007, p. 114), “a erosão consiste nos processos físicos de desagregação, transporte e deposição das partículas de solo”. Sobre os processos erosivos, é importante saber, ainda, que eles podem ocorrer de maneira natural, também conhecida como normal ou geológica, ou de maneira acelerada, conhecida como induzida ou antrópica.

Na erosão natural, a água e o vento atuam por longos períodos de tempo e sem a interferência do homem. É esse tipo de erosão que acontece nos diferentes tipos de relevos, alterando nossas paisagens.

Em contrapartida, na erosão acelerada, os mesmos agentes (água e vento) atuam por períodos de tempo mais curtos, a partir da grande interferência do homem, que ocorre, por exemplo, quando utilizamos a terra em nossas atividades agrícolas, na fundação de construções para nossa infraestrutura de maneira geral ou, também, em qualquer outra ocasião, em que exista a necessidade de realizar a retirada da camada vegetal. Como o próprio nome já diz, na erosão acelerada, as perdas de solo são bem superiores do que no processo de sua formação. Nesse sentido, o que a erosão natural levaria anos para causar, a erosão acelerada pode degradar em algumas semanas, dias ou até mesmo horas (FAVARETTO; DIECKOW, 2007).

Outra maneira de degradação do solo muito preocupante é a sua contaminação, que pode ocorrer por diferentes tipos de agentes, chamados de contaminantes ou poluentes. Esses agentes podem ser de origem natural ou produzidos pelo homem, que, assim como no processo erosivo, é capaz de acelerar a poluição ambiental. Como nas últimas décadas enfrentamos uma grande demanda por comida, água e energia, decorrentes do aumento exponencial da população na Terra, justifica-se entender, então, como funciona a dinâmica dos poluentes no solo, a fim de reduzir os riscos de contaminação do mesmo, conservando-o para as gerações futuras.

Assim como já apontado, os poluentes que chegam ao solo apresentam naturezas diversas. As atividades agrícolas são responsáveis por grande parte da contaminação desse recurso natural (assim como das águas – que estudaremos na próxima seção), uma vez que utilizam em larga escala agrotóxicos (herbicidas, inseticidas e fungicidas), adubos e calcários.

O uso indiscriminado desses produtos está relacionado às altas produtividades na agricultura, permitindo que mais pessoas sejam sustentadas nas cidades, cada vez maiores e mais populosas. É fato que existem, hoje, técnicas mais modernas de manejo para aumentar a produtividade com práticas sustentáveis, entretanto, décadas atrás, caso não ocorresse esse aumento na produtividade com o uso de agrotóxicos, adubos químicos e calcários, seria necessário utilizar mais áreas para manter a mesma população e isso ocasionaria outro tipo de degradação, como a erosão, o esgotamento dos nutrientes e a lixiviação, por exemplo.

Mas por que esses produtos químicos são tão preocupantes

quando falamos em contaminação do solo e da água? Será que apenas o setor agrícola pode ser responsabilizado por essa contaminação?

A questão encontra-se nos metais pesados, que, em altas concentrações ou acumulados ao longo do tempo nos organismos, podem causar diferentes distúrbios no metabolismo dos seres vivos. Nas plantas, por exemplo, eles podem acumular-se e, quando ingeridos pelos animais ou seres humanos, excedem os níveis de tolerância, ocasionando problemas de saúde.

Segundo Melo e Lima (2007), os metais pesados mais comuns são (Pb^{2+}) Chumbo, (Cd^{2+}) Cádmio, (Cr^{2+}) Cromo, (Zn^{2+}) Zinco, (Hg^{2+}) Mercúrio, (Cu^{2+}) Cobre e (Ni^{2+}) Níquel. Assim, não somente o setor agrícola deve ser responsabilizado pelo lançamento de metais pesados no ambiente. As fontes de metais pesados mais comuns são: o lixo urbano, o esgoto, os resíduos industriais e de mineração, bem como os calcários, adubos minerais e orgânicos. Portanto, os metais pesados estão presentes, também, nos espaços urbanos em geral, nas atividades industriais, agrícolas e de mineração.

Para entender melhor a dimensão do problema, se pegarmos como exemplo apenas o chumbo, podemos ver que, além da sua ocorrência natural no ambiente, há ainda o aumento de sua concentração no solo e na água devido às ações antrópicas nas indústrias: de baterias, automóveis, siderúrgicas, fertilizantes, óleos lubrificantes etc.



Assimile

Por falar em óleo lubrificante, esse foi um dos problemas levantados em nossa situação-problema desta seção, certo? Além de danos à saúde das pessoas, o óleo lubrificante, quando mal descartado, pode causar danos irreversíveis ao meio ambiente, pois, por não ser biodegradável, continuará presente por dezenas de anos na natureza. Quando o óleo vaza ou é descartado no solo, interfere em sua dinâmica e o inviabiliza tanto para a agricultura quanto para edificações, além de matar a vegetação existente e os microrganismos.

O solo contaminado pode contaminar as águas subterrâneas, gerar problemas em escavações de obras civis ou liberar gases tóxicos já com o local em funcionamento. Nestes casos, como prevenção, o ideal é que sejam realizadas investigações geotécnicas capazes de fornecer informações sobre o subsolo do local, por meio de análises

de amostras de solo, gás e água. As investigações geotécnicas vão, por exemplo, descobrir se existe necessidade de conter o contaminante ou remediar o solo do local na obra. Em caso de aterros sanitários, os gases tóxicos do solo são previamente captados e direcionados para combustão ou geração de energia.

Em virtude da importância da conservação do solo e controle de sua contaminação em vista dos riscos apresentados, no Brasil, o Ministério do Meio Ambiente, por meio do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), estabeleceu limites para os níveis de contaminantes tanto no solo quanto na água, com as resoluções 420/2009 e 357/2005, respectivamente. Entretanto, mesmo havendo uma legislação que estipule limites para os níveis de contaminação, sabemos que a atuação do setor produtivo dentro desse contexto pode ser questionável. A nós, cidadãos e profissionais de diferentes setores da economia, conhecendo melhor os nossos recursos naturais, fica a necessidade urgente de discutirmos e atuarmos para minimizar os impactos das nossas atividades ao meio ambiente.

Sem medo de errar

Estamos chegando ao final desta segunda seção. Nela vimos que o solo é um importante componente do ecossistema terrestre, tendo muitas funções, dentre elas, ser o substrato utilizado pelas plantas, que nos oxigena e nos alimenta.

Lembre-se de que você faz parte de um quadro de gestores e engenheiros de diferentes áreas de uma indústria automobilística que se reuniram em um trabalho multidisciplinar para identificação dos impactos negativos desse setor em relação aos recursos naturais. Pesquisando sobre quais seriam os impactos ao solo, vocês se espantaram com os números levantados para a quantidade de óleo lubrificante que é descartado de maneira inadequada no meio ambiente todos os anos, mas não sabem como caracterizar o solo como recurso natural afetado, para montar a argumentação ao Conselho. Como definir e caracterizar o solo? O que exatamente irá caracterizar o tipo de solo de uma região? Quais são os impactos que o homem pode causar a esse recurso? E como o óleo lubrificante se encaixa nesse cenário?

Podemos entender o solo como um material solto e macio que cobre a superfície da Terra. Ele é composto, além de material mineral

e material orgânico, por água, ar e organismos. O solo tem como funções sustentar o crescimento das plantas, determinar o destino da água na superfície terrestre, realizar a reciclagem de nutrientes, ser hábitat para diferentes organismos, fornecer material (areia, madeira) para a construção de nossas casas e edifícios e proporcionar a construção de uma base para toda a nossa infraestrutura (estradas, aeroportos, casas e edifícios).

Os solos são formados pela decomposição do seu material de origem – que na maioria das vezes é uma rocha. Como existem diferentes tipos de rochas na superfície terrestre, são formados diferentes tipos de solos na natureza, que variam de região para região. Para identificar e caracterizar cada um, eles foram divididos em classes, que é o termo técnico correto para se referir aos diferentes tipos de solos. As classes, por sua vez, são definidas por suas características de cor, partículas minerais formadoras, fertilidade, porosidade, organização das partículas (que podem formar agregados ou torrões no solo), quantidade de água presente, entre muitas outras. Essas características peculiares de cada classe de solo estão contidas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) – livro produzido e publicado pela Embrapa, que já se encontra na 4ª edição (2014).

Quando falamos em impactos ao solo, podemos citar, principalmente, a erosão, relacionada ao uso e ocupação do solo em diferentes setores econômicos, e a contaminação de maneira geral, que ocorre por diferentes produtos químicos e resíduos, decorrentes de nossas atividades em diferentes setores produtivos. Dentre estes produtos, se encontram agrotóxicos, adubos, resíduos e, também, os óleos lubrificantes, que é o ponto focal do levantamento que você e sua equipe estão realizando. É importante pontuar que, além de ser prejudicial para a saúde das pessoas, o óleo lubrificante, quando mal descartado, pode causar danos irreversíveis ao meio ambiente, pois, por não ser biodegradável, continuará presente por dezenas de anos na natureza.

Agora você está pronto para dar continuidade ao trabalho com sua equipe! Caracterize o solo da sua região e apresente os impactos causados pela indústria automobilística tanto no processo industrial, quanto no produto acabado, a esse recurso natural.

Avançando na prática

De quem é a culpa?

A empresa que você trabalha vem estudando a possibilidade de expansão, com uma nova planta que ocupará um terreno vizinho, que ainda não foi construído. Esse terreno tem uma parte em desnível e há mais de dez anos está intocado, com muita vegetação, inclusive de médio porte.

Sem nenhum tipo de consultoria ambiental, a empresa contrata terceiros para realizar a limpeza da vegetação do terreno e iniciar as obras de fundação. Poucos dias depois, uma chuva volumosa afeta a região e o terreno limpo, que encontrava-se com o solo descoberto, apresentou valas profundas, que inviabilizaram o início das obras de fundação.

O dono da empresa, está culpando a empresa contratada pelo serviço mal feito e pela agressão ao solo ocorrida: o surgimento das valas. Você, com o conhecimento de solos que possui, culparia ou não a empresa contratada pelos danos causados ao meio ambiente? O que aconteceu para que as valas surgissem?

Com o conhecimento que possui sobre os solos e os impactos que podemos causar a ele, você, funcionário da empresa em questão, deve se posicionar para defender a empresa contratada, uma vez que ela não foi diretamente a responsável pelos danos causados ao solo.

Você deverá explicar ao dono da empresa que o que ocorreu foi um processo de erosão, decorrente da retirada da camada vegetal que cobria o solo. A erosão causa o desgaste da superfície do solo pela ação da água, do vento e, também, do homem. Esse processo pode ocorrer de maneira natural e lenta, sendo responsável pela mudança em nossos relevos e paisagens, ou, ainda, de maneira acelerada, ocasionada por grande interferência do homem, por exemplo, quando é realizada a retirada da camada vegetal, cujas raízes prendem as partículas do solo e evitam que a água da chuva as carreguem.

No caso do fato ocorrido, não só a empresa contratada tem culpa pela degradação, mas também o empresário que solicitou o serviço sem ter imaginado que uma erosão pudesse vir a ocorrer.

Faça valer a pena

1. Analise os acontecimentos a seguir:

- I. Diminuição da produtividade de uma certa lavoura.
 - II. Contaminação da água por chumbo resultante de baterias mal descartadas
 - III. Desmoronamento de encostas após chuvas recorrentes.
 - IV. Assoreamento de um rio.
- Assinale a alternativa que apresenta o(s) acontecimento(s) decorrente(s) de impactos ambientais negativos ao solo:

- a) I, apenas.
- b) I e II, apenas.
- c) I e IV, apenas.
- d) I, III e IV, apenas.
- e) I, II, III e IV.

2. Leia a afirmação a seguir:

“O granito, maciço, não tem planos de fraqueza, podendo permanecer sem grandes alterações por séculos; enquanto o folhelho, que é uma rocha sedimentar, apresenta planos de acamamento e pode romper-se facilmente ao longo destes planos.

(Fonte: AÇÃO SONDAGENS. Rochas e Solos: Geologia. Disponível em: <<http://www.acaoengenharia.com.br/rochas-e-solos/>>. Acesso em: 6 jun. 2017).

Imagine o granito e o folhelho como materiais de origem para a formação de um solo. Agora, dentre as alternativas a seguir, assinale aquela que apresenta a correta relação entre o tipo de rocha e o tempo de formação do solo:

- a) Apesar de possuírem diferentes durezas, tanto o granito quanto o folhelho levarão o mesmo tempo para formar um solo, pois o que irá

decidir o tempo de formação do solo é apenas o relevo.

b) O granito levará um menor tempo para formação de um solo, uma vez que seu material será mais suscetível aos intemperismos.

c) O folhelho levará um menor tempo para formação de um solo, por ser um material sedimentar que já pulou uma etapa no processo de formação.

d) Apesar de possuírem diferentes durezas, o folhelho poderá levar mais tempo para formar um solo, caso enfrente menos intemperismos climáticos que o granito.

e) O folhelho levará um maior tempo para formação de um solo, por ser rico em cálcio, e não permitir a ação de intemperismos.

3. A classificação dos solos pode ser obtida somente a partir da avaliação de diferentes dados (morfológicos, físicos, químicos e, também, dos perfis que eles apresentam).

Segundo informações da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a classificação de um solo se inicia com a descrição morfológica do seu _____ e com a coleta de amostras em campo.

Assinale a alternativa com a palavra que completa corretamente a lacuna da frase anterior:

a) Horizonte.

b) Relevo.

c) Perfil.

d) Material de origem.

e) Clima.

Seção 1.3

Águas subterrâneas e superficiais

Diálogo aberto

Chegamos à última seção da Unidade 1!

Você deve ter acompanhado nos noticiários dos últimos anos, ou talvez tenha percebido de outras formas, a crise hídrica que vem assolando nosso país. Muitos estados brasileiros, que antes não eram prejudicados com a falta de água, se viram diante da necessidade de realizar racionamento hídrico para que esse recurso não se esgotasse nos reservatórios que abastecem os centros urbanos e, também, não deixasse de irrigar as lavouras e matar a sede das criações de animais.

Esse contexto desperta para a importância de nossas atitudes em relação ao meio ambiente e à água, que precisa estar disponível não só em quantidade, mas também em qualidade suficiente para nosso consumo e nossa subsistência.

Com esse foco, retomaremos a situação-problema em que você se encontra, fazendo parte de um quadro de gestores e engenheiros de diferentes áreas de uma indústria automobilística. Você e seus colegas de trabalho já sabem que o óleo ocasiona graves impactos ambientais ao solo e aos recursos hídricos em geral. A questão é se ele poderia chegar ao meio ambiente por meio dos efluentes da indústria automobilística, por exemplo.

Nessa última reunião de equipe, vocês terão como objetivo levantar os impactos do setor automobilístico aos recursos hídricos, para o fechamento do estudo de impacto ambiental que estão realizando e a entrega do parecer aos conselheiros da empresa. Assim como no solo, vocês sabem que existe uma legislação que prevê a quantidade máxima de contaminantes para os recursos hídricos, mas ainda se perguntam: quais fatores podem ocasionar a contaminação da água, afetando sua qualidade? Somente as águas superficiais podem ser contaminadas? Ou aquelas que estão abaixo do solo também podem ser?

Para conhecer melhor os recursos hídricos e conseguir responder a essas e outras questões, nesta seção, você verá como funciona o ciclo hidrológico, quais são as bacias hidrográficas brasileiras, por que

nem sempre temos disponibilidade de água em volume e, também, como ocorre a sua contaminação, prejudicando sua qualidade tanto nas águas subterrâneas quanto nas águas superficiais.

Ao final, você se sentirá seguro para reunir todas as informações levantadas até aqui em um trabalho multidisciplinar, para a identificação dos impactos negativos desse setor em relação às emissões atmosféricas, ao solo e aos recursos hídricos. Ele deverá ser entregue por você e sua equipe ao Conselho da indústria automobilística em que trabalha.

Pronto para começar?

Não pode faltar

Juntamente com o ar e o solo, a água é mais um suporte para a existência de vida na Terra. Além disso, a água é o componente principal de todos os seres vivos, sendo direta ou indiretamente indispensável a todas as atividades humanas. De acordo com Lima (2008), a água está intimamente ligada à história da humanidade, sendo um fator essencial ao desenvolvimento e um agente modelador de civilizações e de culturas, uma vez que sua abundância ou escassez influenciou e vem influenciando, inclusive, nos dias atuais, a forma de viver das pessoas e o desenvolvimento das nações.

Ainda falando sobre a importância da água para nós, podemos notar que ela está presente em inúmeras atividades do nosso dia a dia, como o abastecimento doméstico e público, além das atividades agrícolas e industriais, a geração de energia e a navegação. Notou como podemos resumir a importância dos recursos hídricos tanto para nossa sobrevivência quanto para nossas atividades econômicas?

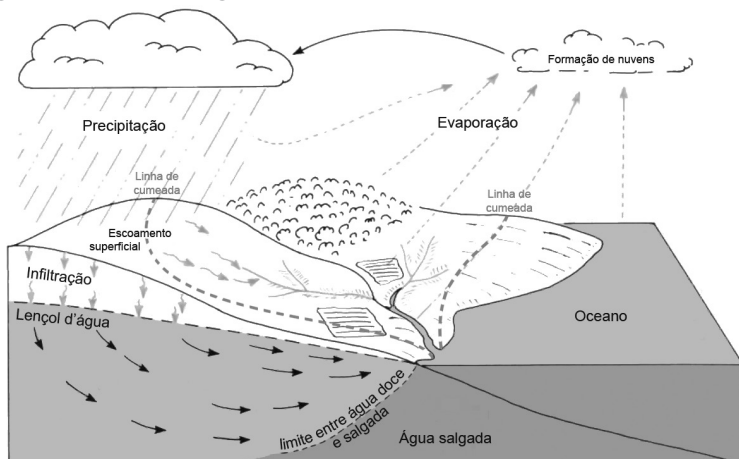
Para ficar um pouco mais claro, se fizermos um breve histórico do desenvolvimento social e econômico tendo em vista a disponibilidade e uso da água, notaremos que o período de Revolução Industrial, juntamente com a expansão urbanística, tecnificação da agropecuária e a produção de energia elétrica, elevaram o padrão de vida e proporcionaram o crescimento populacional, desenvolvendo as cidades. Em contrapartida, tal desenvolvimento passou a exigir uma maior demanda de água e, como consequência, o uso predatório desse recurso passou a prejudicar sua qualidade e disponibilidade a nós.

Esse é o tema que percorre os estudos desta seção, permitindo que reconheçamos melhor a água como um recurso natural tão importante a nossa sobrevivência e, também, como as nossas atividades e atitudes podem interferir em sua qualidade. Veremos, ainda, que muito da conservação da água está ligada à conservação tanto do solo quanto do ar, já estudados anteriormente, facilitando, assim, sua assimilação.

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2015), o Brasil possui 13% de toda a água doce disponível no planeta, sendo 81% está concentrado na região Amazônica, local com o menor contingente populacional (cerca de 5% da população brasileira). As regiões do Brasil banhadas pelo Oceano Atlântico possuem apenas 2,7% dos recursos hídricos brasileiros e concentram 45,5% da população do país (ANA, 2015).

Para começar a compreender a dinâmica da água na Terra, e aplicarmos ao nosso uso e conservação no Brasil, precisamos conhecer o ciclo hidrológico, que traduz a maneira como a água circula entre a superfície terrestre e a atmosfera. Este ciclo é um fenômeno natural impulsionado principalmente pela energia do sol, juntamente com a gravidade e a rotação terrestre. Nesse sentido, o conceito de ciclo hidrológico (Figura 1.4) refere-se ao movimento e à troca de água nos seus diferentes estados físicos, que ocorre entre os oceanos, as calotas polares, as águas superficiais, subterrâneas e na atmosfera.

Figura 1.4 | Ciclo hidrológico



Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ciclo_hidrol%C3%B3gico_da_%C3%A1gua.png>. Acesso em: 6 jun. 2017.

O início desse ciclo deve-se ao Sol, que é o responsável por fornecer energia suficiente para evaporação da água que se encontra na superfície da Terra para a atmosfera. Em um segundo momento, a gravidade será a responsável pela precipitação da água condensada, permitindo que ela se caia na Terra novamente. Ao tocar o chão, a água pode seguir por dois caminhos: escoar pela superfície até chegar aos rios e oceanos (considerada água superficial) ou se infiltrar nos solos e nas rochas (considerada água subterrânea).

O ciclo apresentado na Figura 1.4 trata-se do ciclo básico da água. Entretanto, é importante saber que nem toda a água que se precipita alcança a superfície terrestre, pois uma parte dela pode ser interceptada pela vegetação e voltar a se evaporar antes de tocar o chão. Outro fator não demonstrado na Figura 1.4 é que a água que se infiltra no solo, ao contrário do que pensamos, também está sujeita ao processo de evaporação, uma vez que pode ser absorvida pelas plantas e, por meio da transpiração delas, ser devolvida à atmosfera. Este processo é chamado de **evapotranspiração**.



Assimile

Se considerarmos que a água na Terra é encontrada nos estados sólido, líquido e gasoso e, ainda, consideramos que estes estados se alteram de maneira cíclica, podemos entender o ciclo da água e supor que a quantidade de água existente na Terra pôde se manter constante ao longo dos tempos, não é mesmo?

Você viu no ciclo hidrológico que a água das chuvas, ao entrar em contato com a superfície terrestre, pode seguir dois caminhos, sendo um deles o escoamento superficial ou a infiltração no solo. certo? Tirando a parte que é absorvida pelas plantas, o restante continua a se infiltrar, sendo mantido no subsolo em nossos **lençóis freáticos** e **aquíferos**. Essa água subterrânea, em determinados locais, pode também ressurgir à superfície, formando o que chamamos de nascentes. Estas, por sua vez, alimentam nossos rios e oceanos, completando novamente o ciclo.



Atenção

Cuidado para não confundir os conceitos de lençol e aquífero! Veja a diferença:

- **Lençol freático:** É constituído das águas subterrâneas mais próximas

da superfície terrestre, diretamente afetado pela vegetação do local em que se encontra.

- **Aquífero:** Representa uma reserva de água que é continuamente abastecida por meio da infiltração da chuva e de outras fontes subterrâneas. Além de suprir água suficiente para manter o curso dos rios estáveis, os aquíferos ajudam a evitar o seu transbordamento, absorvendo o excesso da água das chuvas intensas, evitando as enchentes, por exemplo (ABAS, [s.d]).

Apesar de ambos possuírem praticamente a mesma formação, decorrente de águas provenientes de infiltração de chuvas, um aquífero se encontra em um nível mais profundo e preenche poros e fissuras das rochas.

Alguns fatores irão influenciar tanto na quantidade da água quanto na velocidade que ela irá circular na Terra. Dentre esses fatores, podemos citar a vegetação, a topografia, a temperatura e o tipo de solo, por exemplo. De acordo com Hartman (1994), de toda a água que se precipita sobre a superfície terrestre, estima-se que cerca de 60 a 70% fica infiltrada. Nesse sentido, podemos concluir que a parte que escoar para rios e oceanos é pequena, sendo apenas 30 a 40%. O que irá manter os rios fluindo o ano todo, mesmo nos meses com poucas ou ausentes chuvas, são as águas subterrâneas, por meio da alimentação das nascentes.

O território que compõe as nascentes, os rios afluentes que fazem a drenagem das águas superficiais para os cursos d'água estruturais e estes cursos d'água que irão desaguar nos oceanos chamamos de bacias hidrográficas. Normalmente, as bacias correspondem aos territórios com identidade própria em aspectos físicos, naturais e socioculturais.

A formação da bacia é feita através dos desníveis dos terrenos que orientam os cursos d'água, sempre das áreas mais altas para as mais baixas. Nesse sentido, podemos defini-la como um conjunto de áreas com declividade no sentido de um curso d'água (GARCEZ; ALVAREZ, 1988).

As características físicas das bacias hidrográficas são de grande importância para a caracterização do seu comportamento hidrológico, uma vez que se torna possível relacionar e comparar dados conhecidos e desconhecidos, podendo determinar indiretamente

Cunha (1996), em países desenvolvidos, as bacias têm sido utilizadas como unidades de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, analisando as diferentes maneiras de uso da água, visando garantir, por meio do seu manejo, sua qualidade e quantidade.

No Brasil, o Ministério do Meio Ambiente promove o Programa de Revitalização de Bacias Hidrográficas, que tem por objetivo recuperar, conservar e preservar as bacias hidrográficas que se encontram em situação de vulnerabilidade ambiental. Esse programa promove ações permanentes e integradas de uso sustentável dos recursos naturais (dentre eles os recursos hídricos), bem como a melhora das condições socioambientais da região da bacia (MMA, [s.d]).

As doze macro bacias hidrográficas brasileiras se encontram representadas na Figura 1.6, sendo: Amazônica; Atlântico Leste; Atlântico Nordeste Ocidental; Atlântico Nordeste Oriental; Atlântico Sudeste; Atlântico Sul; Paraguai; Parnaíba; Paraná; São Francisco; Tocantins – Araguaia e Uruguai.

Figura 1.6 | Macro bacias hidrográficas brasileiras



Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Hidrografia_do_Brasil#/media/File:Brasil_Bacias_hidrograficas.svg>. Acesso em: 6 jun. 2017



Pesquise mais

Quer conhecer mais sobre as bacias hidrográficas, o manejo e as estratégias de sustentabilidades para elas?

SANTANA, D. S. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. (p.26-47). Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/docume30ID-TUSBRYuXa7.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2019.

Conhecendo agora os conceitos principais sobre água, é importante compreendermos, também, que tanto as águas subterrâneas quanto as águas superficiais necessitam de atenção quando falamos em seu uso e conservação, a fim de mantermos qualidade e disponibilidade para as gerações futuras. Nesse contexto, se faz importante retomarmos brevemente o conteúdo estudado na seção anterior sobre o solo.

Historicamente, o solo vem sendo degradado aos poucos nas mais diversas atividades cotidianas, seja no campo, nas atividades industriais, civis ou nas cidades.



Refleta

Reúna os conteúdos estudados até o momento e reflita:

Como os impactos ambientais no solo podem ocasionar impactos à água? Como esses dois recursos naturais estão relacionados?

Apesar de serem mais protegidas que as águas superficiais, as águas subterrâneas também podem ser poluídas ou contaminadas em consequência da degradação e contaminação do solo. O que acontece é que, ao se infiltrar, a água das chuvas podem levar consigo resíduos que estejam no solo para os lençóis e aquíferos que encontram-se abaixo dele.

Nesse sentido, de acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb, [s.d]), as principais fontes de contaminação das águas subterrâneas são: os lixões; os aterros mal operados; os acidentes ambientais com derramamento de substâncias tóxicas; as atividades inadequadas de armazenamento, manuseio e descarte

de matérias-primas, produtos, efluentes e resíduos em atividades industriais; as atividades minerárias que expõem os aquíferos; o vazamento das redes coletoras de esgoto; o uso incorreto de agrotóxicos e fertilizantes; a irrigação; além de outras fontes dispersas de poluição.

Um dos indicadores sobre a poluição difusa é a presença de nitrato nas águas subterrâneas, uma vez que, sua origem está relacionada às atividades agrícolas e ao vazamento de esgotos sanitários. O nitrato é uma forma de nitrogênio em condições nas quais não existe oxigênio. pode ser considerado persistente no ambiente, pois o tratamento para sua remoção na água é oneroso e muitas vezes tecnicamente inviável. A quantidade de nitrato tolerável, para que não prejudique a qualidade e potabilidade da água, é de 10 mg/L (CETESB, [s.d]).

Outra maneira de poluição das águas subterrâneas é quando ocorre o lançamento de poluentes diretamente no aquífero, por meio de poços artesianos, por exemplo. Neste caso, os poluentes não passam sequer pelas camadas de solo, que acabam atuando como um “filtro”. É importante ter em mente que não somente o solo pode contaminar as águas subterrâneas, mas também poços artesianos mal construídos ou abandonados, tornando-se o caminho para que os poluentes atinjam diretamente essas águas.

Além da contaminação das águas subterrâneas, as águas superficiais são comumente poluídas e contaminadas, tanto em áreas rurais quanto urbanas. Neste caso, na maioria das vezes, resíduos sólidos, efluentes industriais e esgotos urbanos são emitidos ao ambiente sem tratamento, ocasionando inúmeros problemas de contaminação das águas superficiais.

De acordo com a ANA (2015), considerando os pontos de monitoramento da qualidade da água no campo e nas cidades, 82% dos pontos avaliados em área rural possuem qualidade considerada boa e 6% ruim. Já para os pontos avaliados nas cidades, a água foi considerada boa em 48% deles e ruim em 21%. Esse Índice de Qualidade da Água (IQA) considera parâmetros físicos, como temperatura, turbidez, químicos, como oxigênio dissolvido, nitrogênio total, fósforo total, entre outros. É importante ressaltar que, quanto pior a qualidade da água, maior deve ser o seu tratamento, para que ela possa ser utilizada para o abastecimento humano.

Devemos analisar, ainda, os fatores disponibilidade e qualidade,

uma vez que, países com grande disponibilidade hídrica, como o Brasil, já vêm apresentando problemas com escassez de recursos hídricos em regiões que não eram consideradas secas no passado – como é o caso da crise hídrica observada nos anos 2015 e 2016 no Estado de São Paulo.

Neste caso, o fator limitante para a disponibilidade de água nos grandes centros urbanos, ao contrário do que muitos podem pensar, não é unicamente climático. É preciso considerar que a demanda por água vem crescendo a cada ano e as nossas reservas não são inesgotáveis, sendo necessário alertar a sociedade para a importância do uso racional da água, além de cobrar o estabelecimento de políticas públicas que garantam a gestão democrática, sustentável e integrada dos nossos recursos hídricos (RQI, 2015).



Exemplificando

O desenvolvimento econômico e urbano da região sudeste no Brasil ocasionou o aumento da demanda por recursos hídricos, comprometendo as reservas que antes eram suficientes para tal. O prolongado período de estiagem nos últimos anos agravou a situação, gerando a chamada “crise hídrica”, diminuindo o nível de água dos reservatórios e, por consequência, racionando sua captação destinada ao abastecimento urbano e industrial.

Além da crescente urbanização e da disponibilidade hídrica não uniforme no país (por exemplo as diferenças de disponibilidade hídrica que podem ser observadas nas regiões amazônica, sudeste e nordeste), para avaliarmos a questão de disponibilidade e qualidade de recursos hídricos, é preciso considerar fatores como a poluição das águas subterrâneas e superficiais, o desmatamento, o saneamento básico deficiente e toda uma cultura de desperdício de água que sempre esteve presente na população brasileira.

Esperamos que agora você se considere parte da natureza e responsável pelas suas atitudes em relação aos nossos recursos naturais tanto como cidadão quanto como profissional. Adiante, após conhecermos alguns aspectos da nossa legislação ambiental, voltaremos a falar sobre o ar, o solo e a água, visualizando o que podemos fazer para impedir danos ambientais ou até mesmo mitigar os impactos causados. Vamos em frente!

Sem medo de errar

Agora sim chegamos ao final da nossa primeira unidade. Nesta última seção você viu que a escassez e a degradação da qualidade dos nossos recursos hídricos vêm nos mostrando que precisamos passar a adotar ações sustentáveis, buscando um manejo integrado para que não nos falte água e que, além disso, ela seja potável para consumo humano e animal.

Em nossa situação-problema, você, juntamente com os seus colegas de trabalho, devem levantar os impactos do setor automobilístico nos recursos hídricos, para fechamento do estudo de impacto ambiental que estão realizando e entrega do parecer aos conselheiros da empresa. Antes disso, algumas dúvidas levantadas por vocês precisam ser sanadas quais fatores podem ocasionar a contaminação da água, afetando sua qualidade? Somente as águas superficiais podem ser contaminadas? Ou aquelas que estão abaixo do solo também podem ser?

Dentre as principais fontes de contaminação das águas, podemos citar: os lixões; os aterros mal operados; os acidentes ambientais com derramamento de substâncias tóxicas; as atividades inadequadas de armazenamento, manuseio e descarte de matérias-primas, produtos, efluentes e resíduos em atividades industriais; as atividades minerárias; o vazamento das redes coletoras de esgoto; o uso incorreto de agrotóxicos e fertilizantes; a irrigação; além de outras fontes dispersas de poluição.

Tanto as águas subterrâneas quanto as águas superficiais podem ser contaminadas e necessitam de atenção quando falamos em seu uso e conservação, a fim de mantermos sua qualidade e disponibilidade para as gerações futuras. Apesar de serem mais protegidas que as águas superficiais, as águas subterrâneas podem ser poluídas ou contaminadas em consequência da degradação e contaminação do solo; isso por que, ao se infiltrar, a água das chuvas pode levar consigo resíduos que estejam no solo para os lençóis e aquíferos que se encontram abaixo dele.

Agora é o momento de colocar no papel os aspectos sobre poluição dos recursos hídricos pelo setor automobilístico. Lembre-se de que o Brasil sempre ocupou uma posição privilegiada em relação à disponibilidade de água, entretanto, o seu uso e manejo podem influenciar diretamente na sua disponibilidade e qualidade.



Pesquise mais

Para lhe auxiliar em seu levantamento, não deixe de ler o artigo:

GIL, J. S. B.; QUINTAIROS, P. C. R.; DIAS, N. W. **O planejamento estratégico, o consumo de água na indústria automobilística e a certificação ambiental.** Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2008/anais/arquivosEPG/EPG00559_01_O.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2017.

Após finalizar essa etapa, é o momento de reunir todas as informações levantadas até aqui em um trabalho multidisciplinar para identificação dos impactos negativos desse setor em relação às emissões atmosféricas, ao solo e aos recursos hídricos. Como sugestão, você pode seguir o roteiro a seguir:

1. Introdução às questões ambientais atuais.
2. Caracterização do setor automobilístico em relação aos impactos ambientais.
3. Impactos do setor automobilístico em relação às emissões atmosféricas.
4. Impactos do setor automobilístico ao solo.
5. Impactos do setor automobilístico aos recursos hídricos.
6. Perspectivas futuras e considerações finais.

Não se esqueça de que essa é uma entrega que deverá ser realizada por você e sua equipe ao Conselho da indústria automobilística em que trabalha, por isso cuidado com o uso da linguagem.

Mãos à obra!

Avançando na prática

Contaminação da água de um poço artesiano.

Durante um período de estiagem na sua região, a prefeitura da sua cidade decretou o racionamento no abastecimento de água tanto para o consumo humano quanto o industrial. Você trabalha em uma empresa que utiliza água diretamente em seu processo

produtivo e esse racionamento poderá afetar drasticamente a sua produtividade e, conseqüentemente, os lucros, além do comprometimento da qualidade de vida dos trabalhadores em sua jornada. Visando uma estratégia para mitigar o impacto do racionamento nas épocas de escassez hídrica, a empresa busca a perfuração de um poço artesiano e solicita uma análise da água para verificar sua qualidade e possível utilização.

Ao chegar o resultado da análise, você nota que o nível de nitrato está muito elevado perante o padrão descrito (10 mg/L), mas não sabe exatamente o que pode ter causado essa alteração. A região em que a empresa é localizada está entre um bairro urbano e um bairro rural do município, em uma área exclusiva para indústrias. Isso torna-se preocupante, uma vez que esse excesso de nitrato pode ser responsável pelo câncer de estômago e aumentar a probabilidade de câncer de mama em mulheres.

O que você deve observar na região em que está situada a empresa, a fim de tentar identificar a fonte da contaminação? Quais as principais atividades responsáveis pelo aumento dos íons nitrato em águas subterrâneas?

É possível verificar que o nitrato pode surgir naturalmente no lençol freático e nos aquíferos, entretanto, a presença de uma concentração acima da recomendada é geralmente resultante das atividades humanas, principalmente a aplicação de fertilizantes orgânicos e inorgânicos, além do uso de fossas sépticas em regiões deficientes de saneamento básico. Nesse sentido, você deve passar a observar ao seu redor fatores que possam ter contaminado a água que a empresa retirou do poço artesiano, principalmente para as atividades agrícolas e fossas sépticas.

Faça valer a pena

1. O Brasil possui 13% de toda a água doce disponível no planeta, sendo 81% está concentrado na região amazônica, local com o menor contingente populacional (cerca de 5% da população brasileira). As regiões do Brasil banhadas pelo Oceano Atlântico possuem apenas 2,7% dos recursos hídricos brasileiros e concentram 45,5% da população do país (ANA, 2015).

Analise o mapa a seguir que contém as bacias hidrográficas brasileiras:



Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Hidrografia_do_Brasil#/media/File:Brasil_Bacias_hidrograficas.svg>. Acesso em: 6 jun. 2017.

Com base em seus conhecimentos e nos dados contidos anteriormente, assinale a alternativa que apresenta a correta relação entre as bacias hidrográficas brasileiras e a concentração populacional:

- a) A Bacia Amazônica é a maior e representa a maior concentração populacional do país.
- b) A Bacia Amazônica possui a maior concentração populacional enquanto as Bacias do Atlântico, juntas, somam a maior disponibilidade de água.
- c) As Bacias do Paraguai e Uruguai não podem ser analisadas em termos de disponibilidade de água, pois não são bacias brasileiras.
- d) A Bacia Amazônica possui a maior disponibilidade de água, enquanto que as Bacias do Atlântico possuem a maior concentração populacional.

e) A Bacia Atlântico NE Oriental passará a ser abastecida com a Bacia do São Francisco após o projeto de transposição e se tornará mais volumosa que as demais.

2. Analise as asserções a seguir:

I. A análise sobre os impactos do ser humano nos recursos hídricos deve ser realizada com base no fator qualidade, mas, também, no fator disponibilidade

PORQUE

II. Países com grande disponibilidade hídrica, como o Brasil, já vêm apresentando problemas com escassez de recursos hídricos em regiões que não eram consideradas secas no passado.

Assinale a alternativa que contém a correta relação entre as asserções:

- a) A asserção I é verdadeira e a II é falsa.
- b) As asserções I e II são verdadeiras, e a II é uma justificativa da I.
- c) As asserções I e II são falsas.
- d) As asserções I e II são verdadeiras, e a II não é uma justificativa da I.
- e) A asserção I é falsa e a II é verdadeira.

3. De acordo com a ANA (2015), considerando os pontos de monitoramento da qualidade da água no campo e nas cidades, 82% dos pontos avaliados em área rural possuem qualidade considerada boa e 6% ruim. Já para os pontos avaliados nas cidades, a água foi considerada boa em 48% deles e ruim em 21%.

O Índice de Qualidade da Água (IQA) considera parâmetros como:

- a) Oxigênio total; nitratos totais; temperatura da água e disponibilidade regional.
- b) Localização da bacia hidrográfica; oxigênio dissolvido e nitrogênio total.
- c) Oxigênio dissolvido; nitrogênio total; fósforo total e temperatura da água.
- d) Disponibilidade regional; nitrogênio total e oxigênio dissolvido.
- e) Nitratos totais; localização da bacia hidrográfica e temperatura da água.

Referências

ACÇÃO SONDAGENS. **Rochas e solos:** geologia. Disponível em: <<http://www.acaoengenharia.com.br/rochas-e-solos/>>. Acesso em: 6 jun. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **ANA divulga relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil – Informe 2014.** 2015 Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?id_noticia=12683>. Acesso em: 6 jun. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. **Águas subterrâneas, o que são?** [s.d]Disponível em: <<http://www.abas.org/educacao.php>>. Acesso em: 6 jun. 2017.

BRASIL. **Resolução Conama nº 3, de 28 de junho de 1990.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0390.html>>. Acesso em : 6 jun. 2017.

_____. **Resolução Conama nº 5, de 15 de junho de 1989.** Disponível em: <<http://mma.gov.br/port/conama/processos/198FC8A8/TextoBase.pdf>>. Acesso em: 6 jun. 2017.

_____. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 6 jun. 2017.

_____. **Resolução CONAMA nº 420, de 28 de dezembro de 2009.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res09/res42009.pdf>>. Acesso em: 6 jun. 2017.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Bacias Hidrográficas.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/agua/bacias-hidrograficas>>. Acesso em: 6 jun. 2017.

BRANCO, S.; MURGEL, E. **Poluição do ar.** 2. ed. reform. São Paulo: Moderna, 2004.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Poluição das águas subterrâneas.** Disponível em: <<http://aguassubterraneas.cetesb.sp.gov.br/poluicao-dasaguas-subterraneas/>>. Acesso em: 6 jun. 2017.

COELHO, M.R. et al. **Solos:** tipos, suas funções no ambiente, como se formam e sua relação com o crescimento das plantas. Embrapa Solos, 2013. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/94212/1/Ecosistema-cap3C.pdf>>. Acesso em: 6 jun. 2017.

DRUMM et al. Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores. **REGET**, v. 18, n. 1. abr. 2014, p. 66-78. Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rc=j&q=&src=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi-iv_s15_TAhVTlpAKHfLNCIQQFgggMAE&url=https%3A%2F%2Fperiodicos.ufsm.br%2Fregt%2Farticle%2Fdownload%2F10537%2Fpdf&usg=AFQjCNFI48oZ7aTYZBX5aHcCpJlroBEPIA&sig2=1GiAhyBU9R14_Rp3nTlJcg>. Acesso em: 6 jun. 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Classificação dos solos.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/solos/sibcs/classificacao-de-solos>>. Acesso em 21 abr. 2017.

_____. **Classificação do perfil.** Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa>.

br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_5_2212200611537.html>. Acesso em: 6 jun. 2017.

FAVARETTO, N.; DIECKOW, J. Conservação dos recursos naturais: Solo e Água. In: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola. **O solo no meio ambiente**: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio. Curitiba: Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2007.

GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G. A. **Hidrologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1988.

GERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Degradação ambiental. In: CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 33-339.

GIL, J. S. B.; QUINTAIROS, P. C. R.; DIAS, N. W. **O planejamento estratégico, o consumo de água na indústria automobilística e a certificação ambiental**. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2008/anais/arquivos/EPG/EPG00559_01_O.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2017.

HARTMAN, D. M. **Global Physical Climatology**. New York: Department of Atmosphere Sciences, University of Washington, 1994.

HOLLANDA, M. P.; CAMPANHARO, W. A.; CECÍLIO, L. A. **Manejo de Bacias Hidrográficas e a Gestão Sustentável**. Disponível em: <http://proclima.cetesb.sp.gov.br/wpcontent/uploads/sites/28/2014/05/ManejoBaciasHidrograficas_GestaoSustentavel_RecursosNaturais.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2017.

JARDIM, W. F. A evolução da atmosfera terrestre. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, edição especial, maio 2001. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/01/evolucao.pdf>>. Acesso em: 6 jun. 2017.

KIPERSTOCK, A. Tendências ambientais do setor automotivo: prevenção da poluição e oportunidades de negócio. **Revista NEXOS**, Salvador, set. 2000. Disponível em: <http://teclim.ufba.br/site/material_online/publicacoes/pub_art04.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2017.

LIMA, W. P. **Hidrologia Florestal Aplicada ao Manejo de Bacias Hidrográficas**. 2. ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 2008. Disponível em: <<http://www.ipecf.br/hidrologia/hidrologia.pdf>>. Acesso em: 6 jun. 2017.

LIMA, V. C.; LIMA, M. R. Formação do Solo. In: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola. **O solo no meio ambiente**: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio. Curitiba: Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2007.

LOMBARDO, M. A. Análise das mudanças climáticas nas metrópoles: o exemplo de São Paulo e Lisboa. In: CORTEZ, A. T. C.; ORTIGOZA, S. A. G. (Orgs.). **Da produção ao consumo**: impactos socioambientais no espaço urbano [on-line]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/n9brm/pdf/ortigoza-9788579830075-06.pdf>>. Acesso em: 6 jun. 2017.

MELO, V. F.; LIMA, V. C. Composição do solo, crescimento de plantas e poluição ambiental. In: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola. **O solo no meio ambiente**: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e

alunos do ensino médio. Curitiba: Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2007.

MILLER, G. T.; SPOOLMAN, S. E. **Ciência ambiental**. Tradução da 14. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

O DIA. Agropecuária faz planeta ficar cada vez mais quente. O Dia, [online], Rio de Janeiro, abr. 2014. Disponível em: <<http://odia.ig.com.br/2014-04-19/agropecuaria-faz-planeta-ficar-cada-vez-mais-quente.html>>. Acesso em: 6 maio 2017.

RAMOS, J. J. M.; LEITÃO, L. Atmosfera da Terra. **Boletim SPQ**, n. 44/45, p. 53-66, 1991. Disponível em: <<http://www.spq.pt/magazines/BSPQ/569/article/3000525/pdf>>. Acesso em: 6 jun. 2017.

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. **Introdução à Química Ambiental**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

RQI, REVISTA QUÍMICA INSUSTRIAL. **A crise hídrica e a disponibilidade de água para as necessidades humanas**. 1º trimestre, 2015. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/rqi/2014/746/RQI-746-pagina4-Capa-A-crise-hidrica-e-a-disponibilidade-de-agua-para-as-necessidades-humanas.pdf>>. Acesso em: 6 jun. 2017.

SANTOS, A. R. Capítulo 14: A água na natureza e o ciclo hidrológico. In: **Climatologia**. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES. Departamento de Geografia – Climatologia. Disponível em: <<http://www.mundogeomatica.com.br/CL/ApostilaTeoricaCL/Capitulo14-AguaNaturezaCicloHidrologico.pdf>>. Acesso em : 6 jun. 2017.

SILVA, C. Em 20 anos, 65% dos brasileiros vão usar veículo particular. **Estadão**, [online], São Paulo, ago. 2013. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral/em-20-anos-65-dos-brasileiros-va-o-usar-veiculo-particular-imp-1060437>>. Acesso em: 6 jun. 2017.

SILVA, J. H. B. B.; SILVA, M. S. L.; CAVALCANTI, A. C. **Descrição das principais classes de solos**. Embrapa, 2005. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/web/mobile/publicacoes/-/publicacao/157911/descricao-das-principais-classes-de-solos>>. Acesso em: 6 jun. 2017.

VISSMAN Jr. W.; HARBAUGH, T. E.; KNAPP, J. W. **Introduction to hydrology**. Ney York: Intext Educational, 1972.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245 p.

VORMITTAG, E. M. P. A. A. et al. **Monitoramento da qualidade do ar no Brasil**. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2014. Disponível em: <<http://www.saudeesustentabilidade.org.br/site/wp-content/uploads/2014/07/Monitoramento-da-Qualidade-do-Ar-no-Brasil-2014.pdf>>. Acesso em: 6 jun. 2017.

Aspectos gerais da legislação ambiental

Convite ao estudo

Olá, aluno! finalizamos com êxito a primeira unidade da nossa disciplina e a partir da construção de conceitos importantes relacionados aos recursos naturais e questões ambientais que foram abordados em três temas gerais (atmosfera, solo e água), você está apto a uma nova abordagem relacionada a esse contexto: a legislativa. O ato de legislar é necessário para direcionar ações e punir adequadamente possíveis danos, pontuais e coletivos, que ações humanas possam causar.

Vamos estudar a legislação ambiental de forma ampla, com enfoque em algumas políticas nacionais específicas que irão ajudar na competência técnica da unidade, que será: conhecer os impactos ambientais das operações produtivas com vistas à adequação à legislação ambiental. Assim, você estará preparado para desenvolver um exemplo de plano de trabalho para mitigação de danos ambientais.

Para auxiliar neste processo de aprendizado, você desenvolverá o seguinte contexto de aprendizagem: a fim de atender à demanda social de moradia, foram disponibilizadas duas glebas na área rural de um município brasileiro para a construção de casas populares. O acompanhamento de empreendimentos de grande porte é fundamental e, no caso da construção civil, sabe-se que as atividades são responsáveis por vários reflexos, diretos ou indiretos, no local onde se instala a obra. Neste sentido, imagine-se como um consultor *freelancer* que, juntamente com uma equipe multidisciplinar, ficou encarregado de avaliar os relatórios do empreendimento para verificar o cumprimento da legislação ambiental. O produto final, construído por você, será a elaboração de um plano de

trabalho para mitigação de danos ambientais e contará com três etapas: (1) Introdução da legislação ambiental brasileira; (2) Identificação de danos ambientais; e (3) Proposta de plano de mitigação de danos ambientais.

Você já se questionou sobre alguma destas questões: o que é um dano ambiental? O que é licenciamento ambiental? Qual a responsabilidade civil perante o meio ambiente?

Para responder às questões e ajudá-lo no desenvolvimento do produto mencionado anteriormente, serão abordados os seguintes conteúdos na unidade: a tutela constitucional do meio ambiente e temas correlatos, o conceito e a responsabilidade de dano ambiental e os principais tópicos a respeito do licenciamento ambiental.

Concentre-se e bons estudos!

Seção 2.1

Introdução à legislação ambiental

Diálogo aberto

Como explicado no *Convite ao estudo* você será inserido no âmbito legislativo ambiental a partir desta seção. O ato de legislar, que é pertinente ao Poder Legislativo, compete produzir e manter o sistema normativo, ou seja, o conjunto de regras que visam assegurar a ocorrência da justiça para todos – cidadãos, instituições públicas e empresas privadas. Você já notou como as leis são importantes em nossa vida? Já requereu algum direito seu que lhe foi negado?

Considerando que o meio ambiente envolve um conceito complexo, que inclui os recursos ambientais, é desejável que existam leis para nortear as ações humanas neste âmbito pois, como vimos na primeira unidade, agir inconsequentemente pode gerar sérios danos aos recursos fundamentais à vida humana.

Vamos recordar brevemente o contexto profissional que escolhemos como base para nortear nossos estudos. Lembre-se de que você é um consultor *freelancer* que, juntamente com uma equipe multidisciplinar, ficou encarregado de avaliar relatórios de construção de moradias em duas glebas na área rural de um município brasileiro para a construção de casas populares, em vistas ao cumprimento da legislação ambiental.

A primeira avaliação conjunta dos relatórios enviados pelos responsáveis da obra gerou dúvidas se os mesmos estão fundamentados na legislação ambiental mais recente e, neste sentido, vocês perceberam que seria pertinente fazer uma introdução sobre Direito Ambiental no Brasil para a coordenação da obra. Assim, os seguintes pontos serão ressaltados: o que é Direito Ambiental e quais os seus princípios mais citados? O que é competência constitucional legislativa? Quais políticas nacionais editadas são relacionadas ao meio ambiente?

Partindo dessas discussões, elabore com seus colegas uma introdução sobre o Direito Ambiental e faça um quadro cronológico explicitando as quatro legislações mais genéricas que são pertinentes à temática do meio ambiente. Essa será a primeira parte da avaliação

dos relatórios que resultará no plano de trabalho para mitigação de danos ambientais.

Para lhe auxiliar na resolução das questões e no levantamento de maneira geral, nesta primeira seção estudaremos o Direito Ambiental, a competência dos diferentes órgãos relacionados ao meio ambiente e a base da legislação ambiental brasileira (Constituição Federal de 1988; Política Nacional de Meio Ambiente - PNMA; Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH; e Política Nacional de Recursos Sólidos - PNRS).

Podemos começar?

Não pode faltar

Historicamente, a Revolução Industrial é considerada o marco desencadeador de uma sociedade fundada no consumo. E este consumo impôs padrões que, para serem atingidos, necessitavam de uma quantidade cada vez maior de recursos naturais. Esse contexto fez crescer preocupações com o equilíbrio do meio ambiente e com a própria sobrevivência da vida no planeta. Como vimos na primeira unidade deste livro, os recursos naturais são fundamentais para a existência humana e eles são finitos. Neste sentido, a sua gestão e preservação passam a ser fundamentais para as próximas gerações da humanidade.

A partir desta percepção de gestão e preservação do meio ambiente, uma nova conjuntura internacional e nacional se formou com base em eventos importantes, dentre os quais destaca-se a 1ª Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente em 1972, possibilitando o surgimento de um ramo da Ciência Jurídica capaz de regular as atividades humanas efetiva ou potencialmente causadoras de impacto sobre o meio ambiente.

A grande complexidade da sociedade moderna quebrou divisões clássicas do Direito, incluindo nesta temática legislativa, direitos como do consumidor e o próprio Direito Ambiental, os quais constituem um conjunto de princípios e de normas jurídicas voltados à proteção legal da qualidade do meio ambiente (MILARÉ, 2001).

O Direito Ambiental é reconhecido atualmente como um direito fundamental e, durante a história de seu desenvolvimento no Brasil, mudanças importantes ocorreram em sua base conceitual. Na

atualidade ele é influenciado pelas teorias modernas de integralidade e podemos considerar que visa a proteção não somente dos bens (recursos naturais) de uma forma individual, tais como rios, ar, fauna, flora (ambiente natural), paisagem, urbanismo, edificações (culturais) etc., mas, em sua totalidade, englobaria todos os itens unitários em bem como as suas relações e interações (ALBERGARIA, 2010). Tal proposta é muito diferente de linhas de pensamentos anteriores, como o denominado Direito Ecológico, sendo este referente ao conjunto de técnicas, regras e instrumentos jurídicos estruturados para assegurar um comportamento que não atente contra a sanidade mínima do meio ambiente (FERRAZ, 1972).



Assimile

Devido a influências modernas de teorias de integralidade, o Direito Ambiental não visa somente a proteção de recursos naturais isolados. É seu objetivo proteger o conjunto destes recursos naturais, tratando-os como um bem único que está relacionado e interage.

Em relação ao Direito Ambiental, é importante conhecermos alguns de seus princípios. Embora não tenhamos um consenso em relação a eles ou encontremos divergências doutrinárias sobre seus conteúdos, podemos considerar que os mesmos orientam o ordenamento jurídico ambiental brasileiro. São eles: os princípios da prevenção, do poluidor-pagador, da responsabilidade e da gestão democrática, entre outros.

- **Princípios da prevenção e da precaução:** determina a adoção de medidas de defesa do meio ambiente como uma forma de cautela em relação à degradação ambiental. De acordo com a literatura, a prevenção é um princípio fundamentador que está presente na legislação ambiental ou mesmo em políticas públicas específicas relacionadas à área.

- **Princípio do poluidor-pagador:** ação para obrigar a iniciativa privada a indenizar os custos ambientais gerados pelas suas atividades (produção e consumo), que podem degradar ou exaurir os recursos naturais. É importante compreendermos que seu objetivo é tirar o ônus econômico da coletividade e incumbi-lo na iniciativa privada consumidora/degradadora do recurso em questão.

• **Princípio da responsabilidade:** não deve ser confundido com o princípio do poluidor-pagador, pois refere-se à obrigação de arcar com os custos da reparação ou compensação ambiental pelos danos causados ao meio ambiente em decorrência de quaisquer atividades.

• **Princípio da gestão democrática:** muito similar ao princípio da informação e participação, assegura ao cidadão direito a informação e participação em políticas públicas ambientais e deve ser aplicado em relação aos três poderes (legislativo, judiciário e executivo) e funções do Estado.



Refleta

Alguns autores da área de Direito Ambiental citam a educação ambiental como um princípio desta área, aliada direto ao princípio de informação e participação. Você concorda com essa proposta?

Na perspectiva moderna e ágil do século XXI, é necessário percebermos que os princípios do Direito Ambiental possuem valor normativo e precisam ser respeitados neste contexto para que a legislação ambiental garanta o direito humano fundamental ao meio ambiente equilibrado para as futuras gerações. A legislação ambiental nunca foi uma prioridade para o judiciário e atualmente estamos muito próximos a um colapso na área.

Uma breve retrospectiva histórica pode demonstrar como é recente nossa percepção da proteção integral do meio ambiente. De seu descobrimento até a metade do século XX, existiam poucas regras de proteção ambiental no Brasil. A segunda fase, conhecida como fragmentária, é marcada pela preocupação do legislativo com a quantidade de recursos naturais, mas não com a sua qualidade integral (Código Florestal - 1965; Códigos de Caça, de Pesca e de Mineração - todos de 1967; Lei de Zoneamento Industrial - 1980; e a Lei dos Agrotóxicos - 1989). A terceira fase, conhecida como holística, foi marcada pela edição da Lei 6938/1981 e começamos a compreender o ambiente como um sistema ecológico integrado que deve ser protegido de forma completa (BENJAMIN, 1999).



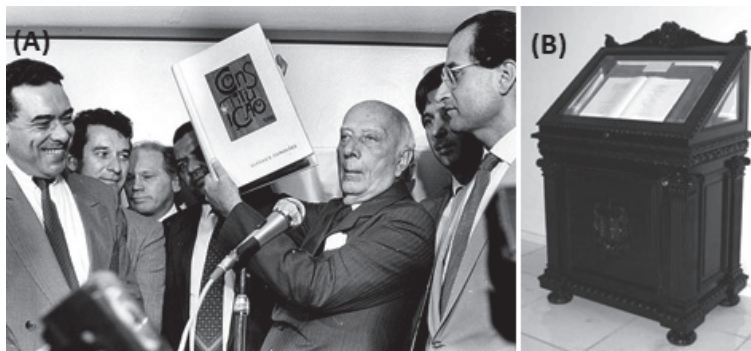
Pesquise mais

Para se aprofundar no tema, sugerimos a seguinte leitura do seguinte livro:

BÜHRING, M. A.; MEDEIROS, F. L. F. de (Orgs.). **Reflexões sobre direito ambiental e sustentabilidade**. Porto Alegre: Editora Fi, 2017. Disponível em: <https://www.academia.edu/32128407/Reflex%C3%B5es_sobre_direito_ambiental_e_sustentabilidade>. Acesso em: 11 maio 2017.

No contexto legislativo ambiental, um dos temas mais confusos é o que se refere à repartição de competências entre União, Distrito Federal, estados e municípios. Entretanto, antes de ingressarmos efetivamente neste assunto, precisamos introduzir a Constituição Federal (BRASIL, 1988), que é o documento que descreve um conjunto de regras de governo que rege o ordenamento jurídico do país. As normas previstas no texto, consideradas irrevogáveis, são chamadas cláusulas pétreas (não podem ser alteradas por emendas constitucionais). Neste documento, um capítulo inteiro trata do tema meio ambiente e, além de estabelecer seu conceito normativo, constitui uma complexa rede de direitos e deveres, sendo obrigação do Estado e da sociedade a garantia de um meio ambiente ecologicamente equilibrado. A edição da Constituição de 1988 foi comemorada memoravelmente pelos integrantes da Assembleia Nacional Constituinte (Figura 2.1-A) e atualmente uma cópia do documento original pode ser encontrada em alguns museus brasileiros (Figura 2.1-B). Importante destacar que essa não foi a primeira Constituição do nosso país. A Constituição do Império do Brasil, de 1824, foi a primeira Constituição brasileira.

Figura 2.1 | A atual Constituição Federativa do Brasil. (A) Ulysses Guimarães, presidiu a Assembleia Nacional Constituinte, responsável pela Constituição Federal de 1988; (B) Cópia original da Constituição é exposta no Museu do Supremo Tribunal Federal



Fonte: (A) <<https://goo.gl/Yt2MNP>>; (B) <<https://goo.gl/5WjX1A>>. Acesso em: 12 maio 2017.

A partir da Constituição Federal (BRASIL, 1988), a competência legislativa se subdivide em remanescente, exclusiva, privativa, concorrente, suplementar e reservada. A divisão e a definição de competências são positivas, pois promovem a descentralização da proteção ambiental e conferem oportunidade aos municípios de legislar sobre questões locais, entretanto, ocasionalmente, surgem conflitos. Vamos ver agora uma breve explicação de cada uma das competências:

- **Competência remanescente:** diz respeito aos estados e permite a atividade legislativa em relação às matérias não vedadas, implícita ou expressamente, e está prevista no § 1º do art. 25 da Constituição Federal.

- **Competência exclusiva:** diz respeito aos estados e aos municípios, é reservada unicamente a uma entidade, sem a possibilidade de delegação, e está prevista no § 2º do art. 25 e no inciso I do art. 30 da Constituição Federal.

- **Competência privativa:** diz respeito à União, e, embora seja própria de uma entidade, pode ser delegada ou suplementada, desde que respeitados os requisitos legais, sendo prevista no art. 22 da Constituição Federal.

- **Competência concorrente:** diz respeito à União, aos estados e ao Distrito Federal, cabendo à União a primazia de legislar sobre normas gerais, e está prevista no art. 24 da Constituição Federal.

- **Competência suplementar:** diz respeito aos estados, ao Distrito Federal e aos municípios a faculdade de complementar os princípios e normas gerais ou de suprir a omissão destes, sendo prevista nos § 2º e 3º do art. 24 e no inciso II do art. 30 da Constituição Federal.

- **Competência reservada:** diz respeito ao Distrito Federal, pois atribui a este a competência reservada aos estados e aos municípios, excetuada a competência para a organização judiciária, sendo prevista no § 1º do art. 32 da Constituição Federal (BRASIL, 1988).



Exemplificando

A criação de uma Área de Proteção Ambiental (APA), ou seja, uma extensa área natural destinada à proteção e conservação dos atributos bióticos naturais, estéticos ou culturais que são importantes para a qualidade de vida da população local e para a proteção dos ecossistemas regionais, pode ser solicitada pelo município, visto que representa uma necessidade local (BRASIL, 2000).

Como existem alguns temas que não foram legislados por parte da União, os estados e o Distrito Federal podem elaborar diretrizes referentes às competências legislativas do meio ambiente. Já os municípios, poderiam legislar sobre os temas ambientais de interesse local, desde que respeitando as normas que tiverem sido editadas pela União ou pelo estado.

Diretamente ligada à Constituição Federal (BRASIL, 1988) temos a Política Nacional do Meio Ambiente, que foi estabelecida mediante a edição da Lei nº 6.938/1981, criando o Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisama), seus fins e mecanismos de formação e aplicação, e dá outras providências. Essa é a mais relevante norma ambiental depois da referida Constituição. A partir de sua leitura e interpretação, podemos concluir que seu objetivo geral é a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no país, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.

O Sistema Nacional do Meio Ambiente é o conjunto de órgãos e entidades da União, dos estados, do Distrito Federal, dos municípios e de fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental com os seguintes órgãos formadores: o Conselho de Governo (órgão superior); o Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama (órgão consultivo e deliberativo); a Secretaria do Meio Ambiente da Presidência da República – SEMAM/PR (órgão central); o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama (órgão executor); os órgãos ou entidades da Administração Pública Federal (direta e indireta); as fundações instituídas pelo Poder Público (órgãos seccionais); e os órgãos ou entidades municipais (órgãos locais).

A Política Nacional do Meio Ambiente é totalmente pertinente sob o aspecto do Direito Ambiental e está de acordo com seus princípios. A compreensão desta política como uma lei diretriz é fundamental para você, se situar no contexto legislativo ambiental brasileiro. Como vimos, anteriormente à edição desta lei, iniciou uma nova fase na história da legislação ambiental no Brasil, denominada "holística". Após esse marco, outras políticas importantes foram editadas e, neste material didático, iremos ressaltar duas delas.

A primeira é conhecida como **Política Nacional dos Recursos Hídricos** (PNRH), corresponde à Lei nº 9.433/1997, também conhecida

como “Lei das Águas”, e acabou de completar 20 anos de existência. Em suma, a lei estabeleceu instrumentos para a gestão dos recursos hídricos de domínio federal, ou seja, aqueles que atravessam mais de um estado ou fazem fronteira, e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SINGREH. Este sistema é composto pela Agência Nacional de Águas; os órgãos gestores de recursos hídricos dos estados e do Distrito Federal, além das estruturas colegiadas; o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) e os respectivos conselhos estaduais; e os comitês de bacias hidrográficas e agências de bacia.

A PNRH é fundamental, pois busca promover a governança democrática e a sustentabilidade ambiental relacionada aos recursos hídricos e, considerando que a água é um bem finito, vulnerável e essencial à conservação da vida e do meio ambiente, a sua gestão adequada é necessária. A degradação ambiental da água afeta de forma direta ou indireta diversos aspectos relacionados à vida do homem (a saúde, a segurança, o bem-estar, as atividades sociais e econômicas, a fauna e a flora etc.), sendo que cada atividade humana tem seus próprios requisitos de qualidade para consumo de água.

De acordo com a literatura, um dos grandes avanços relacionados à PNRH é a possibilidade de gestão dos recursos hídricos através da bacia hidrográfica, pois esta compreende uma boa unidade geográfica para caracterizar as condições hídricas de determinado local. Neste sentido, percebemos que a edição da referida legislação foi um avanço e que precisa ser incentivada em todo território nacional. A degradação ambiental de rios e córregos urbanos nas grandes cidades é uma realidade, além dos problemas ocorrentes nas áreas rurais. Portanto, a elaboração de políticas públicas com potencial reconhecidamente inovador é necessária, pois elas serão fundamentais para se construir um país mais sustentável em termos hídricos.



Pesquise mais

Para compreender sumariamente a Política Nacional de Recursos Hídricos e outros conceitos fundamentais, como bacia hidrográfica, sugerimos a leitura do artigo:

RHODEN, A. C. et al. A importância da água e da gestão dos recursos hídricos. **Revista de Ciências Agroveterinárias e Alimentos**, n. 1, 2016. Disponível em: <<http://revista.faiacaduades.edu.br:8080/index.php/cava/article/view/196>>. Acesso em: 12 maio de 2017.

O segundo documento que iremos abordar é conhecido como **Política Nacional dos Resíduos Sólidos** (PNRS), que corresponde à Lei nº 12.305/2010. Esta legislação estabelece os princípios, objetivos e instrumentos, bem como as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos (resíduos comuns e perigosos), as responsabilidades dos geradores e do Poder Público e os instrumentos econômicos cabíveis.

Embora a característica de consumo desenfreado da sociedade moderna esteja mudando devido a uma consciência coletiva de sustentabilidade, ainda evidenciamos em grande escala a falta de preocupação com o destino final correto dos resíduos oriundos dos variados produtos consumidos pela sociedade, fato que torna a PNRS muito importante na atualidade.

O tema “resíduos sólidos” está diretamente relacionado à qualidade de vida e saúde do homem e ignorá-lo é um grave erro que já se tornou insustentável. Paralelamente, existe a degradação ambiental associada ao descarte incorreto de resíduos que prejudicam o meio ambiente de diversas formas, como contaminação de solo, poluição de água etc.

De acordo com Bechara (2013), a PNRS é um marco na legislação brasileira, pois, através de uma visão sistêmica, trata de contribuir para criar uma gestão integrada dos resíduos sólidos, visando em âmbito nacional, estadual e municipal metas de redução, reutilização e reciclagem (os 3 Rs) com objetivo de diminuir os rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada nos aterros sanitários, que devem ser devidamente licenciados. O interessante desta lei é seguir os princípios básicos discriminados na PNMA, como o princípio da precaução e do poluidor-pagador, responsabilizando a iniciativa privada por grande parte da gestão adequada dos resíduos de seus produtos/serviços. Observe na Figura 2.2 exemplos da gestão adequada destes dois temas ambientais de suma importância no século XXI: os recursos hídricos (Figura 2.2-A) e os resíduos sólidos (Figura 2.2-B).



Pesquise mais

Para ampliar o seu olhar acerca da Política Nacional dos Resíduos Sólidos, sugerimos a leitura dos capítulos 1, 3 e 6 do livro a seguir:

BECHARA, E. (Org.). **Aspectos relevantes da política nacional de resíduos sólidos** – Lei nº 12.305/2010. São Paulo: Atlas, 2013. Disponível em sua Biblioteca Virtual: <<https://biblioteca-virtual.com/uk>>.

Figura 2.2 | Gestão dos recursos hídricos e resíduos sólidos no planeta. (A) Inspeção da hidrelétrica Hoover Dam (EUA); (B) Trabalhadores separando material viável para reciclagem



Fonte: (A) <<https://goo.gl/sqYtGQ>>; (B) <<https://goo.gl/kt64WG>>. Acesso em: 12 maio 2017.

Você conseguiu perceber que a teoria que norteia o Direito Ambiental evoluiu do que chamamos de “tecnicismo” – a supervalorização dos aspectos técnicos relacionados –, para a inserção da sociedade na tomada de decisões no contexto ambiental? A governança ambiental nas últimas décadas tem sofrido grandes transformações que, aliadas ao crescimento da sustentabilidade no mundo, propiciaram alterações complexas em diversos setores na sociedade (público, privado, civil). O desenvolvimento de legislações como a PNRH e a PNRS é fundamental e traz grandes desafios, principalmente práticos, para sua aplicabilidade de forma ideal. O atual Direito Ambiental, com novos conceitos e desafios, têm sido pano de fundo para a construção destas políticas públicas ambientais, demonstrando, assim, sua importância no século XXI para garantir a qualidade de vida e o meio ambiente ecologicamente equilibrado para as futuras gerações.

Sem medo de errar

Nesta seção abordamos as mudanças temporais do Direito Ambiental no Brasil e tratamos de legislações importantes para a sociedade brasileira. Agora que você já estudou todo esse denso conteúdo, vamos resolver a situação-problema?

Você é um consultor *freelancer* que, juntamente com uma equipe multidisciplinar, ficou encarregado de avaliar relatórios de construção de moradias e perceberam que seria pertinente fazer uma introdução sobre Direito Ambiental no Brasil para a coordenação da obra. Neste

sentido, focaram na resolução das seguintes perguntas: o que é Direito Ambiental e quais os seus princípios mais citados? o que é competência constitucional legislativa? Quais políticas nacionais editadas são relacionadas ao meio ambiente?

Antes de você iniciar a preparação da apresentação dessa temática para a coordenação, vamos relembrar alguns tópicos importantes.

O Direito Ambiental é reconhecido atualmente como um direito fundamental e, durante a história de seu desenvolvimento no Brasil, mudanças importantes ocorreram em sua base conceitual. No passado, encontrávamos propostas como a do Direito Ecológico, sendo este referente ao conjunto de técnicas, regras e instrumentos jurídicos estruturados para assegurar um comportamento que não atente contra a sanidade mínima do meio ambiente. Atualmente, essa visão mudou e o Direito Ambiental evoluiu da supervalorização dos aspectos técnicos relacionados para a inserção da sociedade na tomada de decisões no contexto ambiental.

Vimos também que a legislação ambiental no Brasil passou por duas fases características: a fragmentaria e a holística. Esta é marcada pela compreensão da proteção integral do meio ambiente ecologicamente equilibrado para as futuras gerações.

Os princípios básicos do Direito Ambiental não precisam ser “decorados”, mesmo porque não existe um consenso entre os diversos autores da área. Entretanto, conhecer os principais e saber que todas as demais legislações devem seguir esses princípios é muito importante. Dentre os principais princípios citados pela maioria dos autores, temos: princípio da prevenção, princípio poluidor-pagador, princípio da responsabilidade e princípio da gestão democrática.

A partir da Constituição Federal de 1988, o tema meio ambiente é tratado seriamente em nossa sociedade. Neste documento foi estabelecida a repartição de competências legislativas (União, Distrito Federal, estados e municípios), ou seja, a divisão de quais setores podem editar quais tipos de leis. É de suma importância nossa compreensão básica acerca desta repartição, para não cometermos erros na edição de leis ambientais em setores como os estaduais e municipais. Temos seis competências descritas no documento: remanescente, exclusiva, privativa, concorrente, suplementar e reservada.

Diretamente relacionadas à Constituição Federal de 1988 temos três políticas nacionais que envolvem a temática ambiental e

merecem destaque neste sentido: Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A PNMA é muito importante para direcionamentos gerais em relação à temática ambiental em nível nacional e cria o Sistema Nacional do Meio Ambiente. Já a PNRH e PNRS são mais recentes e tratam de temas diretamente relacionados à qualidade de vida e saúde da sociedade, sendo os temas respectivamente a água e o “lixo”. A criação destas políticas são marcos na história do Brasil e, embora existam diversos desafios para a sua aplicabilidade, são fundamentais no contexto do século XXI para cumprir a proposta básica do Direito Ambiental de garantir para as futuras gerações um meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Pronto! Após esses comentários acerca do autoestudo realizado por vocês, considera-se que já é possível preparar a introdução sobre Direito Ambiental para os coordenadores da obra. Não deixe de mencionar aspectos gerais, contextualizar o leitor acerca da evolução do Direito Ambiental no Brasil e resumir as políticas nacionais existentes.

Avançando na prática

É importante seguir princípios

Descrição da situação-problema

Imagine que uma empresa madeireira que atua em um estado brasileiro foi autuada pelo corte de madeira nobre de espécies arbóreas ameaçadas de extinção. De acordo com o representante legal, os recursos naturais são bens da coletividade e o seu uso garante uma compensação financeira para a mesma. Nesta condenação, a empresa pagará pela utilização de recursos naturais, e não necessariamente pelo dano causado ao meio ambiente.

A argumentação do representante legal é fundamentada em quais princípios do Direito Ambiental? A condenação da empresa poderia ocorrer com base em outro princípio do Direito Ambiental? Qual e por quê?

Resolução da situação-problema

A argumentação do representante legal foi feita com base no princípio poluidor-pagador, pois ele está relacionado à obrigação da iniciativa privada em indenizar os custos ambientais gerados pelas suas atividades (produção e consumo), que podem degradar ou exaurir os recursos naturais.

Sim, a condenação da empresa poderia responder pelo princípio da responsabilidade pelo uso de espécies ameaçadas de extinção, que pode prejudicar o meio ambiente e as suas relações com a fauna, ou mesmo a extinção da espécie arbórea localmente.

Faça valer a pena

1. As teorias modernas de integralidade influenciaram mudanças significativas na base _____ do Direito Ambiental que atualmente não visa somente a _____ de recursos naturais _____ e, sim, a proteção _____ do meio ambiente.

Assinale a alternativa com as palavras que completam corretamente as lacunas do texto:

- a) Prática; proteção; isolados; integral.
- b) Conceitual; proteção; isolados; integral.
- c) Conceitual; degradação; isolados; integral.
- d) Prática; degradação; isolados; integral.
- e) Conceitual; proteção; isolados; parcial.

2. O princípio _____ refere-se à obrigação de arcar com os custos da reparação ou compensação ambiental pelos danos causados ao meio ambiente em decorrência de quaisquer atividades. Ele não deve ser confundido com o princípio _____, muito similar.

Assinale a alternativa com as palavras que completam corretamente as lacunas do texto:

- a) De gestão democrática; de responsabilidade.
- b) De prevenção; poluidor-pagador.
- c) De responsabilidade; pagador-poluidor.
- d) Poluidor-pagador; de responsabilidade.
- e) De responsabilidade; de gestão democrática.

3. Em relação à Constituição Federal de 1988, leia as seguintes afirmações:
I. É o documento que descreve um conjunto de regras de governo que rege o ordenamento jurídico do Brasil.

II. Um capítulo da CF trata do tema meio ambiente e, além de estabelecer seu conceito normativo, constitui uma complexa rede de direitos e deveres, sendo obrigação do Estado e da sociedade a garantia de um meio ambiente ecologicamente equilibrado.

III. Foi a primeira Constituição Federal feita para o Brasil.

Estão corretas as afirmações:

- a) I, apenas.
- b) II, apenas.
- c) III, apenas.
- d) I e II, apenas.
- e) II e III, apenas.

Seção 2.2

Dano ambiental e responsabilidade civil ambiental

Diálogo aberto

Após uma breve exposição acerca do atual Direito Ambiental, que objetiva a proteção integral do meio ambiente, garantindo seu equilíbrio para as futuras gerações, iniciaremos uma seção diretamente relacionada a essa temática, que tratará de danos ambientais. Dessa forma, abordaremos conceitos e tópicos relacionados acerca de crimes ambientais, as infrações administrativas ambientais e a responsabilidade civil frente a um dano ambiental.

Para esse estudo, retomaremos brevemente o contexto profissional em que você se encontra nesta unidade. Você é um consultor *freelancer* que, juntamente com uma equipe multidisciplinar, ficou encarregado de avaliar relatórios de um empreendimento de construção civil que visa a construção de casas populares em duas glebas na área rural de um município brasileiro para atender a demanda social. O produto final, que será construído por você, será a elaboração de um plano de trabalho para mitigação de danos ambientais. A primeira etapa já foi construída e agora vocês devem focar na identificação de danos ambientais a partir de relatórios para realizar a segunda parte do produto. Sabendo que o setor da construção civil nacional encontra-se em processo contínuo de expansão e pode causar degradação ambiental, a equipe multidisciplinar leu atentamente os relatórios e destacou duas partes:

Trecho 1: verificou-se descarte em área de várzea de resíduos Classe D (tintas, solventes etc.) durante a primeira fase de obras.

Trecho 2: análises químicas e físicas do solo e água superficial do local apresentaram valores elevados para alguns componentes, mas ainda dentro do limite permitido em legislação.

Os dois trechos destacados são danos ambientais? Qual tipo de dano ambiental foi cometido pela empresa? Em relação ao Direito Comum, a empresa seria responsabilizada levando-se em consideração a responsabilização civil subjetiva, objetiva ou ambas?

Reconhecidamente, empreendimentos de grande porte da construção civil podem prejudicar o equilíbrio do meio biofísico e causar impactos socioeconômicos, culturais e ambientais de magnitudes diversas. Dessa forma, uma análise cuidadosa dos trechos destacados, com base em conceitos e na legislação, é necessária. Para tanto, iremos estudar nesta seção conceitos de dano e crimes ambientais, a responsabilidade civil ambiental e a administrativa, bem como as infrações administrativas ambientais.

Foco nos estudos! Vamos começar.

Não pode faltar

Nosso primeiro contato com o tema de legislação ambiental foi importante para assimilarmos que o Direito Ambiental é uma área relativamente jovem em termos legais e sofreu alterações no decorrer de sua história, a partir de teorias ligadas à ecologia integral ou holística. No passado, a edição de importantes legislações, como a Constituição Federal de 1988 e as Políticas Nacionais (Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Recursos Sólidos), configurou um cenário importante no Brasil, evidenciando a necessidade de proteção do meio ambiente.

Embora a doutrina jurídica brasileira inicialmente considere o meio ambiente como um fator externo ao homem - o homem não faz parte dele -, esse paradigma já foi rebatido por uma série de pesquisadores e, dessa forma, podemos dizer que ele está ultrapassado.



Refleta

A intervenção humana sobre o mundo natural e a criação cultural da natureza são condições essenciais para a própria realização da história humana, entretanto, essa intervenção deve ser equilibrada e não danosa. Pelos seus conhecimentos prévios, qual tipo de intervenção o homem tem realizado no ambiente natural?

Nesse contexto, o homem passa a integrar o meio ambiente como um agente ativo, modificando a natureza. Dessa forma, temos que considerar que seus atos podem ser danosos. Na Unidade 1 ficou claro que as ações humanas podem ter consequências desastrosas

para o ambiente natural e seus recursos, que são essenciais para a vida dos diversos organismos presentes neste planeta. Dessa forma, um mecanismo de prevenção, ou seja, um sistema de compensação e controle de danos ambientais é essencial na atualidade.

Vamos começar com definições importantes que envolvem os termos dano ambiental e poluição. Tratam-se de conceitos complexos, afinal, não existem por si, eles têm existência em relação a uma determinada situação tomada como parâmetro.

Sob o olhar jurídico, o conceito de **poluição** pode ser explicado genericamente como uma afronta aos limites definidos normativamente, quase sempre com base em padrões ambientais, estabelecidos principalmente por meio de normas técnicas que ganharam estatura legal. O tratamento referente ao conceito deste termo iniciou em decretos datados de 1960, sendo que inicialmente aspectos ecológicos e sociais foram contemplados por essas normas. A PNMA (BRASIL, 1981) trata diretamente do termo e estabelece:

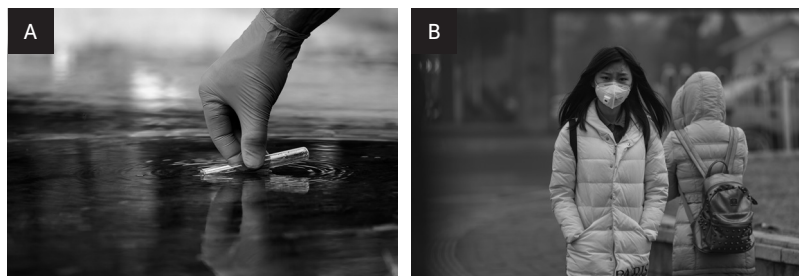
[...] **poluição**: a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; afetem desfavoravelmente a biota; afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente e lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos. (BRASIL, 1981, on-line).

Diretamente relacionada à poluição, a PNMA também estabelece o termo **poluidor**, que é: “a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental” (BRASIL, 1981, on-line).

Quando passamos a tratar do termo **dano ambiental**, devemos compreender que ele é a poluição que foi causada por qualquer ação humana (culposa ou não, de um ato lícito ou de um ato ilícito) que, ultrapassando os limites do desprezível, promoveu alterações adversas no ambiente (degradação ambiental). Podem existir diversos tipos de danos ambientais: (1) dano ecológico - que é a alteração adversa da biota, como resultado da intervenção humana; (2) à

saúde; (3) às atividades produtivas; (4) à segurança; (5) ao bem-estar; entre outros e podemos concluir que não existe um conceito fixo para dano ambiental, pois, assim como o de meio ambiente, ele é aberto, ou seja, sujeito a ser preenchido casuisticamente, de acordo com cada realidade concreta que se apresente ao intérprete (MILARÉ, 2007) (Figura 2.3-B).

Figura 2.3 | (A) Exemplo de poluição, alterações de parâmetros químicos ou físicos de água; (B) Poluição do ar: dano ambiental que pode afetar a saúde humana



Fonte: (A) <<https://goo.gl/2hkgpws>>; (B) <<https://goo.gl/EmtLdZ>>. Acesso em: 22 maio 2017.



Assimile

O exemplo refletido na Figura 2.3-A, apenas corresponde a uma alteração de parâmetros da água que não está prejudicando o ambiente até aquele momento. Entretanto, o mesmo pode se tornar um dano ambiental se as alterações verificadas começarem a causar a degradação ambiental.

Em relação aos danos ambientais, é necessário ressaltar também que, com a finalidade de compreender a extensão e gravidade do dano causado, existem formas de classificá-lo, por exemplo, quanto ao interesse envolvido e a sua reparabilidade, quanto à extensão dos bens protegidos, entre outras formas. Frente a um dano ambiental comprovado, devemos atribuir um responsável que possa responder por aquele ato. O dano ambiental pode ter repercussões nos âmbitos civil, administrativo e penal, cada um produzindo sua responsabilidade própria e autônoma.

De acordo com o Direito Comum, encontramos dois tipos de responsabilidade civil que se desenvolveram em nosso país. A primeira é conhecida por responsabilidade civil subjetiva, que é aquela que, em síntese, baseia-se no elemento culpa; e a segunda é denominada responsabilidade civil objetiva, que é aquela que, independe do

elemento culpa. Pareceu complicado? Vamos simplificar!

A responsabilidade civil subjetiva se diz extracontratual pelo fato de derivar de um ato ilícito, não de um negócio jurídico. Já a responsabilidade civil objetiva profere que, se alguém introduz no bojo da sociedade uma situação ensejadora de risco ou perigo a terceiros, terá o encargo de responder pelos danos que, a partir do risco, decorrer (MILARÉ, 2007).



Exemplificando

Uma bomba de um tanque de estação de tratamento de efluentes quebrou e, para controlar o volume do mesmo, a administração autorizou a liberação de rejeitos diretamente em um córrego local, ocasionando grande mortalidade de peixes na região.

No caso apresentado, mesmo se considerarmos a responsabilidade civil subjetiva, o infrator poderia ser autuado pelo dano ambiental causado, pois houve uma ação negligente por parte da empresa ao autorizar um ato em desacordo com a legislação.

A responsabilização civil encontrada no Direito Comum, não contemplou plenamente o contexto da realidade vivenciada no Direito Ambiental e, dessa forma, ela sofreu alteração e passou a ser tratada como responsabilidade objetiva, fundamentada na teoria de risco integral. A partir desse momento, a responsabilização pelo dano ambiental passou a não admitir excludente de ilicitude, bastando o exercício de qualquer atividade potencial de risco para caracterizar a obrigação de reparar o dano ambiental.

As fundamentações jurídicas a respeito da responsabilidade civil objetiva podem ser encontradas na PNMA no art. 14, § 1º, que dispõe:

Sem obstar a aplicação das penalidades previstas neste artigo, é o poluidor obrigado, independentemente de existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, efetuados por sua atividade. O Ministério Público da União e dos Estados terá legitimidade para propor ação de responsabilidade civil e criminal por danos causados ao meio ambiente. (BRASIL, 1981, *on-line*)





Refleta

Visualizar o tema dano ambiental sob a ótica da solidariedade é ter a consciência de que os recursos ambientais são finitos e que a sua conservação é essencial para todos nós que habitamos este planeta e dessa forma, sua recuperação em termos sociais é indispensável. Você concorda com essa ótica?

A responsabilização pelo dano ambiental na órbita administrativa e penal é certa, até mesmo porque é titulada como pena e por isso deve ter sua fixação predeterminada em lei. Entretanto, em esfera civil, o rumo do processo pode tomar caminhos diferentes. A lei condiciona a obrigação do poluidor em indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente, compreendendo uma avaliação econômica do meio ambiente e isso poderia ser realizado de duas maneiras: (1) orientada pelo verbo reparar, ou seja, o meio ambiente será devolvido ao seu estado anterior; e (2) orientada pelo verbo indenizar, ou seja, pagamento equivalente ao dano causado, quando não for possível mais realizar a reparação. Também está previsto em lei a possibilidade de indenização ou reparação do que o dano ambiental causou a terceiros.

A partir do exposto podemos concluir que a responsabilidade civil ambiental é objetiva, ou seja, independe de análise de dolo ou culpa, restando tão somente o enfrentamento de sua existência e de quem foi o seu autor. É necessário que essa esfera seja rígida frente aos danos ambientais, pois, como vimos, o meio ambiente equilibrado é um bem comum e deste dependem muitas vidas, inclusive as das futuras gerações.



Pesquise mais

Gostou do tema e gostaria de se aprofundar?

Concordamos com a necessidade de aprofundamento sobre a responsabilidade civil e o dano ambiental, pois são temas que estão distantes de nosso cotidiano. Dessa forma, sugerimos a leitura do artigo:

SILVA, D. P. da; SCHUTZ, H. M. de A. O dano ambiental e sua responsabilização civil. **Âmbito Jurídico**, XV, n. 103, Rio Grande, ago. 2012. Disponível em: <<https://goo.gl/WDYng4>>. Acesso em: 22 maio 2017.

Uma das principais leis responsáveis por determinar as condutas e ações que são passíveis de sanções penais e administrativas no direito

brasileiro é a Lei de Crimes Ambientais (BRASIL, 1998). Os crimes ambientais, previstos na legislação, são as mais graves ações danosas causadas pelo homem ao meio ambiente.

Esperamos que você tenha compreendido que no decorrer da história do Direito Ambiental assumiu-se que, como o equilíbrio do meio ambiente é uma extensão do direito à vida propriamente dita, atentar contra ele fere as garantias mais fundamentais que o direito brasileiro defende. São classificados a partir da referida legislação seis tipos de delitos: (1) crimes contra a fauna; (2) crimes com a flora; (3) poluição e outros crimes ambientais; (4) crimes contra o ordenamento urbano e o patrimônio cultural; e (5) crimes contra a administração ambiental.

Dentre os crimes ambientais, os mais próximos de nossa realidade são aqueles relacionados à fauna, flora e poluição (Figura 2.4). Podemos citar alguns exemplos como agressões cometidas contra animais silvestres (nativos ou em rota migratória), destruir ou danificar floresta de preservação permanente, poluição que possa provocar danos à saúde, entre outras situações.

Figura 2.4 | (A) Desmatamento ilegal de florestas; (B) contaminação das águas pelos rejeitos da barragem da mineradora Samarco no litoral do Espírito Santo.



Fonte: <<https://goo.gl/oW2cnp>>; (B) <<https://goo.gl/qUhT7p>>. Acesso em: 22 maio 2017.

Os crimes contra o ordenamento urbano e patrimônio cultural ainda são pouco conhecidos pela nossa sociedade, entretanto, combatê-los é muito importante, pois cerca de 70% da população brasileira vive e exerce suas atividades no meio urbanístico. Dessa forma, preservar esses ambientes é fundamental.

Os crimes ambientais administrativos, resumidamente, tratam de afirmação falsa/enganosa ou sonegação/omissão de informações solicitadas em lei. Eles estão diretamente relacionados às infrações administrativas que são definidas como toda ação ou omissão que viole regras jurídicas de uso, gozo, promoção, proteção e recuperação do meio ambiente.

Para tratar das infrações administrativas, é necessário abordar sucintamente a respeito da esfera administrativa ambiental. Nela se observa uma conjunção de institutos típicos de Direito Administrativo, mas com forte influência de Direito Penal e, também, Civil. A característica da responsabilidade administrativa é que a sua análise se opera na esfera da própria administração e não no Poder Judiciário, como as demais. É dever do Poder Público, defender e preservar o meio ambiente como bem de uso comum de todos, conforme exposto na Constituição Federal (BRASIL, 1988). Além da referida constituição, a Lei de Crimes Ambientais (BRASIL, 1998) dispõe sobre a infração administrativa ambiental, dando concretude ao poder de polícia ambiental.

Na esfera administrativa, tipicamente preventiva, a legislação descreve algumas condutas, como infrações, prevendo a aplicação de multas e outras sanções para se evitar ou minorar o dano ambiental. As infrações administrativas não estão capituladas unicamente na Lei nº 9.605/1998 (arts. 70 a 76), mas a elas somam-se várias outras infrações definidas na legislação federal, estadual, distrital e municipal referentes ao meio ambiente. Nesta esfera, o poder da polícia ambiental é fundamental e possui um caráter preventivo e fiscalizatório, diretamente relacionado à administração pública.

São discriminadas em lei e podem ser aplicadas as seguintes sanções administrativas: a) advertência; b) multa simples; c) multa diária; d) apreensão dos animais, produtos e subprodutos da fauna e flora, instrumentos, petrechos, e equipamentos ou veículos de qualquer natureza utilizados na infração; e) destruição ou inutilização do produto; f) suspensão de venda e fabricação do produto; g) embargo de obra ou atividade; h) demolição de obra; i) suspensão parcial ou total das atividades e j) restritiva de direitos. Com a finalidade de exemplificação, vamos detalhar quatro dentre as dez sanções possíveis:

- **Advertência** : será aplicada no caso de o infrator, por inobservância da lei ou regulamento, deixar de sanar a irregularidade apurada pelo órgão fiscalizador.

- **Multa diária** : será aplicada sempre que o cometimento da infração se prolongar no tempo, até a sua efetiva cessação ou regularização da situação mediante a celebração, pelo infrator, de termo de compromisso de reparação do dano.

- **Apreensão dos animais, produtos e subprodutos da fauna e flora, instrumentos, petrechos e equipamentos ou veículos de qualquer**

natureza utilizados na infração : os animais serão devolvidos ao seu habitat; os produtos, subprodutos e veículos serão avaliados e doados à entidade de caridade e às instituições científicas ou hospitalares; e os petrechos e equipamentos serão vendidos com a garantia de sua descaracterização.

- Suspensão parcial ou total das atividades : o órgão fiscalizador poderá determinar a suspensão total ou parcial das atividades, caso constate alguma irregularidade ou o descumprimento de normas ambientais relevantes.

Tais sanções são obrigatórias para a União, podendo os estados e municípios acrescentarem outras que julgarem convenientes. Além disso, elas poderão ser aplicadas cumulativamente ao infrator que cometer duas ou mais infrações administrativas. De acordo com Mello (2006), quando uma sanção administrativa é aplicada, o que se pretende com isso é, tanto despertar em quem a sofreu um estímulo para que não reincida, quanto cumprir uma função exemplar na sociedade. Adicionalmente, é importante ressaltar que a sanção deve ser adequada, necessária e proporcional à gravidade da infração cometida.



Exemplificando

Veja o seguinte exemplo de infração e suas consequências na esfera civil e administrativa:

A liberação de óleo combustível no solo e em corpo d'água, em razão de tombamento de caminhão transportador no curso da rodovia, com ruptura do tanque, acarreta a responsabilidade ambiental com imposição de sanção administrativa (multa) pelo ente fiscalizador, acompanhada de exigências técnicas para compelir o responsável a tomar providências tendentes a cessar os riscos e corrigir os danos causados ao meio ambiente; o mesmo fato – derramamento de óleo –, que acaba por atingir o corpo d'água, ocasionando mortandade de peixes, pode levar à propositura de ação civil pública visando à condenação do responsável ao custeio de medidas tendentes à recuperação do bem ambiental e pagamento de indenização pelos eventuais danos irreparáveis causados ao meio ambiente.



O processo administrativo ambiental pode ser iniciado mediante a representação de qualquer pessoa ou pela atuação de ofício por parte da autoridade competente. Ele usualmente se desenvolve da seguinte maneira: (1) a instauração do procedimento pelo auto de infração; (2) defesa técnica; (3) a colheita de provas, se for o caso; (4) a decisão administrativa; e (5) eventualmente, o recurso.

Em suma, concluímos que responsabilidade administrativa se fundamenta na capacidade que têm as pessoas jurídicas de direito público de impor condutas aos administrados (MEIRELLES, 2011), sendo que o poder de polícia ambiental é conferido ao Estado por força do dispositivo constitucional. Essa esfera, assim como a civil, é fundamental para compor um cenário cujas medidas para preservar e proteger sejam efetivas e cumpram o devido papel perante a sociedade.



Pesquise mais

Para saber mais a respeito da responsabilidade administrativa ambiental, suas infrações e a atuação cabível à polícia ambiental, sugerimos a leitura do capítulo 27 do livro a seguir:

SOARES, M.; BAPTISTA, M. M. A. Responsabilidade Administrativa. In: PHILIPPI JÚNIOR, A.; FREITAS, V. P. de; SPÍNOLA, A. L. S. (Orgs.). **Direito ambiental e sustentabilidade**. Barueri: Manole, 2016. Disponível em sua Biblioteca Virtual: <<https://goo.gl/yiUYLc>>. Acesso em: 9 out. 2017.

A partir do exposto, você pode perceber que o Brasil deu importantes passos na criação de normas protetoras do meio ambiente, buscando sempre soluções mais adequadas e eficazes na prevenção e reparação dos danos ambientais. Os conceitos de poluição, dano ambiental e crime ambiental são complexos e similares, mas é importante compreendermos as diferenças. Adicionalmente, o conhecimento mínimo da legislação vigente, aliado à boa conduta administrativa, pode evitar uma série de problemas legais no âmbito ambiental.

Sem medo de errar

Após estudar o conteúdo apresentado você já é capaz de solucionar a situação-problema apresentada no início da seção. Vamos relembra-la?

Você é um consultor *freelancer* que, juntamente com uma equipe multidisciplinar, ficou encarregado de avaliar relatórios de um empreendimento de construção civil. A partir da leitura de relatórios da

obra se destacaram duas partes:

Trecho 1: verificou-se descarte em área de várzea de resíduos Classe D (tintas, solventes, etc.) durante a primeira fase de obras.

Trecho 2: análises químicas e físicas do solo e água superficial do local apresentaram valores elevados para alguns componentes, mas ainda dentro do limite permitido em legislação.

Os dois trechos destacados são danos ambientais? Qual tipo de dano ambiental foi cometido pela empresa? Em relação ao Direito Comum, a empresa seria responsabilizada levando-se em consideração a responsabilização civil subjetiva, objetiva ou ambas?

Durante nossos estudos, definimos que o dano ambiental pode ser explicado como a poluição que foi causada por qualquer ação humana que, ultrapassando os limites do desprezível, promoveu alterações adversas no ambiente, ou seja, degradação ambiental. Neste sentido, podemos enquadrar o exposto no trecho 1 como dano ambiental, pois houve descarte inadequado de resíduos e consequente contaminação do solo. Já o exposto no segundo trecho não pode ser considerado dano ambiental, pois os valores dos parâmetros de água analisados permaneceram dentro do permitido na legislação.

Um segundo aspecto de nosso estudo foi discriminar os tipos de danos ambientais que usualmente ocorrem no mundo. Foram descritos cinco tipos principais: (1) dano ecológico - que é a alteração adversa da biota, como resultado da intervenção humana; (2) à saúde; (3) às atividades produtivas; (4) à segurança; (5) ao bem-estar; A partir destas considerações podemos afirmar que o trecho 1 pode ser enquadrado em dois tipos de danos ambientais: no primeiro (dano ecológico), pois evidenciamos uma alteração adversa no solo - que, embora seja um componente abiótico do ecossistema, apresenta organismos vivos; e no quarto (dano à segurança), pois o descarte inadequado de produtos tóxicos pode colocar a segurança dos trabalhadores em risco.

Nosso último questionamento é mais complexo e envolve a compreensão do Direito Comum fundamentado na responsabilidade civil subjetiva e objetiva. É importante lembrar que a primeira é aquela que, em síntese, baseia-se no elemento culpa, e a segunda é aquela que, também em síntese, por força de lei, independe do elemento culpa. Se considerarmos que é encargo da empresa responsável pela obra a gestão dos resíduos oriundos de suas atividades, podemos concluir que o ato de descarte foi deliberado e a mesma assumiu o risco de dano

ambiental, sendo culpada pelo ato. A partir desta leitura, a empresa seria responsabilizada em ambas as fundamentações do Direito Comum, pois seria provada a culpa da mesma frente aos acontecimentos que resultaram na contaminação do solo local.



Pesquise mais

Para ajudar a sua argumentação e complementar seus conhecimentos sobre os danos ambientais relacionados a construção civil, sugerimos a leitura do seguinte artigo:

ROTH, C. D. G.; GARCIAS, C. M. Construção civil e a degradação ambiental. **Desenvolvimento em Questão**, v. 7, n. 13, p. 111-128, 2009. Disponível em: <<https://goo.gl/rPQ3pe>>. Acesso em: 22 maio 2017.

Reconhecidamente, empreendimentos de grande porte da construção civil podem prejudicar o equilíbrio do meio biofísico e causar impactos socioeconômicos, culturais e ambientais de magnitudes diversas. Dessa forma, é importante o acompanhamento dos relatórios de obras de implantação para observar as ocorrências e pensar em soluções para as mesmas.

Agora que as questões já foram sucintamente discutidas, e o dano ambiental foi identificado, elabore uma apresentação sucinta dessa segunda etapa do plano de trabalho a respeito da análise de dano ambiental, realizada pela equipe multidisciplinar, para apresentar à coordenação da empresa. É importante que você conceitue o dano ambiental e seus principais tipos, cite quais os âmbitos de repercussão (responsabilidade) que um dano ambiental pode causar nas esferas jurídicas e discorra de forma geral sobre os principais danos ambientais oriundos da construção civil.

Avançando na prática

Reparar ou indenizar é obrigação

Descrição da situação-problema



A empresa ou pessoa que causa dano ao meio ambiente tem obrigação de indenizar ou reparar os prejuízos provocados, independentemente de culpa. Essa foi

a conclusao da Justica Federal do Rio de Janeiro, que condenou a empresa Thyssen Fundições, sucedida pela BR Metals Fundições, em Itaguaí (RJ), por poluir o rio Paraíba do Sul com cerca de 150 litros de óleo ascarel. As discussões sobre o assunto duraram 21 anos. Agora, cabe recurso ao Tribunal Federal da 2ª Região. (SANTOS, 2010 [s.p])

A decisão da Justiça Federal do Rio de Janeiro, destacada no trecho anterior, está fundamentada em qual teoria? Explique.

Resolução da situação-problema

O trecho está fundamentado na teoria de risco integral, em que assume-se a responsabilização pelos riscos inerentes à atividade potencialmente poluidora. Neste contexto, é exigida a reparação do dano, mesmo que involuntário, sem exigência de se comprovar que a atividade guarda adequação causal de acordo com o dano.

De acordo com Milaré (2001), a vinculação da responsabilidade objetiva à Teoria do Risco Integral no Direito Ambiental expressa a preocupação da doutrina em estabelecer um sistema de responsabilidade o mais rigoroso possível, ante o alarmante quadro de degradação que se assiste não só no Brasil, mas em todo o mundo.

Faça valer a pena

1. _____ é desacordo em relação a valores definidos normativamente, quase sempre com base em padrões ambientais estabelecidos principalmente por meio de normas técnicas, enquanto que _____ é a poluição que foi causada por qualquer ação humana que, ultrapassando os limites do desprezível, promoveu degradação ambiental. Assinale a alternativa com as palavras que completam corretamente as lacunas do texto:

- a) Crime ambiental; poluição.
- b) Poluição; dano ambiental.
- c) Dano ambiental; poluição.
- d) Crime ambiental; dano ambiental.
- e) Dano ambiental; crime ambiental.

2. “É no princípio da equidade, que a responsabilidade _____ encontra o seu fundamento principal, pois aquele que lucra ou se beneficia com uma determinada atividade, deve responder pelo risco e pelas desvantagens dela resultantes” (SANTOS, 2017 apud AMORIM, 2000, p. 32). Assinale a alternativa com a palavra que completa corretamente a lacuna do texto:

- a) Penal.
- b) Administrativa.
- c) Objetiva.
- d) Subjetiva.
- e) Ambiental.

3. “A Polícia Militar de Meio Ambiente suspendeu ações predatórias em Santa Rita do Ibitipoca e fez autuações por devastação e queimada em área de preservação. A Operação 'Mata Atlântica' foi realizada de quinta-feira (11) a sábado (13)” (G1, 2016, on-line).

Assinale a alternativa correta:

- a) A suspensão foi indevida, pois, de acordo com as infrações administrativas o ato era passível de aplicação de multa.
- b) Devastação e queimada em área de preservação são ações proibidas, pois podem ocasionar poluição ambiental.
- c) Apenas a queimada pode ser considerada como dano ambiental.
- d) Apenas a devastação florestal pode ser considerada como dano ambiental.
- e) A devastação a e queimada florestal em área permanente são consideradas crimes ambientais.

Seção 2.3

Licenciamento ambiental

Diálogo aberto

Começaremos agora a última seção da Unidade 2. Como nossos estudos mostraram, existe uma legislação ambiental no Brasil que sofreu mudanças nas últimas décadas e busca proteger de forma integral o meio ambiente, bem como sua conservação, visando um equilíbrio para todos. Entretanto, ainda é relativamente comum a poluição ambiental, os danos ambientais e até mesmo as mais graves infrações contra o meio ambiente, denominadas "crimes ambientais".

Você deve ter acompanhado nos noticiários recentemente grandes desastres ambientais no Brasil e no mundo, sendo que o dano ao meio ambiente não fica restrito a um estado – visto que o mesmo não respeita fronteiras administrativas –, mas ultrapassa limites e prejudica seriamente milhares de pessoas, além de uma quantidade inimaginável de organismos vivos.

Essa realidade nos apresenta a necessidade de comprometimento com o denominado licenciamento ambiental, para evitar ou minimizar danos ambientais que, além de prejudicar diretamente a vida humana, podem ser de custosa recuperação.

Com isso em mente, retomaremos nosso contexto profissional, apresentado no *Convite ao Estudo* desta unidade. Nele, você se encontra como parte de uma equipe multidisciplinar que foi contratada para avaliar relatórios de um empreendimento de construção civil, que visa a construção de casas populares em duas glebas na área rural de um município brasileiro para atender demanda social. O produto final solicitado a vocês pela empresa é um plano de trabalho para mitigação de danos ambientais que foram identificados a partir dos relatórios analisados. Sua equipe já realizou as duas primeiras partes do produto final e agora o foco deve ser em sugerir ações a partir do dano ambiental verificado.

A partir da leitura dos relatórios, vocês identificaram descarte em área de várzea de resíduos (Classe D - tintas, solventes etc.) durante a fase de instalação de obras do empreendimento. Portanto, qual o instrumento de caráter preventivo que pode auxiliar no

direcionamento de ações mitigatórias para o dano observado? Quais as etapas administrativas que compõem este instrumento? A partir do conhecimento adquirido e de leituras complementares, quais ações mitigatórias você poderia propor para o dano ambiental verificado?

Nesta unidade, você pôde entender que a legislação ambiental brasileira é uma das mais avançadas do mundo e que existem instrumentos administrativos públicos que visam assegurar a proteção do meio ambiente de forma integral e ordenada. Para finalizar esse conteúdo, nesta seção, estudaremos o licenciamento ambiental e suas etapas administrativas; o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) e assuntos correlatos.

Não pode faltar

A forma de gestão de uma empresa relacionada ao poder público, sociedade e meio ambiente está cada vez mais exigente, pois é necessário aliar o desenvolvimento econômico, a proteção ambiental e a promoção de justiça social. Atualmente, o desenvolvimento sustentável é uma opção de ação para conseguir alinhar esses três aspectos (economia, meio ambiente e sociedade), entretanto, ainda são necessários vários passos para alcançarmos um nível satisfatório em relação a essa proposta de desenvolvimento.

Como vimos desde a Unidade 1, o desenvolvimento econômico clássico, intensificado a partir da Revolução Industrial, passou a causar um impacto negativo sobre o meio ambiente, devido à exploração desordenada dos recursos naturais, aliada a outros fatores. É cada vez mais comum escutarmos a respeito de graves problemas ambientais do século XXI, como a escassez de água potável, aquecimento planetário, desertificação, desmatamento, extinção de espécies, falta de tratamento dos resíduos industriais e acúmulo de lixo urbano. Neste contexto de desordem, medidas controladoras são fundamentais e, no Brasil, é determinado que as atividades econômicas potencialmente causadoras de impactos ao meio ambiente devem estar sujeitas ao controle do Poder Público. Dentre esses mecanismos governamentais para o controle dos impactos ambientais, destaca-se o licenciamento ambiental.



Levando em consideração o direito à qualidade de vida e a perspectiva de necessidades de recursos ambientais e um meio ambiente equilibrado das futuras gerações, podemos dizer que é ético o enriquecimento monetário de empresas à custa da degradação do meio ambiente e da qualidade de vida da coletividade?

Embora o licenciamento ambiental tenha sido citado como um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente, o primeiro tratamento em relação ao conceito foi dado na Resolução Conama nº 237/1997, na qual consta:

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, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso. (BRASIL, 1997, *on-line*)

Como podemos perceber, nesta definição, o licenciamento ambiental é um procedimento, ou seja, apresenta um modo de proceder em relação ao poder público (no âmbito federal, estadual ou municipal) para conseguir a licença ambiental (LA).

Já a LA é definida, na mesma resolução, como:

Ato administrativo pelo qual o órgão ambiental competente, estabelece as condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pelo empreendedor, pessoa física ou jurídica, para localizar, instalar, ampliar e operar empreendimentos ou atividades utilizadoras dos recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental. (BRASIL, 1997, *on-line*)



O licenciamento ambiental e a licença ambiental apresentam conceitos diferentes, sendo a última apenas um ato administrativo. O licenciamento ambiental é um procedimento que tem um objetivo muito mais complexo do que a simples obtenção da LA.

Para alguns autores, o objetivo do licenciamento ambiental é obter a LA, entretanto, devemos considerar tal avaliação muito simplista. Resumidamente, o objetivo principal deste procedimento é verificar se a atividade poluidora (ou potencialmente poluidora) que se pretende implementar, ou que já esteja implementada, está realmente em consonância com a legislação ambiental e com as exigências técnicas necessárias para evitar danos ambientais, sendo defendida por diversos autores (MILARÉ, 2007; OLIVEIRA, 2005). Veja o exposto no Quadro 2.1 e observe que existe uma ampla gama de legislações ligadas ao licenciamento ambiental, isso considerando-se apenas as federais.

Quadro 2.1 | Proposta de cronologia para a base do licenciamento ambiental na atualidade.

BASE LEGAL	DATA	INSTRUMENTO AMBIENTAL
Lei nº 6.938	Agosto 1981	Art. 9
		III - Avaliação de Impacto Ambiental
		IV - Licenciamento
		V - Tecnologia
		Art. 10 Licenciamento
Resolução Conama nº 1	Janeiro 1986	EIA - RIMA
Constituição Federal	Outubro 1988	Art. 23 Competência Comum
		Art. 225, IV: significativa degradação - Estudo Prévio de Impacto Ambiental.
Decreto Federal nº 99.274	Junho 1990	Licença Prévia, Licença de Instalação e Licença de Operação.
Resolução Conama nº 237	Dezembro 1997	O anexo define a lista de atividades potencialmente degradantes.
Lei Complementar nº 140	Dezembro 2011	Direciona a cooperação entre a União, os estados, o Distrito Federal e os municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção do meio ambiente.

Fonte: adaptado de Brasil (2015, p. 134).

No contexto de surgimento do licenciamento ambiental, estados como Rio de Janeiro e São Paulo foram pioneiros nos primeiros direcionamentos legais. Em nível nacional, as primeiras diretrizes ocorreram no início da década de 1980, entretanto, especialistas são enfáticos ao afirmar que somente a partir da década de 1990 esse procedimento passou a ser encarado com a devida importância pelos órgãos ambientais.

O procedimento deve ser exigido em relação a qualquer atividade que repercute ou que possa repercutir na saúde da população ou na qualidade do meio ambiente, sendo realmente poluidora ou somente potencialmente poluidora. A Resolução nº 237/1997, do Conama, apontou uma lista com situações para as quais o licenciamento ambiental é indicado, dentre os itens presentes, temos: extração e tratamento de minerais, indústria de madeira, indústria de produtos alimentares e bebidas, obras civis, turismo, atividades agropecuárias etc. Como diariamente surgem outras atividades que podem prejudicar o meio ambiente, essa lista pode e deve ser constantemente revisada com demais indicações sugeridas pelos estados e municípios.



Pesquise mais

Um tema amplo e relativamente complexo como o que envolve o licenciamento ambiental necessita de leituras complementares. Sugerimos a leitura do Capítulo 4 do livro a seguir:

FIORILLO, C. P.; MORITA, D. M.; FERREIRA, P. **Licenciamento ambiental**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2015. Disponível em sua Biblioteca Virtual: <<https://goo.gl/4DA9Mf>>.

Agora que compreendemos conceitos básicos em relação ao licenciamento ambiental são necessárias algumas considerações a respeito da sequência de fases, descritas sumariamente no Quadro 2.2, sobre o que é necessário realizar para obtenção da licença ambiental.

Quadro 2.2 | Quadro comparativo da licença prévia (lp), licença de instalação e licença de operação (lo), etapas necessárias para a obtenção da licença ambiental

OBJETIVO DA LICENÇA	LICENÇA PRÉVIA	LICENÇA DE INSTALAÇÃO	LICENÇA DE OPERAÇÃO
	AUTORIZA:	AUTORIZA:	AUTORIZA:
Empreendimentos diversos	O início do planejamento.	O início das obras de construção para o estabelecimento das instalações e da infraestrutura.	O funcionamento do objetivo da obra (prédios, pontes, estradas, etc.)
Atividades ou serviços	O início do planejamento.	O início das obras de construção necessárias para o estabelecimento da atividade ou serviço.	O início da operação de atividade ou serviço.

Fonte: adaptado de Brasil (2015, p. 15).

A **licença prévia** é a primeira etapa requerida na fase preliminar da atividade. Nesta etapa são avaliadas a localização e viabilidade ambiental da requerente e, também, se estabelece os requisitos básicos e condições obrigatórias que precisam ser atendidos nas próximas etapas da implementação. É importantíssimo levantar e avaliar os impactos ambientais e sociais prováveis do empreendimento neste momento, além de incluir a comunidade na tomada de decisão final. Vale ressaltar que qualquer planejamento realizado antes da licença prévia é suscetível à alteração.

Podemos considerar que a licença prévia desempenha um papel de maior importância dentro do licenciamento ambiental em relação às demais licenças, pois é nesta fase que se levantam as consequências da implantação e da operação do empreendimento, além de sua localização. Para muitos autores, realizar essa fase de forma equivocada pode ser uma grande tragédia a médio e longo prazo, resultando em diversos problemas ambientais, sociais etc.

Após essa fase inicial, busca-se a **licença de instalação**, que autoriza a implantação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações que foram definidas na licença prévia aprovada, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes. Com essa segunda licença concedida, a próxima a ser solicitada é a **licença de operação**, que, após verificar a conformidade do que foi solicitado nas licenças prévias e de instalação, autorizará o início da atividade licenciada e o funcionamento de seus equipamentos de controle de poluição.

Resumidamente, essas licenças não são difíceis de assimilar, pois o próprio nome direciona quanto à finalidade de cada uma. Além das licenças citadas, uma **licença ambiental simplificada ou única** pode ser concedida pelo órgão ambiental competente para aqueles empreendimentos ou atividades consideradas com menor potencial poluidor. Agora você sabe informar que tipos de estudos são necessários para que os impactos ambientais sejam identificados e para dar início ao processo de licenciamento ambiental.

Nesse contexto, ingressamos no âmbito dos estudos ambientais que, são definidos de acordo com a Resolução Conama n. 237/1997 como quaisquer estudos relativos aos aspectos ambientais relacionados à localização, instalação, operação e ampliação de uma atividade ou empreendimento, servindo de subsídio para a análise da licença requerida, tais como: relatório ambiental, plano e projeto de controle ambiental, relatório ambiental preliminar, diagnóstico ambiental, plano de manejo, plano de recuperação de área degradada e análise preliminar de risco.

No Brasil, com base na legislação vigente, a obrigação da elaboração do EIA/RIMA é imposta apenas para algumas atividades com potencial altamente poluidor, pelos órgãos licenciadores competentes, no processo de licenciamento ambiental.

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) é um conjunto de técnicas que tem por objetivo descrever, analisar e quantificar tecnicamente todos os impactos ambientais e suas respectivas ações mitigadoras. É interessante que você saiba que este documento possui informações mais completas em relação ao empreendimento ou atividade que será desenvolvida e, portanto, é sigiloso. Já o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) é de acesso público e, dessa forma, o texto deve ser mais acessível, passível de utilização de recursos que facilitem seu entendimento (mapas, quadros, gráficos etc.).

De acordo com a Resolução Conama nº 1/1986, é necessário que o EIA/RIMA contenha um escopo mínimo que compreenda os seguintes itens:



I – Diagnóstico ambiental da área de influência do projeto com completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto, considerando:

a) o meio físico – o subsolo, as águas, o ar e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d'água, o regime hidrológico, as correntes marinhas, as correntes atmosféricas.

b) o meio biológico e os ecossistemas naturais – a fauna e a flora, destacando as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente.

c) o meio socioeconômico – o uso e ocupação do solo, os usos da água e a socioeconomia, destacando os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura desses recursos.

II – Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazo, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais.

III – Definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos, entre elas os equipamentos de controle e sistemas de tratamento de despejos, avaliando a eficiência de cada uma delas.

IV – Elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento (os impactos positivos e negativos, indicando os fatores e parâmetros a serem considerados).
(BRASIL, 1986, *on-line*)

Nesse contexto das exigências legais para compor o EIA/RIMA, dois pontos são fundamentais e serão destacados agora. Em primeiro lugar, o adequado diagnóstico da área influenciada pelo empreendimento ou atividade é fundamental, pois ele irá fornecer conhecimento suficiente para embasar a identificação e a avaliação dos impactos nos meios físico, biológico e socioeconômico. Em

segundo, é necessário ter amplo conhecimento a respeito da mitigação de impactos ambientais, ou seja, o ato de agir ou intervir de alguma forma para remediar ou reduzir algum impacto ambiental detectado. Em suma, os planos de mitigação visam reverter danos parciais e minimizar situações de risco e de impactos ambientais por meio da intervenção em áreas vulneráveis e da implementação de programas operacionais que permitam, a curto prazo, mitigar situações críticas com base na definição de prioridades.



Exemplificando

O lixo tóxico é um problema para muitas empresas e está mais próximo do que imaginamos. Um exemplo é o descarte de pilhas e baterias de forma inadequada, pois são produtos tóxicos e podem prejudicar o meio ambiente. Ao verificar um solo contaminado por esse tipo de resíduo, algumas medidas imediatas de mitigação podem ser tomadas, tais como: (1) destinação correta dos resíduos especiais por empresa especializada; (2) atividades educativas com funcionários para conscientizar sobre o descarte de resíduos sólidos; e (3) acompanhamento de análises do solo afetado, com base na legislação vigente para verificar se os limites estão aceitáveis.

Nosso último tópico corresponde à competência de licenciar, que ainda gera grandes conflitos em diversos níveis do poder público. A concorrência entre os entes da Federação na defesa do meio ambiente acaba permitindo que um ente invoque a sua competência para licenciar no lugar de outro. Dentre as consequências de tais indefinições, temos um desgaste nos processos em curso, além de grandes atrasos, que muitas vezes provocam a intervenção do Poder Judiciário no processo.

Recentemente, a Lei Complementar n. 140/2011, que veio regulamentar o parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal é um importante marco para a atuação dos entes federativos no exercício da competência material comum, visando implantar uma tutela ambiental de forma coesa e colaborativa. Entretanto, não podemos falar que ocorreram grandes avanços de competência em relação aos estados, ao Distrito Federal e aos municípios, pois os mesmos não foram tratados de forma adequada na referida legislação. Ademais, outro retrocesso foi verificado ao se retirar do Conama a atribuição de ditar as competências da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios para o licenciamento ambiental, salvo em caráter transitório.



Pesquise mais

Para complementar seus estudos, sugerimos a leitura dos capítulos 3 e 4 do livro a seguir:

NASCIMENTO, S. H. N. **Competência para o licenciamento ambiental na Lei Complementar nº 140/2011**. São Paulo: Atlas, 2015. Disponível em sua Biblioteca Virtual: <<https://goo.gl/2XMC6Q>>.

A partir dos tópicos estudados, podemos perceber que a legislação ambiental no Brasil pode ser considerada uma das mais avançadas do mundo. O tratamento constitucional dado ao meio ambiente é fundamental e foi de grande importância a percepção de que o mesmo é um bem coletivo e essencial à sadia qualidade de vida, caracterizando-se como um direito fundamental de caráter intergeracional.

Dentre as legislações envolvidas, a Política Nacional de Meio Ambiente será de fundamental relevância para atingir condições mais sustentáveis no futuro. Paralelamente, o licenciamento ambiental é um instrumento de controle de caráter preventivo que precisa ser valorizado.

Sem medo de errar

Neste momento, vamos solucionar a última etapa do seu trabalho e organizar os tópicos para a entrega do produto final, que é um plano para mitigação de danos ambientais.

Para realizar a última etapa desse plano, apresentada no *Diálogo Aberto*, você deve responder:

Qual o instrumento de caráter preventivo que pode auxiliar no direcionamento de ações mitigatórias para o dano observado? Quais as etapas administrativas que compõem este instrumento? A partir do conhecimento adquirido e de leituras complementares, quais ações mitigatórias você poderia propor para o dano ambiental verificado?

Como apresentado anteriormente, a construção civil pode causar danos ambientais em diversas etapas de sua obra e, neste contexto, acompanhar os fatos é muito importante. Agora que você e sua equipe identificaram um dano ambiental, que no momento ainda não causou grandes proporções, é necessário elaborar uma estratégia

para mitigar as consequências e evitar nova ocorrência.

O instrumento que pode auxiliar no direcionamento de ações mitigatórias para o dano ambiental observado é o licenciamento ambiental. Como o próprio texto menciona, é um procedimento preventivo que o Poder Público utiliza para verificar a viabilidade ambiental do empreendimento ou atividade. O objetivo central do licenciamento ambiental é verificar se a atividade poluidora (ou potencialmente poluidora), que se pretende implementar ou que já esteja implementada, está realmente em consonância com a legislação ambiental e com as exigências técnicas necessárias para evitar danos ambientais.

Esse procedimento é composto por: licença prévia, que é solicitada na fase do planejamento do empreendimento ou atividade; licença de instalação, que autoriza a implementação no local determinado da infraestrutura necessária para o empreendimento ou atividade; e licença de operação, que autoriza o funcionamento da mesma. É importante que você lembre que o licenciamento ambiental é solicitado para empreendimentos ou atividades potencialmente poluidoras ou que podem causar degradação ambiental.

O dano ambiental averiguado na fase de instalação pode ser reparado com medidas relativamente simples, como o controle rigoroso do descarte de resíduos sólidos no canteiro de obras; educação continuada com os funcionários para evitar tais episódios; e acionamento da empresa produtora dos resíduos que, dependendo da legislação, também possuem responsabilidade de destinar corretamente os resíduos.

Muito bem! Agora, para formalizar a entrega do produto final à coordenação da empresa, construa um relatório com base em três tópicos:

1. Introdução sobre a legislação ambiental brasileira e sua importância.
2. Conceituação de dano ambiental, identificando os danos ambientais relacionados à construção civil no Brasil.
3. Apresentação do dano ambiental verificado e possíveis ações de mitigação em curto prazo.

Avançando na prática

Um estudo complexo

Descrição da situação-problema

Visando o processo de licenciamento ambiental para a construção de uma pequena barragem em um município brasileiro, suponha que uma empresa realizou um EIA/RIMA com o foco no meio físico e detalhou de forma precisa apenas os parâmetros ambientais relacionados a essa temática. Após a análise concluída, ela submeteu o estudo ambiental para obter a primeira licença deste procedimento, denominada "licença prévia".

De acordo com os conhecimentos adquiridos no autoestudo desta seção, o EIA/RIMA submetido está adequado?

Resolução da situação-problema

Vimos que, para a completa identificação dos impactos ambientais de um determinado empreendimento e/ou atividade, são necessários os conhecimentos das características e especificidades somando-os aos meios físico, biótico e socioeconômico. Tal amplitude possibilita a identificação prévia de ações com possíveis impactos potenciais para o meio natural, resultantes da implantação de um determinado empreendimento e/ou atividade. Dessa forma, podemos assegurar que o EIA/RIMA realizado pela empresa não atende aos requisitos básicos para este estudo ambiental e com certeza será criticado pelo órgão ambiental competente.

Faça valer a pena

1. O processo de licenciamento ambiental de uma pequena fábrica é iniciado junto ao órgão ambiental competente, entretanto, dúvidas em relação ao mesmo são levantadas pelos responsáveis da fábrica. Neste sentido, leia as seguintes afirmativas:

- I. Para o licenciamento ambiental, será exigido Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto ao Meio Ambiente – EIA/RIMA –, caso o empreendimento seja considerado poluidor ou potencialmente poluidor.
- II. Para o licenciamento ambiental, será exigido Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto ao Meio Ambiente – EIA/RIMA

– somente após a licença de instalação.

III. Para o licenciamento ambiental, será exigido Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto ao Meio Ambiente – EIA/RIMA – somente se o empreendimento causar comprovadamente a degradação ambiental.

Estão corretas as afirmações:

- a) I, apenas.
- b) II, apenas.
- c) III, apenas.
- d) I e II, apenas.
- e) II e III, apenas.

2. Observe o trecho a seguir:

A _____ é expedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento, destinada, entre outras finalidades, a atestar a sua viabilidade ambiental e a estabelecer as condições para a sua instalação.

Assinale a alternativa com a palavra que completa corretamente a lacuna do texto:

- | | |
|--------------------------|---------------------------|
| a) Licença simplificada. | c) Licença de instalação. |
| b) Licença única. | d) Licença prévia. |
| | e) Licença de operação. |

3. Quanto à licença ambiental e ao licenciamento ambiental, leia as seguintes afirmações:

I. O objetivo do licenciamento ambiental é obter a licença ambiental.

II. O licenciamento ambiental e a licença ambiental apresentam conceitos diferentes, sendo a última apenas um ato administrativo.

III. O objetivo principal do licenciamento ambiental é verificar se a atividade poluidora (ou potencialmente poluidora) que se pretende implementar, ou que já esteja implementada, está realmente em consonância com a legislação ambiental e com as exigências técnicas necessárias para evitar danos ambientais.

Estão corretas as afirmações:

- | | |
|-----------------|---------------------|
| a) I, apenas. | d) I e II, apenas. |
| b) II, apenas. | e) II e III, apenas |
| c) III, apenas. | |

Referências

ALBERGARIA, B. **Direito Ambiental e a Responsabilidade Civil das Empresas**. 2. ed. Belo Horizonte: Fórum, 2010.

BENJAMIN, A. H. V. Introdução ao Direito Ambiental Brasileiro. In: BENJAMIN, A. H. (Org.). **A Proteção Jurídica das Florestas**. São Paulo: IMESP, 1999.

BECHARA, E. (Org.). **Aspectos relevantes da política nacional de resíduos sólidos Lei nº 12.305/2010**. São Paulo: Atlas, 2013. Disponível em: <<https://goo.gl/qU6B3G>>. Acesso em: 12 maio 2017.

BRASIL. **Constituição da Republica Federativa do Brasil**. 15. ed. São Paulo: Saraiva, 2014. 500 p.

_____. **Lei Complementar nº 140, de 08 de dezembro de 2011**. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LCP/Lcp140.htm>. Acesso em: 27 jul. 2017.

_____. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 27 jul. 2017.

Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008. Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração dessas infrações, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6514.htm>. Acesso em: 27 jul. 2017.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Cartilha de licenciamento ambiental**. Brasília: TCU, Secretaria de Fiscalização de Obras e Patrimônio da União, 2004. 57p. Disponível em: <http://www.ambiente.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/cart_tcu.PDF>. Acesso em: 6 jun. 2017.

BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9605.htm>. Acesso em: 27 jul. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1997_237.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2017.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm>. Acesso em: 17 Jul. de 2017.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em: 27 jul. 2017.

BRASIL. **Lei nº 7.347, de 24 de julho de 1985.** Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L7347orig.htm>. Acesso em: 27 jul. 2017.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Institui a Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/Leis/L6938.htm>. Acesso em: 27 jul. 2017.

BRASIL. **Constituicao (1824).** Constituicao Politica do Imperio do Brazil. Rio de Janeiro, 1824. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao24.htm>. Acesso em: 17 jul. 2017.

BÜHRING, M. A. ; MEDEIROS, F. L. F. de (Orgs.). **Reflexões sobre direito ambiental e sustentabilidade.** Porto Alegre: Editora Fi, 2017. Disponível em: <https://www.academia.edu/32128407/Reflex%C3%B5es_sobre_direito_ambiental_e_sustentabilidade>.

EL PAÍS. Um ano do desastre de Mariana: o que foi e o que não foi feito para reparar os danos. **El País**, [on-line], nov. 2016. Disponível em: <http://brasil.elpais.com/brasil/2016/11/04/politica/1478293515_402075.html>. Acesso em: 22 maio 2017.

FERRAZ, S. Direito Ecológico - Perspectivas e Sugestões. **Revista da Consultoria-Geral do Rio Grande do Sul**, v. 2, n. 4, Porto Alegre, 1972.

FIORILLO, C. P.; MORITA, D. M.; FERREIRA, P. **Licenciamento ambiental.** 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2015.

G1. PM de Meio Ambiente faz autuações por danos ambientais em MG. **G1**, [on-line], ago. 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/mg/zona-da-mata/noticia/2016/08/pm-de-meio-ambiente-faz-autuacoes-por-danos-ambientais-em-mg.html>>. Acesso em: 22 maio 2017.

MEIRELLES, H. L. **Direito administrativo brasileiro.** 33. ed. São Paulo: Malheiros, 2011.

MELLO, C. A. B. **Curso de direito administrativo.** 21. ed. São Paulo: Malheiros, 2006.

MILARÉ, E. **Direito do Ambiente.** São Paulo: Revista dos Tribunais, 2001.

_____. **Direito do Ambiente:** doutrina, jurisprudência, glossário. 5 ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2007.

NASCIMENTO, S. H. N. **Competência para o licenciamento ambiental na Lei**

Complementar nº 140/2011. São Paulo: Atlas, 2015.

OLIVEIRA, A. I. de A. **Introdução à legislação ambiental brasileira e licenciamento ambiental**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2005.

RHODEN, A. C. et al. A importância da água e da gestão dos recursos hídricos. **Revista de Ciências Agroveterinárias e Alimentos**, n. 1, 2016. Disponível em: <<http://revista.faiacademies.edu.br:8080/index.php/cava/article/view/196/91>>. Acesso em: 12 maio 2017.

ROTH, C. D. G.; GARCIAS, C. M. Construção civil e a degradação ambiental. **Desenvolvimento em Questão**, v. 7, n. 13, p. 111-128, 2009. Disponível em: <<https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/169/125>>. Acesso em: 22 maio 2017.

SANTOS, F. P. A poluição e os danos ambientais. **Âmbito Jurídico**. Rio Grande, jun. 2017. Disponível em: <http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=4324>. Acesso em: 22 maio 2017.

SANTOS, L. T. Thyssen Fundições é condenada por dano ambiental. **Consultor Jurídico**, dez. 2010. Disponível em: <<http://www.conjur.com.br/2010-dez-05/empresacondenadapagar-37-milhoes-dano-ambiental>>. Acesso em: 22 maio 2017.

SILVA, D. P. da; SCHUTZ, H. M. de A. O dano ambiental e sua responsabilização civil. **Âmbito Jurídico**, XV, n. 103, Rio Grande, ago. 2012. Disponível em: <<https://goo.gl/WDYng4>>. Acesso em: 22 maio 2017.

SOARES, M.; BAPTISTA, M. M. A. Responsabilidade Administrativa. In: PHILIPPI JÚNIOR, A.; FREITAS, V. P. de; SPÍNOLA, A. L. S. (Orgs.). **Direito ambiental e sustentabilidade**. Barueri: Manole, 2016.

Fundamentação e controle ambiental

Convite ao estudo

Olá, aluno! Pronto para dar continuidade aos nossos estudos referentes às ciências do ambiente e, também, à gestão ambiental? Após conhecer nossos principais recursos naturais, sua importância e conservação, você pôde, na Unidade 2, conhecer e entender um pouco sobre a legislação ambiental brasileira e como nosso ordenamento jurídico nos ajuda na mitigação, recuperação e controle dos impactos ao ambiente.

Agora, na Unidade 3, começaremos a aplicar esses conhecimentos, previamente adquiridos, na fundamentação e aplicação do controle ambiental, que é uma das bases da gestão ambiental. Para isso, conheceremos os métodos de controle ambiental do ar, da água e dos resíduos, traçando estratégias para o gerenciamento dos mesmos nas operações produtivas, de modo a deixar uma contribuição em nossa prática profissional para a conservação do meio ambiente.

Para auxiliar nossos estudos, nesta unidade, você será colocado em um novo cenário, que lhe possibilitará análise e aplicação dos conteúdos aprendidos. Imagine-se recém-contratado para integrar o time de gestores de uma indústria química. Neste momento em que você inicia suas atividades, a empresa está passando por uma fase de renovação de sua Licença de Operação, que já está quase vencendo seus 5 anos de validade. Para isso, a empresa precisa se estruturar, pois o adequado funcionamento das medidas de controle ambiental, equipamentos de controle de poluição e demais condicionantes determinados para a operação serão analisados pelo órgão ambiental competente.

Os gestores de todas as áreas da empresa se reúnem para uma análise inicial de como anda o controle ambiental de suas atividades, além de definir as metas e os planos de ação, delegando responsáveis para cada um deles. Nessa reunião, alguns pontos foram levantados e você, recém-chegado ao time, anota algumas dúvidas para sanar com seus colegas no decorrer das atividades. Como as medidas de controle ambiental podem auxiliar na gestão dos recursos naturais e impactos ambientais causados pelas atividades produtivas? Existem parâmetros para esse controle? E quais as estratégias utilizadas pelas indústrias?

A reunião é encerrada e, dentre as tarefas de cada um, você ficará responsável pela elaboração de um projeto de reciclagem e monitoramento dos resíduos da empresa. E agora? Já sabe por onde começar?

Para lhe ajudar, nesta unidade, você conhecerá diferentes aspectos dentro do controle ambiental do ar, da água e dos resíduos, desde as fontes dos poluentes até as medidas de prevenção e controle da poluição. Vamos em frente?

Seção 3.1

Controle ambiental do ar

Diálogo aberto

Você vem estudando desde o início da primeira unidade que as nossas ações e o nosso estilo de vida colaboraram significativamente com impactos negativos ao meio ambiente. Dentre esses impactos, podemos citar o aumento de emissões nocivas na atmosfera. A poluição do ar, que pode ser, tanto por alteração de condições consideradas normais, quanto também pelo aumento dos problemas ambientais já existentes, é um dos preocupantes problemas da atualidade, uma vez que pode influenciar na nossa qualidade de vida, na dinâmica dos ecossistemas e inclusive do clima, conforme estudamos na Seção 1.1.

Para mitigar esses impactos e garantir uma boa qualidade do ar, é preciso um bom controle ambiental, com minimização de emissões atmosféricas, que implica diretamente em mudanças no estilo de vida da sociedade e dos setores produtivos em sua relação com a natureza.

Para melhor entender como essas ações e medidas podem ser aplicadas em sua prática profissional, vamos utilizar alguns conceitos desta seção no contexto em que você foi colocado no início dessa unidade.

Como recém-contratado para integrar o time de gestores da indústria química citada anteriormente, você está cheio de dúvidas sobre o escopo do trabalho de preparação da empresa para a renovar sua Licença de Operação. Você já sabe que o adequado funcionamento das medidas de controle ambiental, equipamentos de controle de poluição serão analisados, certo?

Seu primeiro desafio foi entender como a empresa realiza o controle de suas emissões atmosféricas e ficou surpreso com a quantidade de resíduos que são gerados na limpeza dos filtros de manga das chaminés. O engenheiro ambiental responsável lhe explica que as emissões da empresa estão de acordo com os padrões de qualidade do ar em vigência no país por meio da Resolução Conama nº 3/1990, mas que eles ainda não pensaram em uma solução para o

descarte dos resíduos dos filtros (BRASIL, 1990).

Nessa conversa, você, que ainda não está muito familiarizado com as ações da empresa, fica em dúvida se esse seria o melhor método para o controle das emissões da empresa e se questiona: quais seriam os efeitos da poluição caso a empresa não estivesse de acordo com a legislação? O que é um filtro de manga e como ele pode controlar a poluição da indústria química? Este filtro é adequado para todas as emissões dessa empresa? Como descartar corretamente os resíduos desse filtro?

Nesta seção, lhe auxiliaremos na busca das respostas para suas dúvidas e você, além de conhecer um pouco mais sobre o controle ambiental do ar, também dará o primeiro passo para o desenvolvimento do seu projeto de reciclagem e monitoramento dos resíduos da empresa. Pronto para começar?

Não pode faltar

Iniciamos a Unidade 1 falando sobre a atmosfera e os impactos que as atividades humanas podem causar a ela, prejudicando a qualidade e o equilíbrio da vida na terra, lembra-se?

Conhecemos alguns aspectos da poluição do ar e podemos entender que esse não é um problema recente, apenas da sociedade moderna, mas vem tomando proporções em vistas do desenvolvimento dos centros urbanos, com o aumento da industrialização e da frota de veículos.

Hoje em dia, se formos analisar, algumas simples atividades podem gerar poluição ao ar, como fazer um churrasco com os amigos, dirigir um automóvel ou pintar uma casa. Tempos atrás, até mesmo o fato de possuir uma geladeira em casa poderia impactar a atmosfera. A poluição dessas atividades pode parecer insignificante se compararmos às proporções de emissões atmosféricas de uma indústria, entretanto, o que tentamos mostrar a você é que, quando multiplicamos pequenas emissões ao número de pessoas que vivem em uma metrópole, elas podem acabar adquirindo a mesma importância das fontes de maiores proporções.



Apesar de nossa disciplina estar voltada aos impactos ambientais das atividades produtivas e a nossa responsabilidade com o meio ambiente na atividade profissional, como generalistas e humanistas, precisamos entender que as questões ambientais estão a todo o redor e que nossa responsabilidade enquanto cidadãos deve ser tão valorizada quanto nossa responsabilidade enquanto profissionais.

Nesta seção, conheceremos fundamentos importantes sobre as fontes de poluição, os principais poluentes atmosféricos e como eles se dispersam no ar. Além disso, estudaremos alguns aspectos sobre a prevenção e o controle da poluição, que são fundamentais para que o ar que respiramos seja de boa qualidade e que a temperatura na Terra permaneça em equilíbrio. Somados, todos esses conhecimentos, quando difundidos, possibilitam que as soluções propostas para o problema da poluição do ar sejam cada vez mais dinâmicas e abrangentes.

O primeiro passo é entender que poluição do ar envolve: a emissão dos gases e partículas poluentes para a atmosfera, que podem ser de diversas fontes (naturais ou antrópicas; fixas ou móveis; etc.); seu transporte, que está relacionado à diluição e modificação química ou física dos poluentes na atmosfera; e sua imissão, que está relacionada à deposição química ou seca dos poluentes (LISBOA, 2007a).

Mas o que exatamente podemos considerar poluentes atmosféricos?

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (on-line), consideram-se poluentes atmosféricos:

- **Aldeídos (RCHO):** são compostos químicos resultantes da oxidação parcial dos álcoois ou de reações fotoquímicas na atmosfera, envolvendo hidrocarbonetos.
- **Dióxido de Enxofre (SO₂):** é um gás tóxico e incolor que pode reagir com outros compostos na atmosfera, formando material particulado.
- **Dióxido de Nitrogênio (NO₂):** é um gás importante para a formação do ozônio na troposfera. Além de efeitos sobre a saúde humana, atua nas mudanças climáticas globais.

- **Hidrocarbonetos (HC):** são compostos formados de carbono e hidrogênio. Podem ser gases, partículas finas ou gotas.
- **Material Particulado (MP):** partículas sólidas cujos componentes apresentam características físicas e químicas diversas.
- **Monóxido de Carbono (CO):** é um gás inodoro e incolor, formado no processo de queima de combustíveis.
- **Ozônio (O₃):** é um gás que não é emitido diretamente, mas é formado a partir de outros poluentes atmosféricos, como o Dióxido de Nitrogênio (NO₂) citado anteriormente.

E de onde vêm as emissões dos poluentes atmosféricos? Já parou para pensar em quais seriam as fontes da poluição atmosférica?

Quando falamos em fontes de poluição atmosférica, dividimos as emissões por sua origem, como naturais ou antrópicas. Podemos citar como exemplos de fontes naturais de poluição, as tempestades de poeira, os incêndios florestais, as atividades vulcânicas e, também, as atividades de animais e vegetais que emitem gases e pólen, respectivamente. Sobre essas fontes é importante citar que, de maneira geral, são liberadas à atmosfera em menor quantidade que as fontes antropogênicas e, na maioria das vezes, são assimiladas pela natureza pela capacidade de equilíbrio dos ecossistemas após ter sofrido um distúrbio.

Em contrapartida, as fontes de poluição antrópicas podem ser fixas, como indústrias e centrais termoelétricas, ou móveis, como veículos automotores, navios e trens. Além destas, a aplicação de inseticidas (principalmente a aplicação aérea), a poeira proveniente de ruas não pavimentadas e até mesmo a poeira oriunda da construção civil, principalmente de demolição, podem ser consideradas fontes de poluição antrópicas.

Juntamente com as emissões veiculares, que contribuiu para o nosso estudo da primeira seção dessa disciplina, as emissões industriais também são de grande importância, motivo pelo qual envolvem os estudos da Unidade 3.

Para conhecer o impacto das emissões atmosféricas industriais é preciso conhecer o processo industrial de cada uma, uma vez que a quantidade e os tipos de poluentes emitidos dependem de fatores específicos de cada fabricação, como, a matéria-prima e o combustível utilizados no processo, suas operações, a eficiência dos

processos e o grau das medidas tomadas no sentido de controle da poluição gerada.



Atenção

Ao se estudar a poluição do ar de uma determinada região, é importante que todas as fontes emissoras, naturais ou antropogênicas, sejam consideradas. O estudo das fontes antropogênicas, principalmente, deve ser de alta complexidade, uma vez que existem diferentes processos produtivos e, conseqüentemente, diferentes tipos de poluentes emitidos.



Pesquise mais

Quer conhecer um exemplo de levantamento de fontes de emissões atmosféricas em uma cidade?

Edson Pinheiro Gomes utilizou um estudo deste tipo na cidade de Manaus para obtenção de seu título de Mestre. Entre as páginas 61 e 78 você encontra as fontes analisadas por ele.

GOMES, E. P. **Levantamento das principais fontes de emissões atmosféricas na cidade de Manaus.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2009. 105p. Disponível em: <<http://www.ppgcasa.ufam.edu.br/pdf/dissertacoes/2009/Edson%20Pinheiro.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

Além de conhecer as fontes emissoras, para uma melhor análise do impacto da poluição atmosférica, é preciso também entender como a dispersão dos poluentes ocorre na atmosfera.

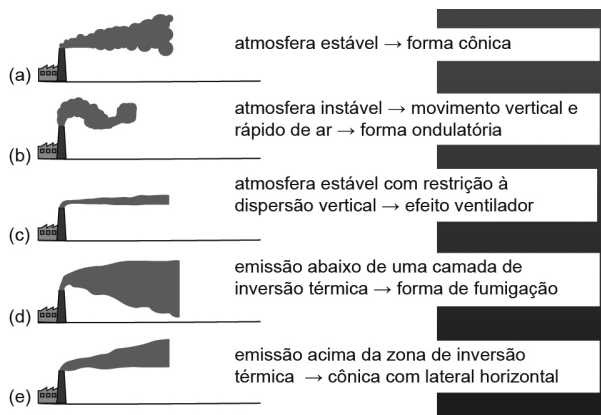
A dinâmica da atmosfera, por si só, já é um processo complexo, uma vez que está relacionada a diversos fatores meteorológicos (como movimentos atmosféricos, massas de ar e estabilidade atmosférica. Nesse sentido, estudar a dispersão de poluentes na atmosfera também é um processo complexo. Quando são lançados para a atmosfera, os poluentes, nesse momento chamados de pluma, passam a comportar-se de acordo com os fatores meteorológicos do local onde foram emitidos e esses fatores podem influir na sua dispersão.

De maneira geral, ao sair de uma chaminé, a pluma deve se comportar de duas maneiras, sendo inicialmente a sua ascensão e, posteriormente, sua difusão e transporte. A ascensão de uma pluma dependerá de fatores como as características dos poluentes que estão sendo emitidos, as dimensões da chaminé, bem como as

condições meteorológicas no instante da emissão. Após a emissão, a pluma deve adquirir um movimento transversal juntamente com sua difusão/transporte (LORA, 2000).

Segundo Lisboa (2007b), em uma pluma ideal, as partículas de maior peso devem cair sobre o solo, as partículas finais devem continuar a ascender até perderem energia e cair sobre o solo e as partículas que se comportam como gás devem se adaptar ao processo de dispersão. Ainda segundo o autor, as plumas são classificadas de acordo com seu comportamento, sendo: cônica; serpenteante; tubular; fumegante ou antifumegante. Você pode conhecer cada tipo de pluma e o seu comportamento de acordo com a dinâmica da atmosfera na Figura 3.1.

Figura 3.1 | Tipos de pluma: cônica (a); serpenteante (b); tubular (c); fumegante (d); antifumegante (e)



Fonte: <<http://s3.amazonaws.com/magoo/ABAAAghuWAG-5.jpg>>. Acesso em: 15 ago. 2017



Refleta

Conhecendo os diferentes poluentes, as fontes de poluição e os tipos de plumas originários das chaminés industriais, seria possível identificar qual o tipo de pluma causaria maiores efeitos negativos sobre a saúde humana e a qualidade do ar que respiramos?

De acordo com Mota (2000), nem sempre identificar a relação entre determinado poluente e os efeitos que ele provoca no ambiente é uma tarefa simples. Para esse tipo de análise, é preciso levar em consideração a distância que o poluente alcança, sua concentração e o tempo que ficamos expostos a ele. Considerando esses fatores,

podemos dizer que a poluição atmosférica pode resultar em impactos de alcances locais, regionais e também globais (DRUMM et al., 2014). Vamos conhecer um pouco mais sobre eles?

Tratamos como poluição atmosférica local aquela em que, são verificados efeitos negativos nas áreas próximas às fontes de poluição. Um destes principais efeitos é o dano que pode causar à saúde humana, caso o poluente não seja disperso pela ação da meteorologia, da topografia, etc. (DRUMM et al., 2014). Dentre os efeitos na saúde, podemos citar a diminuição da oxigenação no sangue, náuseas, problemas respiratórios, como asma, bronquite e câncer nos pulmões, irritação nos olhos e problemas cardiovasculares.

Além de danos à saúde, outro efeito negativo dos impactos locais, principalmente nas grandes cidades, é a diminuição da visibilidade, geralmente causada pelo efeito Smog, que estudamos na Unidade 1. A baixa visibilidade pode ser causada pelos materiais particulados, neblinas ou vapores que absorvem e dispersam luz, sendo extremamente prejudicial ao tráfego em geral, principalmente o aéreo (DRUMM et al., 2014).



Exemplificando

Um exemplo brasileiro de impactos locais da poluição atmosférica é a cidade de Cubatão, no litoral paulista, que foi o primeiro polo industrial no Brasil. Na década de 1980, Cubatão presenciou os efeitos da poluição gerada pelas chaminés. Ela chegou a ser apontada pela Organização das Nações Unidas (ONU) como a cidade "mais poluída do mundo", ficando conhecida globalmente como "Vale da Morte". Entretanto, cerca de 10 anos depois, foi reconhecida na Conferência sobre o Meio Ambiente da ONU (Eco-92), como símbolo de recuperação ambiental. As emissões de poluentes na cidade de Cubatão reduziram 90% bem como os números de pessoas com doenças respiratórias (BBC, 2017).

Já quando falamos de poluição atmosférica de impacto regionais, podemos dizer que são aqueles efeitos observados em maiores distâncias, de onde as fontes estão localizadas. De acordo com Mota (2000), um dos principais impactos regionais é a chuva ácida, uma vez que devido às condições meteorológicas, as nuvens ácidas (formadas pelos gases NO_x e SO_2) podem deslocar-se por muitos quilômetros de seu ponto de origem. Como efeitos da chuva ácida, podemos citar a

acidificação de lagos e rios, dos solos e, principalmente, da vegetação. Além disso, a chuva ácida pode deteriorar materiais empregados na construção civil e nos monumentos históricos, além de ser prejudicial à agricultura (DRUMM et al., 2014).

Por fim, a poluição atmosférica de impacto global é aquela que pode afetar o planeta como um todo, como o agravamento do efeito estufa e o aumento da temperatura atmosférica com as decorrentes mudanças climáticas, também estudados na Unidade 1. Em relação aos impactos globais, mais do que os citados anteriores, há uma grande necessidade de atuação de políticas públicas e união de todas as nações no sentido de diminuição na redução das emissões de gases poluentes, levando em consideração que, além das alterações climáticas, há prejuízos diretos à saúde humana e ao meio ambiente.



Refleta

É possível lançar de poluentes no ar, sem que isso seja prejudicial à saúde e ao meio ambiente?

Com o intuito de permitir o desenvolvimento econômico e social do país de maneira sustentável, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), por meio da Resolução nº 05, de 15 de junho de 1989, criou o Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar – Pronar. Para isso, a estratégia foi limitar os níveis de emissão de poluentes por fontes de poluição atmosférica, melhorando a qualidade do ar e não comprometendo a sua qualidade nas áreas consideradas não degradadas (BRASIL, 1989).

O Pronar previu ainda medidas de classificação das áreas conforme o nível desejado de qualidade do ar, medidas para monitoramento, licenciamento ambiental, inventário nacional de fontes e poluentes do ar e interface com outras medidas de gestão e capacitação dos órgãos ambientais. No ano seguinte, como primeiro dispositivo legal decorrente do Pronar, o Conama estabeleceu os padrões nacionais de qualidade do ar por meio da Resolução nº 03, de 28 de junho de 1990, que até hoje está em vigor.

Quer conhecer um pouco mais sobre a Resolução Conama nº 03/1990 e sobre os padrões nacionais de qualidade do ar?

Acesse o *link* a seguir:

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Conama n.º 03, de 28 de junho de 1990**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0390.html>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

E como monitorar a qualidade do ar e verificar se a legislação está sendo cumprida?

Várias metodologias e equipamentos foram desenvolvidos para detectar a quantidade de material particulado e de gases tóxicos presentes no ar atmosférico. Elas permitem o controle do processo poluidor; o controle dos padrões de emissão; calcular fatores de emissões; testar a consequência causada pela mudança de um processo; além de avaliar a formação de poluentes dentro do processo (LISBOA; KAWANO, 2007c).

A escolha dos monitores de poluição deve levar em consideração, além dos padrões legais, os recursos necessários para aquisição, operação e manutenção dos equipamentos. Segundo Lisboa e Kawano (2007c), os métodos de monitoramento das emissões podem ser por meio de amostradores passivos, ativos, automáticos, sensores remotos ou biomonitoramento. Vejamos a diferença entre eles:

- **Passivos:** a amostragem ocorre naturalmente por um período de tempo previamente definido. Geralmente o equipamento de amostragem consta de um disco que contém um suporte absorvente que fica exposto ao ambiente.

- **Ativos:** a amostragem de um determinado volume de ar é realizada de maneira ativa por meio de sucção de uma bomba e passa por um amostrador químico ou físico.

- **Automáticos:** a amostragem é realizada por meio de um equipamento que fornece medidas rápidas (entre 30 ou 60 minutos). As medidas desse tipo possuem um alto grau de precisão e vem substituindo os métodos anteriores. Entretanto, tal tecnologia necessita de computadores exclusivamente dedicados para o processamento e análise dos dados.

- **Sensores remotos:** este tipo de monitor fornece informações de concentração de poluentes em pontos distantes do equipamento e tem como objetivo medir a emissão de veículos automotores que trafegam pelas vias. Ao contrário dos demais dispositivos, neste caso, não há necessidade de conectar o aparelho ao local em que se pretende analisar.

- **Biomonitoramento:** esse tipo de monitoramento avalia a ação da poluição sobre os seres vivos por meio da utilização de bioindicadores, que são seres vivos sensíveis à exposição aos poluentes. Bromélias, líquens e pássaros são exemplos de seres vivos empregados para confirmar a ação poluente de gases ou metais pesados.

Acabamos de conhecer os métodos de monitoramento da poluição, mas como as indústrias fazem para controlar os poluentes que emitem?

Cada vez mais, as empresas vêm buscando controlar a emissão de poluentes para a atmosfera, tanto por conta das exigências legislativas e dos próprios consumidores, quanto pelo respeito ao meio ambiente e reaproveitamento da matéria-prima particulada. Nesse sentido, quando essa minimização não é possível ou economicamente vantajosa, as empresas buscam como solução o tratamento desses poluentes. Os equipamentos que buscam a redução de poluentes são divididos em basicamente dois tipos: o controle da emissão de material particulado e o controle de emissão de gases.

Dentre os equipamentos de controle da emissão de material particulado podemos citar os filtros de manga; coletores inerciais ou gravitacionais. coletores úmidos; ciclones; pós-queimadores e precipitadores eletrostáticos.

Dentre esses, os filtros de manga são utilizados em larga escala, sendo a opção preferencial em relação a outros tipos de equipamentos, devido a sua boa relação custo-benefício. A vida útil do equipamento, entretanto, dependerá do tipo de limpeza adotado.

De acordo com matéria publicada pela revista TAE (2013), a maior vantagem dos filtros de manga para redução da emissão de poluentes é realmente seu custo-benefício, além de ser muito versátil, enquadrando-se a todos os tipos de indústrias. Ainda de acordo com a matéria, os filtros de manga ajudam na redução de custos com o pós-tratamento do resíduo, já que ele gera um dejetos seco que muitas vezes pode ser reutilizado pela indústria (TAE, 2013). Quanto

às desvantagens, aponta-se o custo de manutenção e operação do equipamento. Além disso, o equipamento também não tolera condensação de umidade ou ácidos, nem temperaturas gasosas maiores que o limite de temperatura da manga filtrante (TAE, 2013).

Já quando falamos em controle de emissão de gases, os equipamentos geralmente trabalham por absorção por um líquido (chamados lavadores de gás); adsorção para um material sólido; e condensação ou conversão para um composto menos poluente ou não poluente.



Pesquise mais

Para conhecer mais detalhes sobre cada um dos métodos de controle de emissão de poluentes, indicamos um material bem objetivo e ilustrado, disponibilizado pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), para consulta.

UFES. **Módulo III** - Equipamentos de controle de Poluição do Ar. Disponível em: <https://www.inf.ufes.br/~neyval/Ger_Emis_Atm/Gerencia_Atm_Mod_III.pdf>. Acesso em: 16 set. 2017.

Assim, chegamos ao final dessa primeira seção da Unidade 3. A intenção aqui não é que você se torne um especialista em gestão de emissões atmosféricas, por isso muitos detalhes ficarão a seu critério caso queira se aprofundar nesses conhecimentos. Aproveite os *links* indicados no material, bem como as referências bibliográficas para se aprofundar. O ideal, principalmente nos primeiros anos de nossa formação profissional, é que tenhamos uma visão geral de todos os aspectos relacionados ao ambiente, como nossas operações produtivas impactam nossos recursos naturais e o que podemos fazer, em nossas rotinas de trabalho, para mitigar esses impactos. Vamos em frente!

Sem medo de errar

Após conhecer os recursos naturais e os impactos das nossas ações sobre eles na Unidade 1, bem como a legislação ambiental na Unidade 2, nesta seção vamos aplicar um pouco desse conhecimento em nossas ações de controle ambiental visando uma melhor qualidade para o ar que respiramos. Sabemos que o nosso desenvolvimento é importante, mas vimos até aqui que ele pode

ser realizado de maneira consciente e em equilíbrio com os nossos ecossistemas. Isso será conseguido, quando falamos em poluição do ar e emissões atmosféricas, por meio de medidas de controle.

Em nosso contexto de aprendizagem você se encontra recém-contratado de uma indústria química, chegando em uma fase de estruturação, para que empresa solicite a renovação de sua licença de operação.

Seu primeiro desafio foi entender como a empresa realiza o controle de suas emissões atmosféricas, e, como ainda não está muito familiarizado com as ações da empresa, tem alguns questionamentos a fazer: quais seriam os efeitos da poluição caso a empresa não estivesse de acordo com a legislação? O que é um filtro de manga e como ele pode controlar a poluição da indústria química? Este filtro é adequado para todas as emissões dessa empresa? Como descartar corretamente os resíduos desse filtro?

Respondendo ao primeiro de seus questionamentos, caso a empresa não esteja cumprindo a legislação que controla os níveis das emissões atmosféricas, os impactos poderão acontecer em escala local, regional ou até mesmo global. Os efeitos mais facilmente percebidos serão aqueles locais, nas áreas próximas à fonte de poluição. Dentre eles estão, principalmente, os danos à saúde humana, como a diminuição da oxigenação no sangue, náuseas, problemas respiratórios, como asma, bronquite e câncer nos pulmões, irritação nos olhos e problemas cardiovasculares na população. Outro efeito negativo dos impactos locais pode ser a diminuição da visibilidade, causada pelos materiais particulados, neblinas ou vapores que absorvem e dispersam luz, extremamente prejudiciais ao tráfego em geral, principalmente o aéreo.

Já em relação aos filtros de manga, trata-se de um tipo de equipamento utilizado em larga escala em indústrias de pequeno ou grande porte devido à sua boa relação custo-benefício, além de ser muito versátil, se enquadrando a todos os tipos de indústrias. Os filtros de manga retêm todo o material particulado que seria emitido à atmosfera, gerando um dejetado seco. Caso a empresa também emita gases, no caso da indústria química, outros processos de controle de emissões atmosféricas deverão ser adotados, pois esse tipo de equipamento não seria adequado para partículas e gases. Por fim, quanto ao descarte dos resíduos resultantes da limpeza dos filtros, a

indústria poderá verificar a possibilidade de reutilização dos mesmos, proporcionando uma maior segurança ambiental, além da atitude sustentável e economicamente viável.

Para a primeira parte do seu projeto de reciclagem e monitoramento dos resíduos da empresa, você já identificou os resíduos dos filtros e também já sabe que talvez eles possam ser reaproveitados. Vamos continuar esse estudo na próxima seção!

Avançando na prática

Perícia judicial e as emissões atmosféricas

Descrição da situação-problema

Você foi nomeado perito judicial para analisar os métodos de controle de emissões atmosféricas de uma fábrica de cimento que estava sendo processada por causar problemas respiratórios na população do pequeno município onde está localizada.

Ao visitar o local, você identifica que ciclones estão instalados para o controle do material particulado.

O juiz responsável questiona, se este seria um equipamento realmente utilizado para controle de material particulado e se existiriam outros tipos de equipamentos para reter a poeira da fábrica de cimento. O que você responderia?

Resolução da situação-problema

Após vistoria e análise das condições do local, com base em seus conhecimentos, você pode argumentar que o método e o equipamento utilizado (os ciclones) são aderentes ao tipo de material particulado emitido pela fábrica de cimento. Entretanto, para identificar se esse método está sendo suficiente, será necessário consultar a Resolução Conama nº 03/1990, a fim de se verificar os níveis de emissão previstos na legislação, além de mensurar esses níveis, medindo-os.

Caso o equipamento não esteja sendo suficiente para controlar a emissão, outros equipamentos que buscam a redução de

material particulado são os filtros de manga; coletores inerciais ou gravitacionais; coletores úmidos; pós-queimadores; e precipitadores eletrostáticos. Dentre esses, os filtros de manga são utilizados em larga escala, sendo a opção preferencial em relação a outros tipos de equipamentos, devido a sua boa relação custo-benefício.

Faça valer a pena

1. Analise os compostos químicos numerados a seguir e relacione a primeira coluna com a segunda:

Coluna 1:

1. Monóxido de Carbono.
2. Material Particulado.
3. Nitrato de Oxigênio.

Coluna 2:

- () Gás importante para a formação do ozônio. Seu principal efeito é no aquecimento global.
- () Formado por partículas sólidas de diferentes origens. Proporciona problemas respiratórios.
- () Gás inodoro e incolor, formado no processo de queima de combustíveis.

Após análise dos compostos químicos numerados, bem como sua relação com a segunda coluna, assinale a alternativa que contém a sequência correta:

- a) 1, 2, 3.
- b) 1, 3, 2.
- c) 2, 1, 3.
- d) 2, 3, 1.
- e) 3, 2, 1.

2. Várias metodologias e equipamentos foram desenvolvidos para detectar a quantidade de material particulado e de gases tóxicos presentes no ar atmosférico. Elas permitem o controle do processo poluidor; o controle dos padrões de emissão; calcular fatores de emissões; testar a consequência causada pela mudança de um processo; além de avaliar a formação de poluentes dentro do processo (LISBOA; KAWANO, 2007c). Assinale a alternativa que representa um método de monitoramento das emissões atmosféricas:

- a) Adsorção para um material sólido.
- b) Condensação.
- c) Conversão.

- d) Sensores remotos.
- e) Absorção por um líquido.

3. Analise as asserções a seguir, bem como a relação proposta entre elas:
I. A maior vantagem dos filtros de manga para redução da emissão de poluentes é seu custo-benefício.

PORQUE

II. Além de se enquadrar a todos os tipos de indústrias, os filtros de manga ainda ajudam na redução de custos com o pós-tratamento do resíduo, já que ele gera um dejetos seco.

Com base em seu conhecimento sobre controle da poluição, assinale a alternativa que apresenta a correta relação entre as asserções:

- a) A asserção I é verdadeira e a II é falsa.
- b) Ambas asserções são verdadeiras, mas a II não é uma justificativa da I.
- c) A asserção I é falsa e a II é verdadeira.
- d) Ambas asserções são falsas.
- e) As asserções I e II são verdadeiras, e a II é uma justificativa da I.

Seção 3.2

Controle ambiental dos resíduos

Diálogo aberto

Em tempos em que muito se fala sobre questões ambientais e sustentabilidade, com certeza você já ouviu falar sobre reciclagem e coleta seletiva. Também deve observar com frequência lixeiras coloridas para separação de lixo em alguns dos lugares que frequenta. Mas nesses locais, com lixeiras de coleta seletiva, você já verificou se as pessoas realmente separam seus resíduos nas lixeiras corretas? E já pensou qual é o destino desse lixo separado após sua coleta? Será que todo ele é destinado aos locais corretos?

Esse é justamente o tema da nossa seção: o controle de nossos resíduos. Conheceremos desde seu conceito e classificação até o destino dos mesmos e, também, como a educação ambiental pode se tornar um instrumento para uma correta gestão dos resíduos.

Para isso, retomaremos brevemente ao contexto profissional em que você se encontra nessa unidade. Lembre-se de que você é recém-contratado de uma indústria química e que neste momento a empresa está passando por uma fase de renovação de sua Licença de Operação, que já está quase vencendo seus 5 anos de validade. Para essa renovação, a empresa precisa se estruturar, pois o adequado funcionamento das medidas de controle ambiental e os equipamentos de controle de poluição serão analisados pelo órgão ambiental competente pelo licenciamento. Os gestores de todas as áreas da empresa se reúnem e definem metas e planos de ação, sendo você o responsável pela elaboração de um projeto de reciclagem e monitoramento dos resíduos da empresa.

Você já deu o primeiro passo para conhecer os processos de controle ambiental da empresa e realizar os levantamentos necessários para o seu projeto, identificando, inclusive, uma geração de resíduos pelos filtros de controle de poluição atmosférica, não é mesmo?

Em uma segunda etapa, você começa a levantar quais outros resíduos a empresa pode gerar e qual o destino tomado por cada um. Após uma visita ao setor de recebimento e destinação de

resíduos, foi verificado que os resíduos sólidos advindos de todos os setores da empresa são amontoados e enterrados, sem separação ou tratamento. Como classificar os resíduos gerados por essa empresa? Por onde você deve começar a mudar essa realidade de má gestão dos resíduos sólidos, adequando-a à legislação? Qual seria a melhor destinação para esses resíduos? E como trabalhar a conscientização dos funcionários acerca da importância desse tema?

Com base no seu conhecimento sobre a gestão de resíduos sólidos e a legislação competente a ela no Brasil, escreva a fundamentação do seu projeto de reciclagem, definindo objetivos e métodos pelos quais pretende trabalhar. Vamos em frente!

Não pode faltar

Vimos na primeira unidade que a inadequada destinação dos resíduos pode nos causar problemas ambientais, como contaminação dos solos e das águas superficiais e subterrâneas. Nesse sentido, vamos dar andamento em nossos estudos, entendendo agora que a adequada destinação dos resíduos sólidos é um dos grandes desafios da humanidade. E, principalmente no caso do Brasil, esse desafio fica ainda maior, uma vez que ainda somos um país em desenvolvimento e muito ainda vem sendo estudado e implantado quando se trata de medidas de controle ambiental.

Mas você sabe qual é o conceito de um resíduo sólido?

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004), por meio da NBR 10004:2004, os resíduos sólidos são aqueles que resultam de atividades industriais, domésticas, comerciais, agrícolas, entre outras, que sejam inviáveis para lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, exigindo soluções técnicas e economicamente viáveis para sua destinação.

Há algumas décadas, a preocupação com os resíduos vem sendo discutida não só no Brasil, mas também em esfera internacional, acompanhando as tendências de expansão da consciência coletiva com relação às questões ambientais. Nesse sentido, nosso desenvolvimento social e econômico acabou exigindo de nós um novo posicionamento – tanto do governo, quanto da sociedade civil e da iniciativa privada.

Após a ABNT criar a NBR 10004:2004, no ano de 2010, a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, tornou-se marco na gestão destes resíduos por envolver a União, os estados, os municípios, o setor produtivo e a sociedade na busca por soluções mais eficientes e economicamente viáveis para as cidades (BRASIL, 2010).

Nesse sentido, desde o ano de 2010, a sociedade como um todo passou então a ser responsável pela gestão ambientalmente adequada dos resíduos sólidos, inclusive em seu papel como consumidora; o setor privado, por sua vez, ficou responsável pelo gerenciamento ambientalmente correto e pela reincorporação dos resíduos sólidos na cadeia produtiva, além das inovações nos produtos que tragam benefícios socioambientais; e os governos federal, estadual e municipal ficaram responsáveis por elaborar e implementar planos de gestão, além de incorporar os demais instrumentos previstos na PNRS.

Vamos conhecer mais sobre quais são esses instrumentos? O Quadro 3.1 apresenta de maneira resumida os instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Quadro 3.1 | Instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos

- Prevenir e reduzir a geração de resíduos por meio do consumo; fazer reciclagem e reutilização, bem como a destinação ambientalmente adequada dos resíduos.
- A responsabilidade pelos resíduos deve ser compartilhada entre fabricantes, comerciantes, distribuidores, cidadãos e governos.
- Criar metas para a eliminação dos lixões além de instituir que as empresas possuam instrumentos de planejamento por meio dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.
- Colocar o Brasil em igualdade aos principais países desenvolvidos no sentido da legislação, incluindo ainda a importância dos catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis.

Fonte: adaptado de Brasil (2010).

Além dos instrumentos acima citados, a Lei nº 12.305/2010 ainda classifica os resíduos sólidos de acordo com sua origem e sua periculosidade.

Quanto a sua origem, os resíduos sólidos podem ser urbanos (domiciliares e de limpeza urbana); de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços; dos serviços públicos de saneamento básico; industriais; de serviços de saúde; da construção civil; agrosilvilpastoris; de serviços de transportes; e de mineração. Já quanto à periculosidade, os resíduos podem ser perigosos, sendo aqueles que apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental; ou não perigosos, que podem ser equiparados aos resíduos domiciliares em razão da sua natureza, composição ou volume (BRASIL, 2010).



Pesquise mais

Quer conhecer mais sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos em seus aspectos mais complexos? Não deixe de consultar a legislação a seguir:

BRASIL **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 15 ago. 2017.



Refleta

Agora pense em sua realidade nos últimos 10 anos. Imagine o volume de todos os tipos de resíduos citados anteriormente, reunidos em um único local. Inviável, não?

Na sua cidade, você sabe para onde vai todo esse resíduo gerado em nossas atividades? Todos os resíduos têm o mesmo destino?

Em uma visão mais abrangente, devemos ser conscientes de que no mundo todo existem diferentes formas de gerenciamento de resíduos sólidos, uma vez que cada país é responsável por definir suas metas e objetivos, de acordo com seus interesses. No Brasil, quando falamos de geração e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, a quantidade de materiais descartados pela população é crescente, conforme aponta o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, realizado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – Abrelpe (2015). De acordo com tal relatório, o total de resíduos sólidos urbanos (RSU) gerado em nosso país aumentou 1,7% de 2014 a 2015 (ABRELPE, 2015).

Ainda segundo a Abrelpe (2015), os avanços em relação às técnicas de disposição ainda não são suficientes para reduzir o volume total de RSU que são encaminhados para locais inadequados. O desafio torna-se mais relevante, pois, mesmo com as determinações da PNRS, bem como outras leis ambientais, muitos municípios ainda utilizam depósitos irregulares para destinação dos resíduos sólidos; considerando, além dos resíduos sólidos urbanos, também os resíduos de construção e demolição, que muitas vezes são abandonados em vias públicas e os resíduos de serviços de saúde, gerados nas unidades públicas de atendimento à saúde (ABRELPE, 2015).

Antes de continuar nossos estudos sobre o gerenciamento de resíduos, precisamos conhecer e diferenciar alguns conceitos, presentes no art. 3º da Lei nº 12.305/2010. São eles: reciclagem e reutilização. Ambos tratam de processos de gestão dos resíduos, entretanto, a reciclagem refere-se à transformação dos mesmos, envolvendo a alteração de suas propriedades visando a transformação em insumos ou novos produtos. A reutilização, por sua vez, refere-se ao processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem que haja transformação biológica, física ou físico-química (BRASIL, 2010).



Exemplificando

Uma garrafa pet, quando é reciclada, passa por transformação físico-química, tornando-se fios de poliéster ou produtos plásticos, como roupas e embalagens (Figura 3.2a). Já quando ela é reutilizada, não há transformação físico-química, sendo sua estrutura aproveitada em artesanatos como luminárias, vasos para plantas, porta lápis e canetas, móveis, entre outros (Figura 3.2b).

Figura 3.2 | Reciclagem e reutilização de garrafas pet



(a)



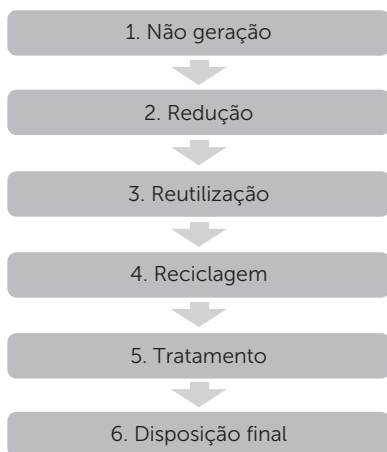
(b)



Fonte: (a) <<http://www.istockphoto.com/br/foto/sign-recycled-on-various-objects-isolated-on-whitebackg-roundgm609795332-104504101>>; (b) <<http://www.istockphoto.com/br/foto/vasos-de-floresreciclagemde-garrafas-pet-na-rua-gm810457536-131117645>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

A definição de como a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos devem ser realizados também está presente na Lei nº 12.305/2010, em seu art. 9º. Nele, em relação à gestão e ao gerenciamento de resíduos sólidos, deve-se seguir uma ordem de prioridade desde a não geração até o tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, conforme demonstra a Figura 3.3.

Figura 3.3 | Ordem de prioridade na gestão e no gerenciamento de resíduos sólidos



Fonte: adaptado de Brasil (2010).

Conhecendo um pouco mais a ordem de prioridade citada, a não geração de resíduos (Figura 3.3 – 1) e a redução (Figura 3.3 – 2) podem ser alcançadas com o aumento da eficiência de produção das empresas, ou por meio de desenvolvimento de programas de educação ambiental em todos os setores da sociedade, conscientizando cada um a evitar a utilização de embalagens nos alimentos e produtos adquiridos, por exemplo.

Atualmente, reutilização (Figura 3.3 – 3) e a reciclagem (Figura 3.3 – 4) vêm tomando cada vez mais espaço nos planos e programas de gestão de resíduos, sendo incentivadas muitas vezes pela iniciativa pública e, também, privada. Para que sejam mais eficientes, foi criado o conceito de logística reversa, tornando-se um instrumento para auxiliar e otimizar o processo de reutilização e reciclagem. A logística reversa nada mais é do que um conjunto de ações, procedimentos e meios que viabilizam a coleta e a restituição dos resíduos sólidos para as empresas que os emitiram, possibilitando sua reutilização no ciclo produtivo ou outra destinação (MOURA et al., 2015).

A logística reversa tornou-se uma grande aliada da PNRS, sendo um grande meio de amenizar a poluição e a degradação ambiental. É por meio dela que embalagens de garrafas pet, embalagens de agrotóxicos e pilhas, por exemplo, são retiradas do ambiente, evitando impactos ambientais e de saúde à população.



Pesquise mais

Para conhecer mais sobre a logística reversa e suas aplicações em diferentes segmentos da indústria, acesse os materiais indicados a seguir:

1) MOURA, R. G. et al. Logística reversa das garrafas pet: sua reciclagem e a redução do impacto ambiental. **Congresso Nacional de Excelência em gestão**, 2015. Disponível em: <http://www.inovarse.org/sites/default/files/T_15_612_0.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2017.

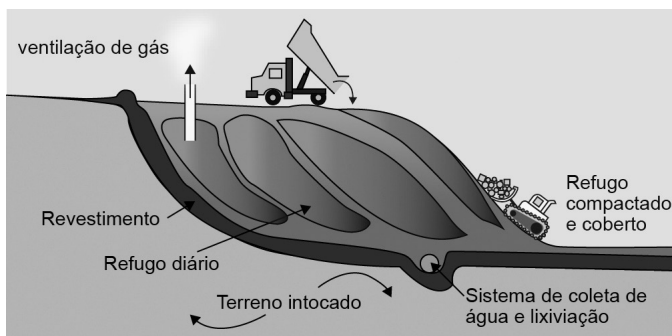
2) INPEV. **Logística Reversa das embalagens vazias de agrotóxico**. 2013. Disponível em: <https://www.inpev.org.br/downloads/apresentacao-institucional/apresentacao_institucional_maio_2013.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2017.

3) OLIVEIRA, B. V.; FIGUEIREDO, G. J. O. Logística Reversa de Pilhas. **Cad. Unisiam. Pesq. Ext.**, v. 5, n. 4, p. 54-59, Rio de Janeiro, 2015. <<http://apl.unisiam.edu.br/revistas/index.php/cadernosunisiam/article/download/851/667>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

Dando continuidade ao estudo da ordem de prioridade para a gestão e gerenciamento de resíduos, temos o tratamento de resíduos (Figura 3.3 – 5), que implica o uso de tecnologias apropriadas que neutralizem os resíduos ou até mesmo os transforme em um fator de geração de renda, por meio de produção de matéria-prima secundária. Os tratamentos podem ser mecânicos, bioquímicos, térmicos, entre outros e podem percorrer a ordem de prioridade desde a reciclagem até a disposição final de rejeitos.

Por fim, chegaremos à disposição final ambientalmente adequada (Figura 3.3 – 6) quando conseguirmos neutralizar qualquer interação dos resíduos com o ambiente. Atualmente, nossas práticas atuais de descarte de resíduos sólidos ambientalmente corretas são realizadas por meio de aterros sanitários. A disposição em aterros consiste em depositar o volume em um local com revestimento para deter a poluição do lençol freático, depositar o refugo em um fosso, compactá-lo com maquinário pesado e, posteriormente, cobrir esse material ao final da operação, que deve ser diária (VESILIND; MORGAN, 2015). Note na Figura 3.4 que a estrutura e funcionamento de um aterro sanitário é bem diferente de um depósito sem revestimento e a céu aberto, que é chamado popularmente de “lixão”.

Figura 3.4 | Esquema básico de um aterro sanitário



Fonte: Vesilind e Morgan (2015, p. 340).

De acordo com Philipp Junior et al. (2004) o aterro sanitário é um processo de tratamento de resíduos de baixo custo se comparado a outros tratamentos, além de ser seguro e de simples operação. É importante ressaltar que a construção dos aterros está sujeita a uma série de regulamentações, dentre elas a distinção entre aterros sanitários industriais e urbanos, regulamentados pelas NBRs 8418 e 8419, respectivamente.



Assimile

Além de atender às Normas Regulamentadoras, para a construção de um aterro sanitário, é preciso, ainda, atender a todas as condicionantes do processo de licenciamento ambiental, por meio de estudos de impacto ambiental, licenças prévia, de instalação e de operação.

Segundo Machado (2013), a ordem de prioridade para o gerenciamento de resíduos sólidos definido pela PNRS se baseia em estudos e tecnologias que foram bem-sucedidas em países desenvolvidos, levando em consideração o desenvolvimento sustentável. Outro ponto que influencia nessa ordem de prioridade é a assinatura de tratados internacionais, como o Processo de Marrakesh, que estimula que os países assinantes desenvolvam um Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentáveis (PPCS). Além destes, pode-se citar economia dos recursos naturais, uma vez que, por meio da reciclagem, fazemos uma menor utilização de nossos recursos naturais, conservando-os (MACHADO, 2013).



Pesquise mais

Para conhecer mais sobre a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos no Brasil, assista ao vídeo a seguir:

PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS. **Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. 2013. Disponível em: <<https://youtu.be/wmEH7mMfnaM>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

Mas como levar a filosofia da ordem de prioridades para toda a população, em escala e em linguagem acessível?

Para isso, aliamos a educação ambiental, de maneira estratégica, ao tema resíduos sólidos, por meio de formas distintas de comunicação e interação com as diferentes escalas sociais. Podemos ver que, atualmente, a educação ambiental tornou-se aliada das questões ambientais de maneira geral, seja no ambiente escolar (por meio da educação ambiental formal) ou em programas e projetos que englobam desde o ambiente corporativo aos momentos de lazer de toda a população (por meio da educação ambiental informal).

Exemplos simples de como a educação ambiental está aliada à gestão de resíduos sólidos em nosso país são a quantidade de projetos

ou programas de coleta seletiva, oficinas com materiais recicláveis e exposições de artesanatos a partir da simples produção de objetos confeccionados com materiais descartáveis ou sucatas.

Além disso, é por meio da educação ambiental que conseguimos evidenciar a importância do consumo responsável e da diminuição do desperdício pela sociedade atual, a importância do correto descarte por meio da coleta seletiva e, também, a destinação adequada (note aqui que ela está presente desde a não geração até a destinação adequada, na ordem de prioridade da PNRS).



Pesquise mais

Veja um exemplo de campanha veiculada pelo Ministério do Meio Ambiente como conscientização da população pela importância da separação do lixo:

MMEIOAMBIENTE. **Separe o lixo e acerte na lata (pet)**. 2011. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=UXcg1qX07S8>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

Ao fim desta seção, o que se espera é que você compreenda que a busca por soluções na área de resíduos deve ser constante, pois reflete uma demanda da sociedade atual principalmente quando fazemos a *relação volume de resíduos gerados x custos socioeconômicos de tratamento x custos ambientais da destinação inadequada*.

E qual o seu papel nesse contexto? Promover, enquanto profissional e cidadão, além da sensibilização e conscientização das pessoas que vivem ao seu redor sobre a separação e destinação correta do lixo, também a aplicação dos conhecimentos aprendidos no atual modelo de produção e consumo, entendendo as consequências ambientais e sociais e os desafios futuros.

Sem medo de errar

Estamos chegando ao final de mais uma seção da nossa disciplina. Nela, estudamos um pouco sobre o que diz a legislação brasileira sobre a adequada destinação dos resíduos sólidos e vimos que este é um dos grandes desafios, uma vez que ainda somos um país em

desenvolvimento e muito vem sendo estudado e implantado quando se trata de medidas de controle ambiental.

Para aplicar os conhecimentos adquiridos, você se encontra em uma situação hipotética, na qual é recém-contratado de uma indústria química que neste momento passa pela renovação de sua Licença de Operação, e ficou responsável pela elaboração de um projeto de reciclagem e monitoramento dos resíduos da empresa. Você visita o setor de recebimento e destinação de resíduos e verifica que os resíduos sólidos advindos de todos os setores da empresa são amontoados e enterrados, sem separação ou tratamento. Nesse momento você se pergunta: como classificar os resíduos gerados por essa empresa? Por onde você deve começar a mudar essa realidade de má gestão dos resíduos sólidos, adequando-a à legislação? Qual seria a melhor destinação para esses resíduos? E como trabalhar a conscientização dos funcionários acerca da importância desse tema?

Vimos que, para uma correta gestão dos resíduos sólidos no Brasil, tomamos como base a Lei nº 12.305/2010, que institui nossa Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Esta lei, além de diretrizes, ainda classifica esses resíduos de acordo com sua origem e sua periculosidade. Quanto a sua origem, os resíduos sólidos podem ser urbanos (domiciliares e de limpeza urbana); de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços; dos serviços públicos de saneamento básico; industriais; de serviços de saúde; da construção civil; agrosilvilpistoris; de serviços de transportes; e de mineração. Já quanto à periculosidade, podem ser perigosos aqueles que apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental; ou não perigosos, que podem ser equiparados aos resíduos domiciliares em razão da sua natureza, composição ou volume (BRASIL, Lei 2010). Aplicando esse conhecimento à empresa em que você trabalha, podemos classificar os resíduos que você precisa tratar como resíduos industriais, que poderão, quanto a sua periculosidade, serem classificados como perigosos ou não.

É também a Lei nº 12.305/2010 que irá lhe fornecer a definição de como a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos devem ser realizados. Ela deve seguir uma ordem de prioridade desde a não geração até o tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, sendo : (1) a não geração; (2) a redução; (3) a reutilização; (4) a reciclagem; (5) o tratamento; e (6) a disposição final.

Quanto à disposição final ambientalmente adequada, você já percebeu que a empresa em que trabalha tem muito o que melhorar, uma vez que, atualmente, enterra seus resíduos sem a devida separação e destinação. Da maneira como a gestão vem sendo realizada, não é possível neutralizar a interação dos resíduos com o ambiente. A prática correta e indicada seria por meio de aterros sanitários, que consiste em depositar o volume em um local com revestimento para deter a poluição do lençol freático, depositar o refugo em um fosso, compactá-lo com maquinário pesado e, posteriormente, cobrir esse material ao final da operação, que deve ser diária (VESILIND; MORGAN, 2015). A estrutura e o funcionamento de um aterro sanitário é bem diferente de um depósito sem revestimento e a céu aberto, que é o que chamamos lixões. É importante lembrar, ainda, que a legislação prevê uma distinção entre aterros sanitários industriais e urbanos, sendo os aterros industriais aqueles regulamentados pela NBR 8418.

Por fim, como aliada da gestão de resíduos sólidos e quaisquer medidas de controle ambiental, está a educação ambiental. No contexto da sua empresa, é por meio dela que você conseguirá evidenciar com os demais funcionários e gestores a importância do consumo responsável, da diminuição do desperdício e da importância do correto descarte por meio da coleta seletiva e, também, a destinação adequada dos rejeitos para os aterros sanitários industriais. Assim, vocês, enquanto empresa, atenderão à ordem de prioridade e às diretrizes da PNRS.

Agora que você já possui os conhecimentos básicos sobre a gestão dos resíduos sólidos, já pode começar a planejar seu projeto de reciclagem e gestão de resíduos da empresa. Com base no que você já viu até agora, identifique as falhas no processo de gestão dos resíduos da empresa, defina seus objetivos e como pretende trabalhar. Não se esqueça de que você identificou que os resíduos dos filtros antipoluição atmosférica poderão ser reutilizados e alguns dos resíduos sólidos podem ser destinados a empresas de reciclagem, tudo bem? O restante deverá seguir para aterros sanitários industriais.

Bom trabalho!

Logística reversa

Descrição da situação-problema

Uma pequena empresa de eletrônicos no interior de São Paulo deseja incluir em sua rotina atividades de educação ambiental e conscientização acerca da correta destinação dos resíduos que produz. Uma das soluções encontradas nesse contexto foi a implantação de caixas coletoras de pilhas e baterias para a correta destinação, evitando que os compostos químicos desses produtos entrem em contato com o ambiente e, também, permitindo a reciclagem dos mesmos para serem utilizados como matéria-prima novamente.

Você, como consultor da empresa, indica que o material recolhido seja encaminhando para uma empresa de reciclagem de baterias de cádmio e níquel. Muitos funcionários ainda não conhecem o processo de logística reversa e não entendem o motivo pelo qual as caixas coletoras foram distribuídas.

Sendo o consultor responsável pelo projeto, como você explicaria para os funcionários o que é a logística reversa e como ela poderá ajudar na reciclagem das pilhas e baterias?

Resolução da situação-problema

Explique aos funcionários da empresa que a logística reversa vem se tornando um instrumento de auxílio e otimização no processo de reutilização e reciclagem, principalmente quando se tratam de resíduos altamente prejudiciais ao meio ambiente (como embalagens de produtos químicos e agrotóxicos, pilhas e baterias, garrafas pet e, também, resíduos da construção civil). A logística reversa nada mais é do que um conjunto de ações, procedimentos e meios que viabilizam a coleta e a restituição dos resíduos sólidos para as empresas que os emitiram, possibilitando sua reutilização no ciclo produtivo ou outra destinação (MOURA et al., 2015).

A logística reversa tornou-se um grande aliado da PNRS, sendo um grande meio de amenizar a poluição e a degradação ambiental.

Para justificar a importância do projeto, você pode buscar informações sobre a situação atual da logística reversa de pilhas e

baterias no Brasil e na sua região, onde está localizada a empresa em que trabalham.

Faça valer a pena

1. Sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos, analise os itens a seguir:

I. Institui a prevenção e redução na geração de resíduos.

II. Afirma que a responsabilidade pelo resíduo é exclusiva do seu gerador.

III. Institui a necessidade de elaboração de Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

IV. Coloca o Brasil em patamar de igualdade aos principais países desenvolvidos em termos de legislação.

Assinale a alternativa que contém os itens que são instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos:

a) I e II, apenas.

b) I e III, apenas.

c) I, II e III, apenas

d) I, III e IV, apenas

e) I, II, III e IV.

2.

Em 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, ou PNRS, reforçou a responsabilidade pelo descarte de baterias. A PNRS torna obrigatório o desenvolvimento e implantação de programas de _____ independentemente do serviço público de limpeza, pelos fabricantes, importadores, distribuidores e revendedores de baterias de quaisquer tipos. O programa de _____ não deve incidir custo adicional algum ao consumidor. Não há limitações específicas para os tipos de empresas não mencionadas nas regulamentações que desejam realizar a coleta de baterias, desde que elas estejam em conformidade com as leis ambientais e forneçam destino correto ao produto. As baterias devem ser armazenadas separadamente, de forma a garantir a saúde pública e evitar possíveis contaminações, além de estar em conformidade com qualquer recomendação do fabricante. (TECH IN BRAZIL, [s.d], [s.p.])

”

Com base no contexto apresentado pelo trecho da matéria, assinale a alternativa que contém o termo que completa corretamente as duas lacunas.

- a) Gestão ambiental.
- b) Logística reversa.
- c) Reutilização.
- d) Aterro sanitário.
- e) Tratamento de resíduos.

3.



Estima-se que cada pessoa produza, em média, 1,3 kg de resíduo sólido por dia. Dessa forma, uma pequena cidade de apenas dez mil habitantes produziria cerca de dez toneladas de lixo diariamente. De acordo com um estudo feito no Rio de Janeiro pelo Atlas Brasileiro de GEE e Energia em 2011, estima-se que, no Brasil, são geradas aproximadamente 198 mil toneladas por dia de resíduos sólidos urbanos, o que equivale a aproximadamente 62 milhões de toneladas anuais. Do total de resíduos gerados, cerca de 90% são coletados, o que equivale a aproximadamente 180 mil toneladas por dia. (ECYCLE, [s.d.], [s.p.])

A maneira ambientalmente correta de destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos está prevista e regulamentada na NBR 8419, que é:

- a) O lixão urbano.
- b) A incineração.
- c) O aterro sanitário.
- d) O soterramento.
- e) A reciclagem.

Seção 3.3

Saneamento e controle ambiental da água

Diálogo aberto

Você já sabe que a urbanização crescente e os impactos das atividades humanas sobre os nossos recursos naturais vêm causando desequilíbrios visíveis em nossa qualidade ambiental e de saúde, não é mesmo? Até aqui, estudamos maneiras de controlar e mitigar impactos ambientais ao ar e ao solo, por meio do controle de resíduos. Agora, você verá o que podemos fazer em relação ao controle ambiental da água, prevenindo impactos ambientais e mantendo com qualidade e disponibilidade adequada esse recurso natural tão essencial em nossas vidas.

Para ilustrar e aplicar os conteúdos desta última seção, lembre-se de que você é agora recém-contratado de uma indústria química que está passando por um processo de renovação de sua Licença de Operação. Você vem conhecendo diferentes setores da indústria a fim de verificar se medidas de controle ambiental estão sendo utilizadas, além de detectar necessidades de melhorias. Você deve apresentar aos gestores e conselheiros um projeto de reciclagem e monitoramento de resíduos que já está praticamente finalizado.

Expandindo o tema gestão de resíduos, e deixando de pensar apenas nos resíduos sólidos, você decide investigar se a empresa faz tratamento e reuso da água utilizada em seus processos industriais. Para isso, visita a estação de tratamento de efluentes para onde todo o volume de efluentes é direcionado. Nessa visita, você descobre que a água tratada já retorna ao processo produtivo, entretanto, tem dúvidas se ela se mantém com qualidade adequada para ser utilizada novamente e, também, se é a mesma que abastece as caixas d'água destinadas ao consumo e higiene dos funcionários. Para sanar suas dúvidas e conhecer mais sobre o processo de tratamento dos efluentes da fábrica, você questiona o técnico da estação de tratamento: existem diferentes métodos de tratamento? A água que sai da estação de tratamento de efluentes de uma indústria pode ser utilizada tanto para o abastecimento humano quanto para a indústria?

Ao final da visita, você deverá retornar ao seu escritório e finalizar seu

projeto e parecer sobre os métodos de controle ambiental utilizados pela empresa – do ar, dos resíduos sólidos e efluentes líquidos.

Não se esqueça de que, neste caso, será necessária argumentação com instrumentos jurídicos, técnicos e, também, institucionais, sempre voltados a reverter as atuais medidas de controle ambiental da empresa, permitindo que ela atue com maior sustentabilidade ambiental e receba a renovação de sua licença de operação.

Não pode faltar

Na Unidade 1, começamos nosso estudo sobre a água, você se lembra? Esse recurso natural está presente em mais da metade da superfície do planeta Terra, entretanto, o volume total de água na Terra não aumenta nem diminui, é sempre o mesmo, motivo pelo qual deve ser conservado para que não tenhamos problemas com sua escassez. Juntamente com o ar e o solo, a água, seja em estado sólido, líquido ou gasoso, nos oceanos, nos rios, nos lagos, no subsolo ou nas geleiras, é recurso natural fundamental para nossa sobrevivência.

Caso não esteja em boa qualidade, a água poderá veicular um elevado número de doenças, seja por sua ingestão ou escassez, levando os indivíduos à privação dos hábitos higiênicos (como a falta de higiene pessoal ou da casa e dos utensílios de cozinha). Nesse sentido, tanto a qualidade da água, quanto também sua disponibilidade são fatores determinantes para a saúde do ser humano e dos animais.

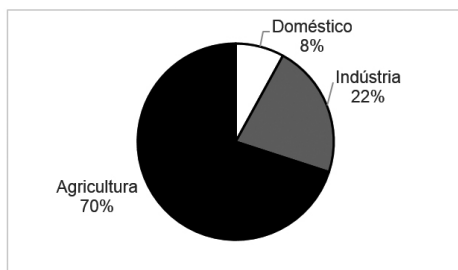
Por falar em disponibilidade, você já sabe também que a água doce não está distribuída uniformemente em nosso planeta, principalmente aquelas distribuídas superficialmente para nosso consumo e utilização. O volume de água de qualidade para nosso consumo e nossas atividades dependerá essencialmente do equilíbrio dos ecossistemas de cada nação e, nesse aspecto, temos grande responsabilidade em nossas atividades diárias e em nosso modo de vida, para evitar a poluição e a degradação desse recurso tão importante.



Note que estamos falando de poluição, degradação, atividades humanas, disponibilidade e qualidade da água. Conseguiu ver como todos esses aspectos estão intimamente ligados? Toda a água disponível no planeta, para que seja utilizada por nós, deve possuir qualidade e disponibilidade para as nossas atividades atuais e futuras.

Você já pensou em como é realizada a distribuição e consumo de água no Brasil por setor da sociedade? A utilização da água, tanto para as nossas necessidades, quanto para a preservação ambiental, pode ser separada em grandes grupos, como: abastecimento público; abastecimento industrial; atividades agropastoris; preservação da fauna e da flora aquática; recreação; geração de energia elétrica; navegação; diluição; e transporte de efluentes (PHILIPPI JUNIOR et al., 2004). Veja, de maneira resumida na Figura 3.5, que, em nosso país, cerca de 70% da água doce é consumida pela agricultura, setor produtivo forte em nossa economia.

Figura 3.5 | Consumo de água no Brasil



Fonte: adaptada de <<http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao8.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

O uso mais nobre da água para nós, porém não o mais relevante em volume destinado, é o abastecimento público. Esta utilização engloba o consumo para matar a sede, para a higiene pessoal, preparo dos alimentos, limpeza da casa, dos utensílios, das roupas, irrigação dos jardins e, também, combate a incêndios (PHILIPPI JUNIOR et al., 2004). Para que a água seja potável e adequada para estas finalidades, ela deve apresentar características de qualidade que atendam a um padrão de potabilidade estabelecido, passando por estações de tratamento antes de chegar às torneiras da população, mas sobre isso falaremos mais adiante.

Outra utilização bastante comum e relevante da água é nas atividades industriais. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2005), o uso da água nos processos industriais é realizado na incorporação nos produtos, na lavagem dos materiais, dos equipamentos e das instalações, além de utilização em sistemas de refrigeração e em caldeiras para a produção de vapor. O segmento industrial e da tecnologia da fábrica irá interferir diretamente na qualidade da água resultante dos processos. Esta água, também chamada de efluente industrial, pode conter resíduos tóxicos ao meio ambiente e à população, sendo necessário tratamento antes de sua devolução aos ecossistemas. Após o tratamento, a água pode retornar à indústria para reuso, sendo essa uma medida sustentável que vem sendo muito difundida e adotada.

O reuso da água ocorre em muitos países para atender à demanda cada vez maior de água, tanto para o abastecimento público, quanto das indústrias e das atividades agrícolas, que utilizam um grande volume da mesma. Ele poderá ser utilizado para fins potáveis ou não potáveis, dependendo da necessidade e da atividade ao qual se destina. O que irá determinar a potabilidade da água é o sistema de tratamento de efluentes adotado, que poderá ou não prescindir de sistema de desinfecção avançada de possíveis microrganismos patogênicos.



Exemplificando

Quando falamos em poluição da água pelas indústrias, temos uma tendência a imaginar que as indústrias químicas são muito poluidoras, não é mesmo? De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2005), um exemplo de indústria que pode gerar tanta poluição quanto a indústria química, caso seus efluentes não sejam devidamente tratados, é uma fábrica de salsichas. A água, após a lavagem dos resíduos de suínos, se lançada nos rios e no mar, pode provocar mortalidade dos peixes, entre outros desequilíbrios ambientais.

Campeã em volume de água consumida em nosso país está a agricultura em todas as suas culturas e processos produtivos. Já sabemos que a distribuição de água não é homogênea no planeta, nem tampouco as chuvas são regulares. Por esse motivo, nem sempre a água vinda das chuvas é suficiente para suprir a necessidade hídrica dos milhares de hectares de produção agrícola pelo país. Nestes

casos, resta aos produtores a irrigação, que, além do alto consumo, afeta também a qualidade dos solos e dos recursos hídricos, uma vez que “lava” os agrotóxicos e fertilizantes utilizados na agricultura, carregando esses resíduos para o solo e corpos d’água.

Outra utilização para os recursos hídricos é a navegação, que ocorre tanto em águas doces (rios e lagos) quanto salgadas (mares e oceanos). Assim como toda atividade humana, o transporte de pessoas e cargas por meio das hidrovias pode ocasionar impactos aos recursos naturais, como poluição e desequilíbrios ecológicos. Isso porque sempre existirá a possibilidade de acidentes, vazamentos ou contaminação durante a troca de água dos tanques das embarcações.

Exemplificando

Você já ouviu falar no Mexilhão-dourado? Ele é um molusco originário da Ásia que chegou à América do Sul acidentalmente transportado pela água de lastro dos navios cargueiros. Atualmente, essa espécie, considerada invasora, já pode ser encontrada tanto em nossa zona costeira quanto em nossos rios navegáveis, causando desequilíbrio ecológico em relação às nossas espécies nativas.

A energia hidráulica, aquela que provém do movimento da água, gerada nas usinas hidrelétricas, também é outra forma de utilização dos recursos hídricos. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2005), no Brasil, essas usinas geram cerca de 90% da nossa produção de energia elétrica. Em contrapartida, caso sua construção e localização não sejam bem planejadas e fiscalizadas, pode causar muitos impactos ambientais e sociais, uma vez que proporcionam o alagamento de grandes áreas, provocando reflexos sobre os ecossistemas e sobre as comunidades locais.

E a pesca e o lazer? Também são maneiras de utilização da água, não são?

Assim como o abastecimento público, essas são atividades que dependem muito da qualidade dos recursos hídricos, isso porque, uma vez contaminada, a água de rios e oceanos pode prejudicar a qualidade dos pescados que nos alimentarão, causando uma intoxicação alimentar, por exemplo. Já em relação ao lazer, quando nos banhamos em água de má qualidade, também podemos colocar em risco nossa saúde, uma vez que ela pode ser meio de transmissão de inúmeras doenças. Em contrapartida, quando não há o devido

cuidado e manejo da água nessas atividades, elas também poderão prejudicá-la. Alguns exemplos são a pesca predatória, a limpeza dos peixes à beira dos rios e o lixo deixado no meio ambiente durante os momentos de lazer.

E com todos esses diferentes usos, você já imaginou quais ações podemos tomar para a redução do desperdício e controle da poluição da água?

Para reduzir o desperdício de água, pensando, inclusive, no consumo doméstico, que está ao nosso alcance todos os dias, é preciso considerar que existe a possibilidade de utilização sustentável desse recurso em todas as finalidades nas quais se destina. Tomando como exemplo as escalas industrial e agrícola, é possível controlar os volumes de água utilizados, otimizando os processos e utilizando equipamentos poupadores de água, além de fazer seu reuso (BRASIL, 2005). Em casa, é possível aplicar o conceito de consumo sustentável, promovendo em nós mesmos e em nossa família mudanças de hábitos que vão desde o nosso tempo de banho com o chuveiro ligado, o costume de escovar os dentes e lavar as louças com a torneira aberta, até o uso de mangueira para lavar a calçada e o carro, por exemplo. A gestão urbana pode colocar em prática a redução do desperdício nos sistemas de abastecimento de água, introduzindo medidas de manejo que tornem os sistemas mais eficientes (BRASIL, 2005).



Refleta

Mesmo sabendo que ações simples em nosso dia a dia podem ajudar a evitar o desperdício de água e a manutenção desse recurso às vezes escasso, você quando toma banho, fica apenas o tempo necessário para sua higiene no chuveiro? Fecha a torneira quando está escovando os dentes? Já pensou se os seus hábitos influenciam no consumo de água da sua casa?

Além da redução do consumo de água, para a redução de sua poluição, também devemos pensar em mudanças de hábitos em diferentes setores da economia. Nas atividades agrícolas, é possível realizar o controle e a diminuição e/ou uso consciente dos agrotóxicos e fertilizantes, realizar medidas de controle de erosão de solos que aumentam sua exposição, e consequente contaminação de águas subterrâneas, além de causar processos de assoreamento

dos corpos de água (BRASIL, 2005). A implantação de sistemas de tratamento de resíduos sólidos (já estudados na seção anterior), de efluentes industriais e de esgotos domésticos é outra forma de reduzir a contaminação da água.

Para que essas ações sejam efetivas e eficientes, os órgãos públicos de controle do meio ambiente vêm exigindo, cada vez mais, medidas de controle para segurança da saúde pública e de defesa da qualidade ambiental. Nesse sentido, algumas áreas dentro das engenharias vêm se destacando, como os campos de estudo das engenharias sanitária e ambiental no desenvolvimento de processos e tecnologias utilizadas no controle de poluição das águas.

Os sistemas de tratamento de água e/ou efluentes são constituídos por uma série de operações e processos empregados para a remoção das substâncias indesejáveis, ou então a transformação em outras formas menos prejudiciais à saúde e aos ecossistemas.

Vamos conhecer mais sobre quais são os processos de tratamento de água e de efluentes?

De acordo como Philippi Junior et al. (2004), os processos de tratamento de efluentes são reunidos em diferentes grupos, que envolvem as características físicas, químicas e biológicas da água, sendo, então, processos físicos, químicos e biológicos.

Os primeiros a serem estudado por nós são aqueles relacionados à remoção ou transformação dos poluentes da água de maneira física, basicamente por meio da separação dos sólidos que estão em suspensão ou na homogeneização ou diluição das águas que serão tratadas. Geralmente, os processos físicos envolvem dispositivos ou unidades de tratamento, como: grades de limpeza, peneiras, caixas de areia para filtração, tanques de retenção de materiais flutuantes, decantadores, filtro, entre outros (PHILIPPI JUNIOR et al., 2004).

Já os processos químicos, como o próprio nome já diz, utilizam produtos químicos para proporcionar o aumento da eficiência na remoção de um elemento ou uma substância que se encontra presente na água ou então apenas modificar sua estrutura e composição para que não prejudiquem nem a saúde humana nem o equilíbrio dos ecossistemas. Um exemplo de processo químico de tratamento é a utilização do alumínio para a coagulação e floculação das impurezas, que são posteriormente retiradas da água por processo físico (PHILIPPI JUNIOR et al., 2004). Note aqui que, na maioria das

vezes, os processos químicos são utilizados em conjunto com os processos físicos e até mesmo os processos biológicos.

Por fim, os processos biológicos são aqueles que dependem da ação de microrganismos, uma vez que os fenômenos de respiração e alimentação destes ocasionam na transformação da matéria orgânica em compostos simples, como sais minerais, gás carbônico, água, entre outros (PHILIPPI JUNIOR et al., 2004). Os processos biológicos têm sido, na atualidade, muito beneficiados em virtude do avanço da biotecnologia e produção em larga escala desses microrganismos.

Conhecendo esses processos, é preciso entender que os sistemas de tratamento de águas residuárias são classificados em função do tipo de material a ser removido e da eficiência da remoção – por exemplo, se a água após o tratamento será potável ou não.

De acordo com Phillip Junior et al. (2004), o tratamento de águas residuárias é então classificado em preliminar, primário, secundário e terciário. Vamos conhecer cada um deles:

- **Tratamento preliminar:** é aquele com a finalidade de remover apenas os sólidos grosseiros, normalmente aplicado em qualquer tipo de água residuária. Trata-se do uso de processos físicos.
- **Tratamento primário:** é aquele com a finalidade de remover resíduos finos em suspensão nos efluentes. Também pode ser utilizado em qualquer tipo de despejo e pode utilizar tanto processos físicos, quanto químicos.
- **Tratamento secundário:** é utilizado para depurar águas residuárias por processos biológicos, com a finalidade de reduzir o teor de matéria orgânica nos despejos.
- **Tratamento terciário:** é um estágio avançado de tratamento de águas residuárias, visando a remoção de substâncias e microrganismos não removidos nas etapas anteriores e que possam ser prejudiciais à saúde e ao meio ambiente. Utiliza-se processos, químicos e físicos. Após o tratamento terciário a água poderá ser utilizada, inclusive, para fins potáveis.



Pesquise mais

Gostou do tema e quer conhecer mais sobre os processos físicos, químicos e biológicos aplicados no tratamento de efluentes? Nas páginas

29 a 39 da dissertação a seguir, você consegue conhecer os processos utilizados para o tratamento de efluente de uma indústria têxtil:

CHAGAS, M. A. **Tratamento de efluente têxtil por processos físico-químicos e biológicos**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Pernambuco, Recife, 2009. 61 p. Disponível em: <http://repositorio.ufpe.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5020/arquivo2214_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 ago. 2017.

Boa leitura!

A água captada de fontes como rios ou represas para abastecimento da população e consumo humano, quando chega à estação de tratamento de água (ETA) também passa, de maneira geral, por algumas etapas, como a adição de coagulantes, a sedimentação dos coágulos, a filtração e a desinfecção. Vamos conhecer melhor cada uma delas?

A primeira etapa geralmente é a adição de coagulantes (Figura 3.6 -1). Consiste em um processo químico no qual, substâncias químicas, como sulfato de alumínio ou sulfato ferroso, são adicionadas à água com a função de aglutinar pequenas partículas coloidais em suspensão ali encontradas.

Após a adição dos coagulantes, a água é conduzida a misturadores que irão promover a formação dos flocos das partículas poluentes presentes na água (Figura 3.6– 2). Esse processo físico é chamado de coagulação ou floculação e permitirá a melhora da turbidez da água, tornando-a translúcida. Dos misturadores, a água é conduzida aos tanques de decantação, também chamados de decantadores, onde permanecerá por aproximadamente três horas (Figura 3.6– 3). Durante esse tempo, os flocos em suspensão serão depositados no fundo dos tanques, levando consigo grande parte das impurezas.



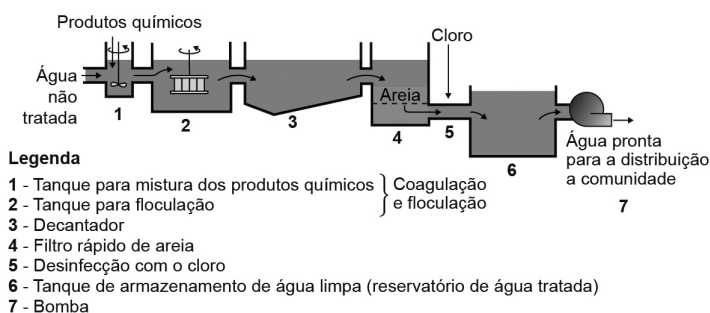
Vocabulário

Turbidez da água: a turbidez é a forma de se medir a dificuldade de um feixe de luz ao atravessar determinada quantidade de água. Em outras palavras, é a turbidez que irá conferir a aparência turva de uma água com muitas partículas em suspensão, por exemplo. É quando a água perde a sua característica clara, translúcida.

Após a decantação, a água segue para a filtração, mais um processo físico. Os filtros (Figura 3.6 – 4) possuem areia em diferentes granulometrias para reter impurezas aglutinadas nas etapas anteriores. Chegando ao final do processo, após filtrada, a água passa ainda por um processo de desinfecção (Figura 3.6 – 5). Esse processo é necessário pois a água, aparentemente limpa, ainda pode conter microrganismos patogênicos que podem provocar doenças, como disenteria bacilar e cólera. Esse processo químico consiste na adição de cloro em forma de gás ou em solução aquosa.

Por fim, a água destinada ao abastecimento público passa por um processo de fluoretação, também químico, que consiste na adição de flúor por meio de produtos como fluossilicato de sódio ou ácido fluossilícico, para a prevenção da cárie dentária. Aqui no Brasil, desde 1975, esse processo é obrigatório e está disposto no Decreto nº 76.872/1975 (BRASIL, 1975). Após esses processos de tratamento, a água ainda passará por análise laboratorial que garantirá que ela a qualidade adequada para ser distribuída à população.

Figura 3.6 | Esquema simplificado dos componentes de uma estação de tratamento



Fonte: Vesilind e Morgan (2011, p. 190).

Pesquise mais

Quer conhecer mais sobre o tratamento da água destinada ao consumo humano e como o Ministério da Saúde realiza a vigilância e o controle de qualidade da água no Brasil? O material elaborado pelo Ministério da Saúde indicado a seguir é bem denso e contém de maneira mais explicada todos os aspectos que estudamos até aqui. Fique à vontade para pesquisar e se aprofundar nos temas que preferir.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília, 2011. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2017.

Antes de encerrarmos nossos estudos desta seção e da Unidade 3, devemos ter a consciência de que, apesar de muitos estudos e tecnologias de controle ambiental desenvolvidas ao longo dos anos, hoje ainda encontramos algumas dificuldades na implantação de políticas de saneamento e controle ambiental sustentáveis no Brasil, principalmente em virtude da extensão e das desigualdades social e culturais em nosso país.

Em muitas localidades ainda nos deparamos com áreas inapropriadas para a destinação final e tratamento dos resíduos sólidos, com a presença de lixões a céu aberto que poluem e contaminam tanto o solo quanto recursos hídricos tão importantes para nós. A escassez dos recursos hídricos também é algo que deve ser levado em consideração, uma vez que água já não é mais um recurso natural tão abundante como se pensava antigamente, e, em algumas regiões do Brasil, como no semiárido nordestino, nunca foi.

O que vemos, e que faz parte da nossa missão como cidadãos e profissionais, é que, ao mesmo tempo em que a consciência ambiental vem aumentando, ainda nos deparamos com o desperdício e uso irracional da água, por exemplo. Apesar de muito ter se falado em sustentabilidade e a importância da conservação do meio ambiente, ainda lidamos com uma baixa consciência ambiental da população, em diferentes regiões do país e, nesse sentido, o conhecimento técnico-científico adquirido e educação ambiental a longo prazo poderá viabilizar a implantação de políticas de saneamento e controle ambiental sustentáveis no nosso país. Nosso desafio é grande, mas muito gratificante e recompensador.

Sem medo de errar

Estamos chegando a final de mais uma seção e mais uma unidade de ensino. Desde o início da unidade até aqui, você viu diferentes aspectos e métodos de controle ambiental do ar, dos resíduos e

da água, conhecendo o que você pode fazer para evitar ou mitigar os impactos negativos causados aos recursos naturais por nossas atividades.

Como exemplo de aplicação de todos esses conhecimentos, utilizamos um contexto hipotético no qual você é recém-contratado de uma indústria química que vem passando por uma fase de renovação da licença de operação. Você ficou responsável pela elaboração de um projeto de reciclagem e conheceu diferentes setores da empresa para levantar informações, certo?

Depois de estudar sobre os resíduos sólidos, agora você decide investigar se a empresa faz tratamento e reuso da água utilizada em seus processos industriais. Em visita à estação de tratamento de efluentes, você descobre que a água tratada já retorna ao processo produtivo, entretanto, tem algumas dúvidas, como: existem diferentes métodos de tratamento? A água que sai da estação de tratamento de efluentes de uma indústria pode ser utilizada tanto para o abastecimento humano quanto para a indústria?

Os processos de tratamento de efluentes são reunidos em diferentes grupos, que envolvem características físicas, químicas e biológicas da água, sendo, então, processos físicos, químicos e biológicos. Além disso, o tratamento de águas residuárias é classificado em preliminar, com a finalidade de remover apenas os sólidos grosseiros; primário, com a finalidade de remover resíduos finos em suspensão nos efluentes; secundário, com a finalidade de reduzir o teor de matéria orgânica nos despejos; e terciário, que é um estágio avançado de tratamento de águas residuárias, visando a remoção de substâncias e microrganismos não removidos nas etapas anteriores e que possam ser prejudiciais à saúde e ao meio ambiente.

Água após tratamento poderá ser utilizada, tanto para fins potáveis, quanto não potáveis, dependendo da necessidade e da atividade ao qual se destina. O que irá determinar a potabilidade da água é o sistema de tratamento de efluentes adotado, que prescindirá ou não de sistema de desinfecção avançada de possíveis microrganismos patogênicos, que no caso seria após o tratamento terciário.

Agora, após a visita à estação de tratamento de efluentes realizada, você deverá retornar ao seu escritório e finalizar seu projeto de reciclagem e parecer sobre os métodos de controle ambiental utilizados pela empresa – do ar, dos resíduos sólidos e efluentes líquidos.

Não se esqueça de incluir argumentação com instrumentos jurídicos, técnicos e, também, institucionais, que procurem reverter as atuais medidas de controle ambiental da empresa, permitindo que ela atue com maior sustentabilidade ambiental e receba a renovação de sua licença de operação.

Outro ponto importante em seu projeto é incluir o monitoramento contínuo para que a gestão dos resíduos sólidos seja devidamente cumprida. Neste caso, você pode criar um cronograma de atividades a serem realizadas ou sugerir que o projeto se torne parte do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da empresa.

Mãos à obra!

Avançando na prática

Programa Portas Abertas

Descrição da situação-problema

A estação de tratamento de água (ETA) na qual você trabalha está com um projeto de educação ambiental e conscientização sobre o desperdício e escassez de água. O “Programa Portas Abertas” pretende levar informação sobre os processos ali realizados, participando ativamente de ações de conscientização para valorização da comunidade e do uso consciente da água. O público-alvo é bem variado, uma vez que o programa receberá desde escolas de Ensino Fundamental e Médio, até alunos de graduação de diferentes cursos e a população em geral.

Dentre os funcionários escalados para receber as visitas, você ficará responsável por apresentar à população cada processo da estação de tratamento, devendo ser sucinto e didático em sua apresentação. Dessa maneira, como você explicaria cada etapa do tratamento de água para um público tão variado?

Resolução da situação-problema

Como o público a ser recebido será muito variado, o ideal é que você não se estenda muito em sua apresentação e não seja muito técnico, utilizando uma linguagem mais dialógica e coloquial, além de ser claro em suas colocações. Esse é um exercício muito válido para o sucesso dos programas de educação e conscientização

ambiental.

Nesse sentido, explique que a água é captada de rios ou represas, para abastecimento da população e consumo humano. Quando chega à estação de tratamento de água (ETA), passa, de maneira geral, por algumas etapas, como a adição de coagulantes, a sedimentação dos coágulos, a filtração e a desinfecção.

A primeira etapa geralmente é a adição de coagulantes à água. Esses coagulantes irão juntar pequenas partículas de sujeira que ali estiverem na água a ser tratada. Feito isso, essa água é enviada para tanques com misturadores para a formação dos flocos de sujeira. Dos misturadores, a água passa para tanques de decantação, permanecendo ali por aproximadamente três horas para que os flocos de sujeira sejam depositados no fundo dos tanques. Nesse momento a água, que estava escura e turva, passa a ser clara e limpa, com a sujeira depositada no fundo do tanque.

Após a decantação, a água segue para a filtração, que fará o processo de retirada da sujeira separada nas etapas anteriores. Após filtrada, a água passa ainda por um processo de desinfecção, pois a água, aparentemente limpa, ainda pode conter microrganismos que provocam doenças intestinais, como diarreia. Por fim, a água é destinada ao abastecimento público e passa por um processo de adição de flúor para a prevenção da cárie dentária. Aqui no Brasil, desde 1975, esse processo é obrigatório. Após esses processos de tratamento, a água ainda passará por análise laboratorial que garantirá que ela contenha a qualidade adequada para ser distribuída à população.

Faça valer a pena

1. O tratamento de águas residuárias, aquelas resultantes dos processos industriais, passa por processos reunidos em diferentes grupos, que envolvem as características físicas, químicas e biológicas da água.

Analise os processos descritos na Coluna 1 e relacione com exemplos contidos na Coluna 2 a seguir:

Coluna 1:

1. Processos físicos
2. Processos químicos

3. Processos biológicos

Coluna 2:

- A. Utilização de microrganismos
- B. Utilização de grades, peneiras, filtros
- C. Utilização de Sulfato de Alumínio, Cloro ou Ácido Fluossilícico.

Assinale agora a alternativa que contém a correta relação entre as colunas:

- a) 1-C; 2-B; 3-A.
- b) 1-B; 2-C; 3-A.
- c) 1-A; 2-B; 3-C.
- d) 1-C; 2-A; 3-B.
- e) 1-A; 2-C; 3-B.

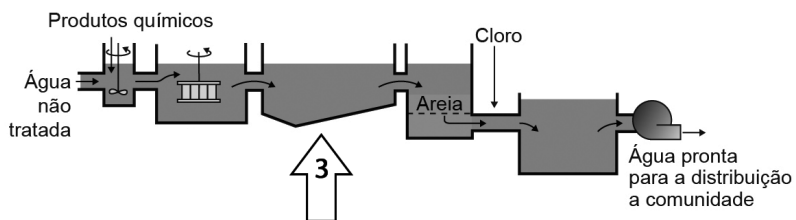
2. O reuso de água vem sendo adotado por muitos países no mundo todo para atender a demanda cada vez maior de água tanto para o abastecimento público quanto das indústrias e das atividades agrícolas, que utilizam um grande volume da mesma. Ele poderá ser utilizado para fins potáveis ou não potáveis, dependendo da necessidade e da atividade ao qual se destina.

O que irá definir se a água para reuso será potável ou não potável? Assinale a alternativa correta:

- a) A origem da água tratada irá definir sua potabilidade após o tratamento.
- b) A eficiência da estação de tratamento irá definir a potabilidade da água após o tratamento.
- c) O uso ao qual se destina irá definir a potabilidade da água após o tratamento
- d) A quantidade de etapas de tratamento e sua classificação irão definir a potabilidade da água.
- e) As águas advindas da indústria química não serão potáveis após o tratamento.

3. A água captada de fontes como rios ou represas para abastecimento da população e consumo humano, quando chega à estação de tratamento de água (ETA), também passa, de maneira geral, por algumas etapas, como: a adição de coagulantes, a sedimentação dos coágulos, a filtração e a desinfecção.

Analise a imagem a seguir, que representa uma estação de tratamento de água simplificada:



Fonte: adaptado de Vesilind e Morgan (2011, p. 190).

A alternativa que representa o número 3 da imagem é:

- a) Bombeamento.
- b) Tanque de armazenamento de água limpa.
- c) Filtro rápido.
- d) Decantador.
- e) Tanque de mistura de produtos químicos.

Referências

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2015**. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

ABNT. **NBR ISO 10004** – Resíduos sólidos – Classificação. 2004.

BBC. **A batalha de Cubatão contra a poluição atmosférica**. 2017. Disponível em: <<http://www.bbc.com/portuguese/media-39236610>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 5, de 15 de junho de 1989**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res89/res0589.html>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 3, de 28 de junho de 1990**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0390.html>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

_____. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> Acesso em: 15 ago. 2017.

_____. **Decreto 76.872, de 22 de dezembro de 1975**. Regulamenta a Lei nº 6.050, de 24 de maio de 1974, que dispõe sobre a fluoretação da água em sistemas públicos e abastecimento. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/antigos/D76872.htm> Acesso em: 15 ago. 2017.

_____. Ministério da Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília, 2011. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2017.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Água. In: _____. **Consumo Sustentável: Manual de educação**. Brasília, 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/_arquivos/consumo_sustentavel.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2017.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Poluentes Atmosféricos**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/poluentes-atmosf%C3%A9ricos>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Resíduos Sólidos**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

CHAGAS, M. A. **Tratamento de efluente têxtil por processos físico-químicos e biológicos**. Disponível em: <http://repositorio.ufpe.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5020/arquivo2214_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 ago. 2017.

DRUMM, F. C. et al. Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET**, v. 18, n. 1. Santa Maria, 2014, p. 66-78.

ECYCLE. **O que são Resíduos Sólidos Urbanos (RSUs), quais seus impactos e como amenizá-los?**. Disponível em: <<https://goo.gl/fr5ggR>>. Acesso em: 15 ago. 2017

GOMES, E. P. **Levantamento das principais fontes de emissões atmosféricas na cidade de Manaus**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2009. 105p. Disponível em: <<http://www.ppgcasa.ufam.edu.br/pdf/dissertacoes/2009/Edson%20Pinheiro.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

INPEV. **Logística Reversa das embalagens vazias de agrotóxico**. 2013. Disponível em: <https://www.inpev.org.br/downloads/apresentacao-institucional/apresentacao_institucional_mai_2013.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2017

LISBOA, H. M. Metodologia de Controle da Poluição Atmosférica. In: _____. **Controle da Poluição Atmosférica**. ENS: Montreal, 2007a. Disponível em: <<http://repositorio.asc.es.edu.br/bitstream/123456789/418/10/Cap%207%20Metodologia%20de%20controle%20da%20polui%C3%A7%C3%A3o%20atmosf%C3%A9rica.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2017.

_____. Meteorologia e Dispersão Atmosférica. In: _____. **Controle da Poluição Atmosférica**. ENS: Montreal, 2007b. Disponível em: <<http://repositorio.asc.es.edu.br/jspui/bitstream/123456789/418/11/Cap%208%20Meteorologia%20e%20dispers%C3%A3o%20atmosf%C3%A9rica.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

_____.; KAWANO, M. Monitoramento de Poluentes Atmosféricos. In: _____. **Controle da Poluição Atmosférica**. ENS: Montreal, 2007c. Disponível em: <<http://repositorio.asc.es.edu.br/jspui/bitstream/123456789/418/7/Cap%204%20Monitoramento%20de%20poluentes%20atmosf%C3%A9ricos.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

LORA, E. E. S. **Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte**. ANEEL, 2000.

MACHADO, G. B. **Ordem de prioridade na gestão e no gerenciamento de resíduos sólidos**. 2013. Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/ordem-de-prioridade-na-gestao-e-no-gerenciamento-de-residuos-solidos/>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

MMEIOAMBIENTE. **Separe o lixo e acerte na lata (pet)**. 2011. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=UXcg1qX07S8>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

MOURA, R.G et al. **Logística Reversa das garrafas Pet, sua reciclagem e a redução do impacto Ambiental**. 2015. Disponível em: <http://www.inovarse.org/sites/default/files/T_15_612_0.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2017.

MOTA, S. **Impactos ambientais das atividades humanas**. Introdução à engenharia ambiental. 2. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2000.

OLIVEIRA, B. V.; FIGUEIREDO, G. J. O. Logística Reversa de Pilhas. **Cad. Unisum. Pesq. Ext.**, v. 5, n. 4, p. 54-59, Rio de Janeiro, 2015. <<http://apl.unisum.edu.br/revistas/index.php/cadernosunisum/article/download/851/667>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

PHILIPP JUNIOR, A.; ROMERO, M. A.; BRUNA, G. C. **Curso de Gestão Ambiental**. Barueri:

Manole, 2004.

TAE. **Tecnologia de Filtro de Manga combate poluição atmosférica**. 2013. Disponível em: <<http://www.revistatae.com.br/6207-noticias>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

TECH IN BRAZIL. **Logística reversa de pilhas e baterias no Brasil**. Disponível em: <<https://techinbrazil.com.br/logistica-reversa-de-pilhas-e-baterias-no-brasil>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

UFES. **Módulo III** - Equipamentos de controle de Poluição do Ar. Disponível em: <2017. https://www.inf.ufes.br/~neyval/Ger_Emis_Atm/Gerencia_Atm_Mod_III.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2017.

VESILIND, P. A.; MORGAN, S. M. **Introdução à Engenharia Ambiental**. Tradução da 2. ed. norte-americana. São Paulo: Cengage Learning, 2015

Introdução ao planejamento e gestão ambiental

Convite ao estudo

Caro aluno, chegamos à última unidade deste livro didático. Nas três unidades anteriores você foi apresentado a um sólido conteúdo que envolveu o estudo de três importantes recursos naturais: água, ar e solo, além de uma introdução à legislação ambiental brasileira. Além disso, viu também tópicos relacionados à fundamentação e à aplicação do controle ambiental, uma parte mais prática, que visou traçar estratégias para o gerenciamento durante operações produtivas ligadas a sua profissão.

Agora, na Unidade 4, trataremos de tópicos relacionados às diretrizes e às atividades administrativas e operacionais, que, pautadas em um adequado planejamento, visam melhorar as condições ambientais. Neste amplo contexto, o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) é um conceito importante, mas, atualmente, outros tópicos são abordados no ambiente empresarial, como a ecoeficiência, a produção limpa e a gestão de riscos e prevenção de incidentes. Após adequada reflexão, planejamento e incorporação de uma consciência ambiental exemplar na empresa, ela está apta a solicitar as certificações da área ambiental que envolvem uma séria auditoria.

Dentro desse contexto, vamos construir mais uma vez uma situação fictícia para auxiliá-lo neste processo de aprendizagem. Imagine, então, que existe um centro educacional que possui instituições de ensino espalhadas por todo o território nacional. Um dos diretores da referida instituição participou de um evento internacional que abordou a responsabilidade empresarial frente à preservação e melhoria das condições ambientais. Neste evento, as instituições participantes foram avaliadas em termos

de gestão ambiental e o centro educacional ficou entre as últimas colocações. Decepcionado com a atuação da empresa temática, o diretor contratou uma equipe multidisciplinar, da qual você faz parte, para buscar soluções, a fim de melhorar a imagem da empresa após esse desastroso desempenho verificado. Realizar um levantamento de melhorias e adequações nos processos do centro educacional para certificação ambiental é o seu objetivo final.

Muito bem! Refletindo sobre o contexto didático apresentado, você já se questionou sobre a importância de as empresas assumirem a responsabilidade ambiental que é pertinente? O que é gestão ambiental?

Para ajudá-lo neste objetivo, iremos abordar uma série de tópicos relacionados ao Sistema de Gestão Ambiental, como os modelos de gestão ambiental, avaliação e gerenciamento de riscos, auditorias ambientais e o processo de certificação ambiental. Foco e bons estudos!

Seção 4.1

O Sistema de Gestão Ambiental, a produção mais limpa e a ecoeficiência nas empresas

Diálogo aberto

O reconhecimento da responsabilidade social como um diferencial competitivo no mercado ocorreu antes do que o da responsabilidade ambiental, entretanto, frente às sérias consequências das atividades humanas no meio ambiental, essa segunda abordagem é indispensável na atualidade. Com a crescente conscientização por parte da população da necessidade de um ambiente ecologicamente equilibrado, as empresas enfrentam grandes desafios estratégicos para compreender e incorporar práticas adequadas ao seu serviço/produto. Em seu cotidiano, você já deve ter se deparado com propagandas relacionadas à responsabilidade ambiental. Recorda-se de alguma?

Os conhecimentos adquiridos por meio do estudo das três unidades anteriores são a base para ampliar o olhar, a fim de planejar, gerenciar e executar as atividades de diagnóstico, avaliação de impacto e proposição de medidas mitigadoras relacionadas a um serviço/produto. Neste momento, você é parte de uma equipe multidisciplinar que foi contratada por um centro educacional para compor um levantamento de melhorias e adequações no processo para certificação ambiental da sua empresa, que obteve uma péssima avaliação de responsabilidade ambiental em um evento internacional da área. Nesta primeira etapa do desenvolvimento do levantamento, a equipe decide focar no estudo do conceito de produção mais limpa e identificar, a partir de uma visita, oportunidades de melhorias com base neste método para dois setores do centro educacional: água/energia e resíduos.

O que é gestão ambiental? O que é produção mais limpa? Quais fatores interferem positivamente para a adoção dessas práticas em uma empresa? Como um centro educacional pode se adequar à aplicação dessas práticas? Considerando os três níveis básicos da Produção Mais Limpa, elabore ações relacionadas à água/energia e a resíduos para incorporar no centro educacional.

Para auxiliá-lo neste primeiro momento, iremos abordar o conceito de gestão ambiental, dois exemplos de modelos de gestão ambiental e alguns tópicos correlacionados. Preparado para começar?

Não pode faltar

Vimos no decorrer da disciplina que gerenciamos inadequadamente diversos recursos naturais. Tal realidade demonstra a importância e necessidade de uma sólida legislação relacionada ao meio ambiente que, no caso do Brasil, foi construída recentemente. Adicionalmente, aprendemos que é importante conhecer métodos de controle ambiental para propor alternativas às contaminações ambientais que, usualmente, encontramos em nossas atividades industriais. Infelizmente, as indústrias são ditas como as “vilãs” do meio ambiente, pois dados estatísticos relatam que são poucas aquelas que se preocupam em tornar mais eficientes ecologicamente seus processos produtivos.

Do que adianta o dito “progresso” se a qualidade de vida da população decai ano após ano? A concepção do desenvolvimento sustentável norteia o atual debate sobre a questão ambiental em qualquer setor das atividades humanas. Mas você sabe o que é desenvolvimento sustentável (DS)? Embora o DS não contemple a temática desta disciplina, é importante saber que é um desenvolvimento humano que almeja a equidade social, a prudência ecológica e a eficiência econômica (SACHS, 1993). Um de seus pontos fundamentais foi abordado no relatório “Nosso Futuro Comum”, que destacou a responsabilidade e o impacto das atividades industriais no DS e consolidou a visão da elevada qualidade ambiental que, poderia ser alcançada por meio de boas práticas industriais e produzindo mais com menos.



Pesquise mais

Ficou curioso a respeito do desenvolvimento sustentável e deseja saber mais sobre o assunto? Sugerimos a leitura do capítulo 1 do livro a seguir:

REIS, L. B. Desafios do desenvolvimento sustentável. In: _____. **Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. rev. e atual. Barueri: Manole, 2012. Disponível em: <<https://bibliotecavirtual.com>>. Acesso em: 13 ago. 2017.

Instaura-se, assim, a partir deste contexto, a necessidade das empresas incorporarem internamente em seus quadros a importância da adoção de práticas ambientalmente corretas e surge o denominado Sistema de Gestão Ambiental (SGA), já mencionado anteriormente.

Dentre o conjunto de princípios voltados para a gestão ambiental no ambiente corporativo, um marco foi a Carta de Roterdã, elaborada pela Câmara de Comércio Internacional, em 1991. No documento constam mais de dez princípios que norteiam o ambiente corporativo. Veja três exemplos de princípios de acordo com Valle (2002):

- **Prioridade na empresa:** reconhecer a gestão do ambiente como uma das principais prioridades na empresa e como fator dominante do desenvolvimento sustentável; e estabelecer política, programas e procedimentos para conduzir as atividades de modo ambientalmente seguro.
- **Formação do pessoal:** formar, treinar e motivar o pessoal para desempenhar suas atividades de maneira responsável em face do ambiente.
- **Pesquisas:** realizar ou patrocinar pesquisas sobre impactos ambientais das matérias-primas, dos produtos, dos processos, das emissões e dos resíduos associados às atividades da empresa e sobre os meios de minimizar tais impactos adversos.

Após essa primeira iniciativa, outras surgiram e, na atualidade, podemos compreender a gestão ambiental como um conjunto de diretrizes e atividades administrativas e operacionais (planejamento, direção, controle, alocação de recursos etc.) com o objetivo de obter efeitos positivos sobre o meio ambiente, evitando, eliminando ou reduzindo os danos ou problemas causados pelas ações humanas à natureza.

O ciclo Plan-Do-Check-Act (Planejar-Fazer-Checkar-Agir), ou PDCA, é utilizado como base para o Sistema de Gestão Ambiental e é muito eficiente, pois permite elaborar planos de trabalhos para qualquer área-problema de modo contínuo. Então, assim que um certo padrão é alcançado, ele já se torna objeto de novos estudos, ou seja, o ciclo se repete, inicialmente para sustentar o padrão alcançado, depois, para superá-lo.



Gestão ambiental é um conjunto de medidas adotadas pela gestão empresarial para evitar, na medida do possível, problemas para o meio ambiente.

De acordo com a literatura, uma proposta de gestão ambiental deve conter no mínimo três dimensões: (1) a dimensão espacial (local, setorial etc.), área na qual espera-se que as ações de gestão tenham eficácia; (2) a dimensão temática (ar, água, etc.), que delimita as questões ambientais às quais as ações se destinam; e (3) a dimensão institucional (empresa, sociedade civil etc.), relativa aos agentes que tomaram as iniciativas de gestão (BARBIERI, 2007). Entretanto, ainda que a proposta tenha um caráter mais padrão, as abordagens empresariais em relação aos seus problemas ambientais podem ser bem diferentes entre si. De acordo com Barbieri (2007), encontramos usualmente três tipos de abordagens empresariais que estão discriminadas no Quadro 4.1 sobre controle da poluição, prevenção da poluição e abordagem estratégica.

Quadro 4.1 | Tipos de abordagens relacionadas aos problemas ambientais executados pelas empresas

Características	Abordagens		
	Controle de poluição	Prevenção da poluição	Estratégica
Preocupação básica	Cumprimento da legislação e resposta às pressões da comunidade.	Uso eficiente dos insumos.	Competitividade.
Postura típica	Reativa.	Reativa e proativa.	Reativa e proativa.
Ações típicas	Corretivas. Uso de tecnologias de remediação e de controle no final do processo (<i>End-of-pipe</i>). Aplicação de normas de segurança.	Corretivas e preventivas. Conservação e substituição de insumos. Uso de tecnologias limpas.	Corretivas, preventivas e antecipatórias. Antecipação de problemas e captura de oportunidades utilizando soluções de médio e longo prazo. Uso de tecnologias limpas.
Preocupação da gestão	Custo adicional.	Redução de custo e aumento de produtividade.	Vantagens competitivas.

Envolvimento da alta administração	Esporádico.	Periódico.	Permanente e sistemático.
Áreas envolvidas	Ações ambientais confinadas nas áreas geradoras de poluição.	Crescente envolvimento de outras áreas como: produção, compras, desenvolvimento de produto e <i>marketing</i> .	Atividades ambientais disseminadas pela organização. Ampliação das ações ambientais para toda a cadeia produtiva.

Fonte: adaptado de Barbieri (2007, p. 118).

A partir do quadro, evidenciamos que não é unânime a forma de tratamento da questão ambiental dentro do setor privado. Ademais, devemos considerar que existe uma ampla gama de atividades empresariais e que algumas delas são em pequena escala e não causam grandes impactos ao meio ambiente. Dessa forma, talvez viabilizar uma abordagem estratégica não seja necessário e apenas a abordagem de prevenção da poluição atenda às necessidades específicas daquela empresa.



Refleta

A empresa pode criar o seu próprio SGA ou adotar um dos modelos genéricos propostos por outras entidades nacionais ou internacionais. Já que esse processo não é obrigatório, quais as vantagens de optar por ele em busca de melhorias no âmbito ambiental da empresa?

Atualmente, o conjunto 14000 elaborado pela International Organization for Standardization (ISO) é uma das normas de gestão ambiental mais conhecidas pelas empresas. As normas relativas aos Sistemas de Gestão Ambiental produzidas pela ISO são: ISO 14001, ISO 14004 e ISO 14061, sendo as duas primeiras de uso geral e, a última, para organizações florestais.



Assimile

O SGA, com base na NBR ISO 14001:2004, utiliza a metodologia PDCA, pois é um método interessante que otimiza o engajamento de todas as áreas da empresa, bem como a condução de cada uma das suas etapas.

A norma ISO 14001 é clara quanto aos seus requisitos, que foram agrupados nestes cinco grandes blocos: política ambiental; planejamento; implementação e operação; verificação; e análise pela

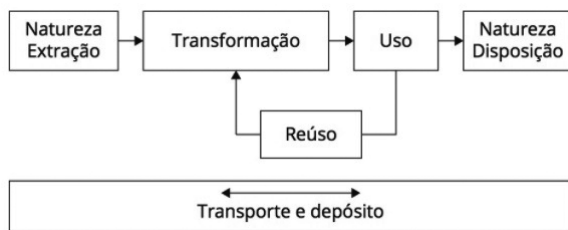
administração. Ou seja, é um ciclo de PDCA e, após a conclusão de um ciclo completo, ele recomeça com novos objetivos, metas e planos. É interessante destacar que o nível de detalhamento e complexidade do SGA, a amplitude da documentação e a quantidade de recursos alocados dependem do porte e da natureza da atividade da instituição e, dessa forma, tal proposta se torna viável até para pequenas empresas.

Dentro desse conjunto de normas, encontram-se expressões que são cada vez mais usuais dentro do ambiente empresarial, por exemplo, “do berço ao túmulo” (*cradle to grave*). Você já ouviu esse termo?

Ele se refere ao instrumento da gestão ambiental aplicável a bens e serviços denominado Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), que levanta todos os estágios dos aspectos ambientais de um bem ou serviço, desde a origem dos recursos no meio ambiente, até a disposição final dos resíduos de materiais e energia após o uso, passando por todas as etapas intermediárias, como beneficiamento, transportes, estocagens e outras (BARBIERI, 2007). De acordo com Barsano e Barbosa (2014), existem duas etapas neste instrumento: (1) inventário – descrição de quais emissões ocorrerão e que matérias-primas são usadas durante a vida de um produto; e (2) análise do impacto – análise dos impactos das emissões e do esgotamento da matéria-prima.

O esquema generalista do ciclo de vida de um produto/serviço é bem simples. Observe o exemplo da Figura 4.1.

Figura 4.1 | Exemplo de ciclo de vida de um produto ou serviço



Fonte: adaptada de Silva e Kulay (2010, p. 316).

Tal instrumento surgiu a partir da verdade de que a produção de qualquer produto pode atingir o meio ambiente de diferentes formas. Nesse sentido, consideramos que os fluxos de matéria e energia envolvidos no ciclo de vida de um produto são medidos e relacionados a diversas categorias de impactos ambientais. Ao final, é possível compreender os danos ou benefícios da fabricação e uso de um produto específico. Dentro do conjunto de normas ISO 14000, existe

uma série que determina a estrutura, os princípios, os requisitos e as diretrizes que devem constar em um estudo ACV e estabelece quatro fases: (1) definição de objetivo e escopo; (2) análise de inventários; (3) avaliação de impactos e (4) interpretação (ABNT, 2009a).

A Avaliação do Ciclo de Vida está sendo adotada por alguns seguimentos desde o fim do século XIX e ganhou reconhecimento de órgãos importantes de nosso país, como o Ministério do Meio Ambiente, que sugere tal instrumento para identificar “as oportunidades para a redução no uso de insumos e a presença da geração de resíduos poluentes” (MMA, 2007, p. 85).

Enquanto a AVC é um instrumento direcionado à tomada de decisões da empresa e pouco é informado ao consumidor, a rotulagem ambiental é direcionada exatamente aos usuários de determinado produto ou serviço. Os “selos ambientais” visam informar os consumidores sobre as características positivas ao meio ambiente presentes em produtos ou serviços específicos (ex.: biodegradabilidade, responsabilidade, uso de material reciclado, eficiência energética etc.).

Existem três tipos de rótulos de acordo com as normas ISO 14000:

Tipo I: são aqueles criados por entidades independentes ou de terceira parte aplicáveis aos produtos que apresentem certos padrões ambientais desejáveis na sua categoria (ABNT, 1999b).

Tipo II: é a autodeclaração de afirmação da qualidade ambiental do produto ou serviço, sem certificação independente e, sim, interna (feita por produtores, comerciantes etc.) (ABNT, 1999a).

Tipo III: são aqueles que trazem informações sobre dados ambientais de produtos, quantificados de acordo com um conjunto de parâmetros previamente selecionados e fundamentados na avaliação do ciclo de vida (ABNT, 2000; BARBIERI, 2007).

Veja exemplos de rótulos ambientais na Figura 4.2.



Reflita

Embora a rotulagem ambiental pareça uma opção interessante e esclarecedora para o consumidor, é necessário ter cuidado com as informações fornecidas. Qual é a garantia de que todas as informações são verdadeiras e realmente significantes para o meio ambiente?



Figura 4.2 | Exemplos de rótulos ambientais encontrados no mercado



Fonte: adaptada de Barsano e Barbosa (2014).

A imagem (A) representa o “Rótulo Ecológico da União Europeia”, que credita produtos com impactos ambientais mais reduzidos ao longo do seu ciclo de vida em comparação a outros produtos convencionais. A imagem (B) representa o “Rótulo Ecológico ABNT” que credita produtos menos agressivos ao meio ambiente.



Pesquise mais

Todos os tópicos apresentados são importantes e estão interligados. Dessa forma, para aprofundar seu conteúdo e sanar dúvidas, sugerimos a leitura do capítulo 19 do livro a seguir:

ERBE, M. C. L. Gestão ambiental na indústria. In: JR., PHILIPPI, A.; SAMPAIO, C. C., FERNANDES, V. (Eds.). Gestão empresarial e sustentabilidade. São Paulo: Manole, 2016. Disponível em: <biblioteca-virtual.com>. Acesso em: 17 ago. 2017.

Entre as diretrizes básicas da gestão ambiental, encontramos modelos criados por várias organizações que são referências para diversas empresas e instituições. Os conceitos de “produção mais limpa” (PML), ou *cleaner production*, e “ecoeficiência”, ambos modelos de uma estratégia ambiental preventiva aplicada a processos, produtos e serviços para minimizar os impactos sobre o meio ambiente (DIAS, 2011), estão entre os mais conhecidos.

A PML, introduzida pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), pode ser sumarizada na adoção de três grandes procedimentos destacados no Quadro 4.2. Nele observamos que a PML é uma estratégia que busca prevenir a geração da contaminação na fonte e não só no fim do processo. Neste escopo, a capacitação de todos os envolvidos é um elemento-chave, bem como a difusão de informação. Adicionalmente, na Figura 4.3 observamos um exemplo

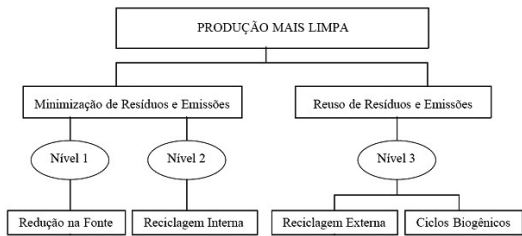
simples desta hierarquia estabelecida a partir dos níveis descritos sumariamente.

Quadro 4.2 | Procedimentos gerais adotados de acordo com a PML quanto aos processos de produção, produtos e serviços

Processos de produção	Produtos	Serviços
Conservando as matérias-primas e a energia, eliminando aquelas que são tóxicas e reduzindo a quantidade e a toxicidade de todas as emissões e resíduos.	Reduzindo os impactos negativos ao longo do ciclo de vida do produto, desde a extração das matérias-primas até sua disposição final, a partir de um <i>design</i> adequado aos produtos.	Incorporando as preocupações ambientais no projeto e fornecimento dos serviços.

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 4.3 | Exemplo de esquema de adoção de Produção Mais Limpa, respeitando a hierarquia de ações do modelo



Fonte: adaptada de Barbieri (2007, p. 137).

A sequência de prioridades apresentada na Unidade 3 desta disciplina também é competente na PML (prevenção, redução, reuso e reciclagem, tratamento com recuperação de materiais e energia, tratamento e disposição final), demonstrando, assim, que as iniciativas para minimizar os impactos no meio ambiente são coerentes entre si e buscam a mesma linguagem.

Já a ecoeficiência, introduzida pela World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), em 1992, baseia-se na compreensão de que a redução de materiais e energia por unidade de produto ou serviço aumenta a competitividade da empresa e, concomitantemente, reduz as pressões sobre o meio ambiente, na origem do recurso ou na deposição dos resíduos (BARBIERI, 2007). Assim como a PML, a ecoeficiência é um modelo de gestão ambiental que, inclusive, possui muitas semelhanças com o primeiro. Entre as áreas destacadas por Dias (2011) que são oportunidades para melhorar a ecoeficiência, temos:

- **A reorientação dos processos:** os processos industriais

podem ser reorientados para reduzir o consumo de recursos, diminuir contaminação, aumentar o uso de materiais reciclados etc., assegurando a redução de custo.

- **A revalorização dos subprodutos:** por meio da cooperação com outras empresas, pode-se incentivar a revalorização de diferentes produtos.
- **O redesenho dos produtos:** o *design* dos produtos segundo critérios ecológicos e a compra ambientalmente correta têm muita importância porque definem a funcionalidade do produto.
- **A recolocação dos mercados:** as empresas inovadoras vão além do exposto até o momento e buscam novas maneiras de satisfazer as necessidades dos clientes e se recolocar em novos mercados.

Esses e outros modelos de gestão ambiental são importantes, pois estão demonstrando que é possível as empresas alcançarem os objetivos em suas áreas de atuação na economia, sem precisar degradar o meio ambiente, e, ainda, acrescentar sua contribuição social por meio dessas vertentes, desde que haja comprometimento dos diferentes agentes envolvidos no processo (poder público, empresa, consumidores etc.) (BARSANO, 2014).



Pesquise mais

Para ampliar seus estudos e solidificar conteúdos, sugerimos a leitura do artigo a seguir:

FERNANDES et al. Um estudo da produção mais limpa na gestão ambiental. Revista Augustus, v. 20, n. 39, p. 52-64, 2015. Disponível em: <<http://apl.unisuam.edu.br/revistas/index.php/revistaaugustus/article/view/19811896.2015v20n39p52/556>>. Acesso em: 23 jul. 2017.

A partir dessa visão global, o setor privado sentiu a necessidade de aderir oficialmente em sua política empresarial a responsabilidade ambiental. Essa adesão torna-se concreta quando as empresas passam a realizar um conjunto de atividades, que podem ser individuais ou coletivas, com o objetivo de alcançar a sustentabilidade em seu serviço ou produto. Fatores externos podem induzir respostas imediatas das empresas, como o poder público, a sociedade, o mercado e os fornecedores. Observe o Quadro 4.3 que mostra as diferentes influências destes fatores externos nas atividades empresariais.

Quadro 4.3 | Exemplos de influência externa para a adoção de medidas ecologicamente corretas pelas empresas

Fator externo	Tipo de influência nas atividades empresariais
O estado	Exerce o papel de regulador formal das empresas por meio de legislação ambiental e medidas adicionais realizadas por estas em todos os níveis.
A comunidade	Exerce o papel de regulador informal das empresas, pois é afetada drástica e rapidamente em casos de contaminação e dano ambiental.
O mercado	Envolve diretamente a visão do mercado em relação à empresa como uma benfeitora ou não do meio ambiente, possibilitando abertura de novos mercados ou não.
O fornecedor	Envolve a totalidade de uma cadeia produtiva ambientalmente correta. Exigindo-se de todos os fornecedores mudança de ordem prática para atingir esse objetivo central.

Fonte: adaptado de Dias (2011, p. 58-60).

Entretanto, por que ainda é tão difícil ver esses e outros modelos de gestão ambiental sendo adotados pelos diferentes seguimentos empresariais de nosso país? Você observou os diversos pontos positivos desta gestão, não é mesmo?

Por incrível que pareça, existem vários fatores que afetam a adoção do conceito de tecnologia mais limpa (OECD, 1995). vejamos três exemplos: (1) estruturais, que podem ser a necessidade de modificar a equipe já instalada; (2) atraso dos programas educativos que, por exemplo, não preveem mudanças tecnológicas; (3) falta de comunicação entre os diversos grupos existentes no interior das empresas. Dessa forma, não podemos permanecer inertes, pois também são vários os incentivos para a adoção do conceito de tecnologia mais limpa, tais como: (a) os investimentos e os benefícios econômicos; (b) as vantagens que podem ser obtidas no mercado; (c) a diminuição de riscos e danos ambientais; etc.

Adicionalmente a todos esses fatores expostos, é pertinente que o poder público e a população em geral também assumam a sua cota de responsabilidade frente à mudança de visão em relação ao conceito de tecnologia mais limpa. Com todo esse esforço conjunto, mudanças serão percebidas mais rapidamente e serão um incentivo para novas ações em busca da sustentabilidade em todos os setores da vida humana.

Sem medo de errar

Está pronto para resolver a primeira situação disponibilizada nesta unidade? Vamos relembrar rapidamente o contexto utilizado: você é integrante de uma equipe multidisciplinar que foi contratada para compor um levantamento de melhorias e adequações visando à futura certificação ambiental de um centro educacional. Como primeiro passo, é decidido construir um esquema baseado no conceito de Produção Mais Limpa para dois setores do centro educacional: água/energia e resíduos.

Antes de dar continuidade à construção esquemática, vamos fundamentar nossa proposta respondendo às questões apresentadas.

O que é gestão ambiental? É um conjunto de diretrizes e atividades administrativas e operacionais (planejamento, direção, controle, alocação de recursos etc.) com o objetivo de obter efeitos positivos sobre o meio ambiente, evitando, eliminando ou reduzindo os danos ou problemas causados pelas ações humanas na natureza. Existe atualmente uma série de propostas ou modelos de gestão ambiental que buscam se atualizar de acordo com a evolução das medidas de controle de poluição e gestão empresarial. A visão da gestão parte da relação dos problemas ambientais assumidos pela empresa (controle, prevenção ou estratégico) e em muitos casos é o ponto inicial para a incorporação efetiva do Sistema de Gestão Ambiental na corporação.

A segunda pergunta quer saber quais fatores interferem positivamente na adoção da Produção Mais Limpa e gestão ambiental em uma empresa. Entre esses fatores foram citados três exemplos: (1) os investimentos e os benefícios econômicos; (2) as vantagens que podem ser obtidas no mercado; e (3) a diminuição de riscos e danos ambientais. Assim, não podemos nos limitar somente a esses benefícios da incorporação da gestão ambiental, pois diversos outros exemplos podem ser fornecidos de acordo as atividades específicas da empresa que optou pela mudança.

Para finalizar, questiona-se: o que é Produção Mais Limpa? É um modelo de estratégia ambiental preventiva aplicada a processos, produtos e serviços para minimizar os impactos sobre o meio ambiente, introduzido pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), em 1989. Nele são adotadas uma série de procedimentos quanto aos processos de produção, produtos e

serviços que irão remodelar a forma de abordagem da empresa em relação aos problemas ambientais.

Muito bem! Agora que você compreende o escopo da adoção da Produção Mais Limpa e conhece o que é a gestão ambiental, como considera que um centro educacional pode se adequar para incorporar tais práticas? Como vimos, a Produção Mais Limpa possui uma hierarquia de ações que devem direcionar as mudanças nas organizações para sua efetiva implementação. Dessa forma, optando pela prevenção, redução, reuso e reciclagem, tratamento com recuperação de materiais e energia e tratamento e disposição final a organização estará incorporando a base da PML em sua unidade.

Para finalizar a questão, construa um esquema de adoção de Produção Mais Limpa a partir do exposto na Figura 4.3 e apresente ao menos duas ações relacionadas à água/energia para cada nível da PML deste centro educacional.

Veja exemplo:

Produção Mais Limpa -> Minimização de resíduos e emissões -> Nível I -> Adoção de medidas para economia de água em banheiros e bebedouros.



Pesquise mais

Para ajudar na construção preliminar deste tópico, sugerimos a leitura do artigo a seguir:

ENGELMAN et al. Ações de gestão ambiental nas instituições de ensino superior: o que tem sido feito. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 3, n. 1, p. 22-33, 2009. Disponível em: <<https://rgsa.emnuvens.com.br/rgsa/article/view/115/56>>. Acesso em: 23 jul. 2017.

Use as respostas das questões para fundamentar sua defesa na adoção imediata das medidas do esquema de PML para o centro educacional.

Avançando na prática

Proativo ou reativo

Descrição da situação-problema

No município X ocorreu um vazamento de produtos químicos de uma indústria instalada no local. Após a liberação de

informações de laudos periciais, a população ficou alarmada com a possibilidade de contaminação de rios da região e solicitou ao poder público uma audiência para maiores esclarecimentos. Você, um engenheiro da área ambiental que participou dos laudos, foi convocado para esta reunião para esclarecer algumas dúvidas da população, se necessário.

Já na reunião, um morador questiona a equipe de gestão pública sobre a forma de gestão ambiental da indústria. O representante público presente afirmou que as indústrias instaladas no município possuem uma postura proativa em relação à forma de tratar a temática de poluição. Ainda afirmou que essas indústrias utilizam o proposto pelo método conhecido como *end-of pipe*. Como o morador não conhece o termo técnico, é solicitado que você explique-o e conclua se a postura da fábrica é ou não proativa.

Resolução da situação-problema

Consideramos que, após o estudo desta seção, você está apto a fazer essa explicação, entretanto, gostaríamos de lembrar que, como se trata de um público não técnico, é pertinente simplificar ao máximo os termos e ser direto.

O tratamento *end-of pipe*, ou também conhecido como “controle de poluição”, considera basicamente o tratamento da poluição, focando na tentativa de neutralizar os efeitos ambientais negativos gerados por determinadas atividades produtivas. Neste sentido, esse controle usualmente é realizado por meio de ações localizadas e pouco articuladas entre si.

Podemos concluir, então, que essa postura ambiental apresenta uma atitude reativa em relação ao tratamento da poluição e não pode ser considerada uma opção proativa da questão. Para ser considerada uma opção proativa, as fábricas da região deveriam optar pela prevenção da poluição ou pelo denominado tratamento estratégico.

Faça valer a pena

1. A rotulagem ambiental consiste na certificação de produtos adequados ao uso que, em relação a produtos comparáveis disponíveis no mercado, apresentam menor impacto no meio ambiente. Em relação a esse instrumento da gestão ambiental, analise as seguintes afirmações:

I. A rotulagem ambiental do tipo I é aquela conferida a partir de uma autodeclaração.

II. Todas as rotulagens ambientais dependem de certificações externas.

III. Apenas a rotulagem tipo III leva em conta o ciclo de vida produto. Analise as frases e assinale a alternativa que apresenta apenas as opções corretas:

a) I, apenas.

d) I e II, apenas.

b) II, apenas.

e) II e III, apenas.

c) III, apenas.

2. Considerando o processo de certificação ambiental de organizações, regulamentado pela NBR ISO 4001:2004, leia o que se afirma nas sentenças:

I. Apenas empresas que exerçam atividades consideradas potencialmente poluidoras ao meio ambiente podem requerer a certificação.

II. O SGA com base na NBR ISO 14001:2004 utiliza a metodologia PDCA (*Plan, Do, Check e Act*).

III. Não é necessário um processo de auditoria para verificar se a organização continua a atender aos requisitos da norma.

Analise as frases e assinale a alternativa que apresenta apenas as opções corretas:

a) I, apenas.

d) I e II, apenas.

b) II, apenas.

e) I e III, apenas.

c) III, apenas.

3. A gestão ambiental envolve um conjunto de medidas e procedimentos que visa reduzir e controlar os impactos introduzidos por um processo, produto ou serviço sobre o meio ambiente. Atualmente, é uma medida obrigatória para empresas que querem expandir mercado.

Nesse contexto, um programa de gestão ambiental engloba:

a) Uma política ambiental clara e fundamentada em todas as áreas da empresa.

b) Uma proposta limitada ao produto e que não contempla todos os segmentos empresariais.

c) Uma estratégia ambiental preventiva aplicada apenas a processos de produção.

d) Uma visão do mercado em relação à empresa como uma benfeitora ou

não do meio ambiente.

e) Uma necessidade de modificar a equipe já instalada.

Seção 4.2

Gestão de riscos e prevenção de incêndios e desastres

Diálogo aberto

Após uma ampla reflexão sobre a gestão ambiental e os conceitos correlacionados que demonstraram a importância deste tema para o setor empresarial no século XXI, esperamos que esteja preparado para ampliar sua visão a respeito de uma temática muito pertinente, tanto em nível individual como coletivo: a segurança. Frequentemente, somos informados pela mídia sobre casos de acidentes de trabalho, desastres, incêndios etc., que nos deixam abalados, não é mesmo? Você sabia que existem propostas metodológicas para análise de risco? E, dessa forma, se existe uma maneira de analisá-los, também é possível gerir esses riscos e/ou desastres?

Este é justamente o tema da nossa seção: o gerenciamento de risco visando à prevenção de sua ocorrência. Através de seu desenvolvimento, você deverá compreender conceitos e terminologias relacionadas ao tema, bem como assimilar que o risco é um fator calculável e que pode ser gerenciado em favor do bem-estar individual e coletivo.

Para tanto, vamos relembrar o contexto de aprendizado em que você foi inserido no início desta unidade. Você faz parte de uma equipe multidisciplinar que foi contratada pelo diretor de um centro educacional para buscar soluções a fim de melhorar a imagem da empresa após um desastroso desempenho de gestão ambiental verificado em um evento internacional. Assim, sua equipe precisa entregar um levantamento de melhorias e adequações para certificação ambiental do centro.

Vocês já finalizaram a primeira etapa por meio da elaboração de uma sugestão de incorporação de Produção Mais Limpa no local, escolhendo um esquema generalista para demonstrar as ideias preliminares. Neste momento, decidem focar na análise de risco do centro educacional para posteriormente elaborar um plano de gerenciamento de risco a médio prazo para parte das dependências da instituição: salas de aula e refeitório.

Neste sentido, reflita sobre os seguintes pontos que guiam o assunto desta seção e a elaboração da segunda etapa do desafio, que foi proposto no “Convite ao Estudo”: qual a diferença entre perigo e risco? Existe uma metodologia de análise de riscos? Ela é confiável? Como podemos realizar o gerenciamento de riscos?

Com a finalidade de ajudá-lo, veremos nesta seção conceitos de riscos e perigos, avaliação, gerenciamento e mitigação de riscos e desastres. Vamos começar!

Não pode faltar

Na seção anterior foi apresentado como a gestão ambiental no ramo empresarial é uma necessidade, pois, além de conferir significativas melhorias ambientais que colaborarão para um mundo mais sustentável, sua incorporação possibilita um diferencial de mercado em relação aos concorrentes. A gestão ambiental é uma opção real e a NBR ISO 14001 tem sido o instrumento mais utilizado para desenvolver essa gestão em empresas industriais.

Além da adequada gestão ambiental no ambiente empresarial, temos outras considerações que são de extrema importância tanto para a comunidade interna (funcionário) quanto para a sociedade em geral. Você já se perguntou a quantos riscos estamos expostos diariamente para desenvolver nossas atividades produtivas? É possível analisar e gerir estes riscos visando a nossa segurança individual e coletiva?

Sim, com certeza toda essa problemática já foi estudada por especialistas e propostas de análise e gerenciamento de risco são importantes na atualidade. Antes de continuarmos essa explanação, é necessário ressaltar alguns conceitos importantes (BARSANO, 2014):

- **Perigo:** fonte, situação ou evento com potencial de causar dano à integridade física do trabalhador, equipamento ou instalações dentro do ambiente de trabalho.
- **Risco:** probabilidade de ocorrência de determinada condição potencialmente perigosa à integridade física do trabalhador, equipamento ou instalações dentro do ambiente de trabalho.

- **Análise de risco:** avaliação integrada de riscos inerentes de alguma atividade, produto, sistema etc.
- **Gestão de riscos:** modelo que orienta a tomada de decisão para que um determinado risco ou perigo não ocorra (eliminação ou mitigação).

Percebemos, então, que o perigo é a fonte geradora do risco. Ambos os conceitos – perigo e risco – estão incorporados a tantas áreas (indústria de seguros, engenharia etc.) que não causa surpresa o fato de eles terem diferentes definições (DAMODARAN, 2009). Para fins metodológicos, nesta disciplina consideraremos os conceitos generalistas apresentados.



Exemplificando

Para compreender com efetividade a diferença entre perigo e risco, observe o seguinte exemplo:

Ação: lavar o piso do local de trabalho.

Perigo: piso escorregadio.

Risco: queda, ferimento etc.

Os agentes de risco são divididos em cinco grupos diversos: químicos, físicos, biológicos, ergonômicos e riscos de acidentes de trabalho, e podem causar danos em função de sua natureza, concentração, intensidade, suscetibilidade ou tempo de exposição. Podemos quantificar o risco com o auxílio de métodos estatísticos ou modelos, verificando sua probabilidade de ocorrência e gravidade das consequências. Com essa quantificação em mãos, avaliamos os riscos encontrados a partir de critérios previamente estabelecidos e buscamos realizar uma gestão adequada destes a partir de um modelo que orienta as tomadas de decisão para que um determinado risco não ocorra, seja eliminado ou mitigado.



Refleta

Uma vez que produzimos inúmeros riscos a nós mesmos, nossa sociedade é conhecida como "sociedade do risco". Visando a nossa

qualidade de vida, não passa a ser urgente a incorporação destes métodos para a construção de sociedades sustentáveis e resilientes?

De acordo com a literatura, a análise e gerenciamento de risco tem como objetivo viabilizar a implantação de um processo que possibilite a identificação, a análise, o tratamento e a gestão dos riscos e oportunidades inerentes às atividades de uma corporação. É um processo que exige uma sequência de ações com base no modelo escolhido como base.

O primeiro passo para lidar com o risco é elaborar o Plano de Gerenciamento de Risco (PGR) ou Programa de Gerenciamento de Risco, que possui o objetivo principal de executar, monitorar e controlar o gerenciamento de risco na organização. Ele descreve a abordagem que será usada para identificar, analisar, priorizar, monitorar e diminuir os riscos. É de responsabilidade do empreendedor a implantação, atualização e cumprimento do plano e deve ser atualizado quando houver alguma mudança nos riscos ou nas estratégias empregadas.

De acordo com Valle e Lage (2003), esses planos na área ambiental apresentam várias etapas distintas, desde identificação, avaliação (qualitativa e quantitativa), treinamento de equipe, manutenção de equipamentos, até levantamento de dados de segurança de produtos, investigação de acidentes, seguros ambientais e auditorias internas.



Assimile

A análise e gerenciamento de riscos é uma maneira eficaz de evitar ou eliminar a possibilidade de eventos danosos que podem prejudicar sua empresa ou instituição, desde lesão de funcionários até a integridade da construção.

Entre as metodologias ou ferramentas de análise de risco que podem ser empregadas no PGR, conhecemos diversas, as quais podemos citar: a *Failure Mode Effect Analysis* – FMEA (Análise dos modos de falhas e seus efeitos), *Hazard and Operability Studies* – HAZOP (Análise de operabilidade de perigos) e a NBR ISO 31000: 2009b. As duas primeiras ferramentas descritas utilizam basicamente o seguinte processo:

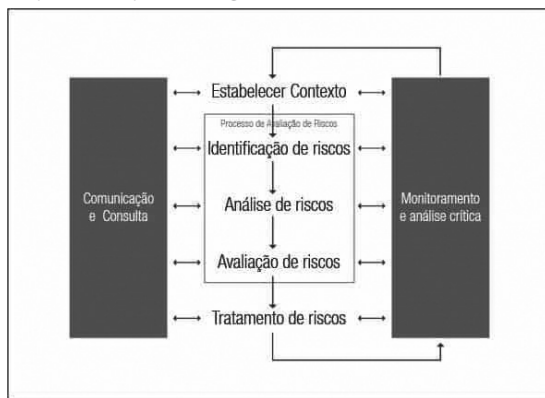
- Identificação dos perigos: determinação dos condicionantes

que podem colocar em risco funcionários, processos, estrutura etc.

- Quantificação dos riscos: estima-se de forma quantitativa os riscos, sua magnitude e consequências.
- Determinação do risco aceitável: pertinente para riscos com mínima probabilidade de ocorrência.
- Definição da estratégia de gestão do risco: escolha do método constante de gestão para uma convivência com os riscos existentes, ou seja, que não puderam ser eliminados.

Já a metodologia proposta pela NBR ISO 31000:2009b apresenta algumas peculiaridades, principalmente a etapa preliminar à análise de risco, denominada contexto. Neste estabelecimento, a norma pede a classificação se os riscos são de contexto interno ou externo e critérios que a própria empresa estabelece. São exemplos de contexto externo o social, o tecnológico, o cultural etc., e, de interno, a estrutura organizacional, processos, recursos etc. A Figura 4.4 apresenta um esquema resumido proposto nesta normativa.

Figura 4.4 | Exemplo de esquema de gestão e análise de risco



Fonte: adaptada de ABNT (2009b, p. 6).

Através do esquema, percebemos que o processo de gerenciamento de riscos é contínuo e, entre suas etapas fundamentais, encontram-se a comunicação e a consulta de riscos. As partes interessadas (*stakeholders*), ou seja, pessoa ou organização que pode afetar, ser afetada por, ou se achar afetada por uma decisão ou atividade, tem papel central neste intercâmbio de informações. A falha na comunicação de uma parte interessada já pode ser caracterizada

como um risco e tal ato imprudente pode ter consequências negativas neste relacionamento empresarial específico. São exemplos de partes interessadas: órgãos do governo, autoridades reguladoras, clientes, fornecedores, funcionários terceirizados etc.

Em um cenário de risco, é provável que as partes interessadas formem suas opiniões com base em suas percepções em diversas questões, como: diferenças em valores, necessidades, suposições, conceitos e preocupações. Dessa forma, sempre a fim de obter um bom relacionamento empresarial, é importante que as percepções das partes interessadas sejam identificadas, registradas e levadas em consideração no processo de tomada de decisões em relação ao gerenciamento de riscos. Para alcançarmos uma boa comunicação de risco, é necessário seguirmos alguns critérios básicos, como clareza, objetividade, regularidade e oportunidade durante o compartilhamento de informações (QSP, 2009).



Pesquise mais

Para ampliar seu conhecimento, sugerimos a leitura do capítulo 1 do livro:

BARSANO, P. R. **Controle de riscos**: prevenção de acidentes no ambiente ocupacional. São Paulo: Érica, 2014. Disponível em: <biblioteca-virtual.com>. Acesso em: 3 ago. 2017.

Em seguida, sua leitura será direcionada a um tópico mais restrito e ligado aos riscos ambientais através do artigo de: SERPA, R. R. Gerenciamento de riscos ambientais. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 5, p. 101-107, 2002. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/made/article/view/22120/14484>>. Acesso em: 30 jul. 2017.

Paralelo ao tema riscos, devemos discutir a temática de incêndios e desastres no Brasil. Você já se perguntou quais ações preventivas são adequadas frente a alguma destas duas situações? Grandes incêndios com centenas de mortes foram manchete recentemente em nosso país e o que aprendemos com essa triste realidade?

A Segurança Contra Incêndio (SIC) é uma área científica do conhecimento que merece investimentos pesados para diminuir as perdas (desde humanas a materiais) devido a incêndios. Internacionalmente, essa questão vem ganhando força em diversos países desenvolvidos, entretanto, ainda é um grande desafio no cenário

nacional. Sumariamente, é uma tendência mundial exigir que todos os materiais, componentes, sistemas construtivos, equipamentos e utensílios usados nas edificações sejam analisados e testados do ponto de vista da SIC.

O Brasil, um país em crescimento, que está ampliando suas atividades em áreas de potencial risco de incêndio, como a petrolífera, biodiesel ou mesmo construindo grandes obras públicas, evidencia em cada momento a necessidade de incorporar o SIC em suas metas e educar a população para as mudanças necessárias para um bem coletivo.



Exemplificando

Um incêndio de grandes proporções no Brasil ocorreu no Gran Circo Norte-Americano, em Niterói/RJ, no dia 17 de dezembro de 1961. No fim do espetáculo, um incêndio tomou conta da lona. Em menos de cinco minutos, ela caiu sobre os dois mil e quinhentos espectadores. Entre as principais causas da tragédia, podemos citar a ausência dos requisitos de escape para os espectadores, a inexistência de pessoas treinadas para conter o pânico e orientar o escape etc. Essa tragédia resultou na morte de 250 pessoas e 400 feridos.

Mais de 40 anos depois desta tragédia, o município de Santa Maria/RS presenciou a segunda maior tragédia do Brasil em número de vítimas em um incêndio. O incêndio da Boate Kiss, iniciado por um sinalizador disparado no palco em direção ao teto, resultou na morte de 242 pessoas e feriu outras 680.

O fogo é o processo de combustão caracterizado pela emissão de calor e luz e um incêndio é um fogo fora de controle (ABNT, 1997). A prevenção de incêndios é sempre a melhor opção, entretanto, nem sempre escolhas relacionadas a essa questão estão no poder da população, por exemplo, o uso de materiais adequados nas construções.

O termo "prevenção de incêndio" é relacionado tanto à educação pública como às medidas de proteção contra incêndio em um edifício. A implantação da prevenção de incêndio se faz por meio de atividades que visam evitar o surgimento do fogo fora de controle, possibilitar sua extinção e reduzir seus efeitos antes da chegada do corpo de bombeiros.



Por meio da educação, a população é preparada e passa a conhecer as medidas de segurança a fim de prevenir o surgimento de incêndios nos diversos locais. Adicionalmente, outras informações são fundamentais na prevenção, como os procedimentos para a manipulação de produtos perigosos e, também, os perigos das práticas que geram riscos de incêndio.

De acordo com a literatura, a prevenção de incêndios possui quatro objetivos: (1) a garantia da segurança à vida das pessoas que se encontrarem no interior de um edifício, quando da ocorrência de um incêndio; (2) a prevenção da conflagração e propagação do incêndio, envolvendo todo o edifício; (3) a proteção do conteúdo e a estrutura do edifício; (4) a minimização dos danos materiais de um incêndio. Estes objetivos são alcançados a partir de uma série de medidas descritas a seguir (SÃO PAULO, 2011):

- Controle da natureza e da quantidade de materiais combustíveis constituintes e contidos no edifício.
- Dimensionamento da compartimentação interna, do distanciamento entre edifícios e da resistência ao fogo dos elementos de compartimentação.
- Dimensionamento da proteção e de resistência ao fogo da estrutura do edifício.
- Dimensionamento de sistemas de detecção e alarme de incêndio e/ou de sistemas de chuveiros automáticos de extinção de incêndio e/ou equipamentos manuais para combate.
- Dimensionamento das rotas de escape e dos dispositivos para controle do movimento da fumaça.
 - Controle das fontes de ignição e riscos de incêndio.
 - Acesso para os equipamentos de combate a incêndio.
 - Treinamento de pessoal habilitado a combater um princípio de incêndio e coordenar o abandono seguro da população de um edifício.
 - Gerenciamento e manutenção dos sistemas de proteção contra incêndio instalado.
 - Controle dos danos ao meio ambiente decorrentes de um incêndio.

Em 2017, ocorreu uma alteração legislativa que altera algumas das diretrizes relacionadas a incêndios e desastres em estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público. A Lei n. 13.425/2017 clara e estabelece medidas gerais para prevenção e combate de incêndios e desastres. Em relação às medidas de mitigação, podemos defini-las como todas aquelas tomadas com a finalidade de reduzir as probabilidades de ocorrência e redução dos efeitos de sua ocorrência.



Pesquise mais

Considerando sua formação, é fundamental você estar atualizado no assunto. Sugerimos a leitura complementar do segundo capítulo do livro a seguir.

SEITO et al. (Coord.). A segurança contra incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto, 2008. p. 496. Disponível em: <http://www.ccb.policiamilitar.sp.gov.br/icb/wp-content/uploads/2017/02/aseguranca_contra_incendio_no_brasil.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2017.

A ocorrência de um desastre, independentemente das causas, aumenta com o fato de vivermos com tantas incertezas em nosso dia a dia. O termo "desastre" apresenta uma séria interrupção do funcionamento de uma comunidade, causando mortes e/ou importantes perdas materiais ou ambientais, as quais excedem a capacidade da comunidade afetada de lidar com a situação. Existem desastres naturais e aqueles ocasionados por ações humanas e, em ambos os casos, existem diretrizes para seguir antes, durante e após o ocorrido de acordo com Tominaga, Santoro e Amaral (2012).

Ações antes do desastre:

- Preventivas: ações voltadas a evitar um evento danoso.
- Mitigadoras: ações que minimizem o impacto do evento danoso.
- De preparação: ações de resposta a uma situação de desastre.
- De alerta: corresponde ao aviso formal de perigo eminente.

Ações durante o desastre:

- Resposta ao fato: são atividades que ocorrem no momento do desastre ou logo após. Envolvem ações de assistência aos feridos, resgate dos sobreviventes, evacuação da área etc.

Ações após o desastre:

- Reabilitação: ocorre logo após a situação de emergência, com o restabelecimento de serviços vitais para a comunidade.
- Recuperação: ações de reconstrução para reparar os danos causados pelo desastre e apoiar o restabelecimento da rotina da comunidade.

Tais ações são, em um primeiro momento, atribuição do poder público, principalmente, das instituições ligadas ao Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil, entretanto, a população não pode se eximir de parte da responsabilidade das ações frente a um desastre. As iniciativas educativas são importantes justamente para esclarecer dúvidas e preparar a população para estes casos. Adicionalmente, o papel da ciência e tecnologia merece ser destacado, já que fornecem meios para a sociedade ampliar seus conhecimentos acerca dos incêndios e desastres e formas de prevenir, mitigar e se recuperar dos mesmos (UNESCO, 2005).



Pesquise mais

Considerando a questão tecnológica como uma aliada em termo de ocorrência de incêndio e desastres, sugerimos a leitura do artigo a seguir.

SILVINO, M. S. Inclusão da tecnologia wireless para sistema de alarme e detecção de incêndio no mercado brasileiro. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 9, n. 1, 2017. Disponível em: <<http://www.revistaret.com.br/ojs-2.2.3/index.php/ret/article/view/603>>. Acesso em: 30 jul. 2017.

Sem medo de errar

Preparado para cumprir a segunda etapa do desafio lançado a você no início da unidade? Vamos lembrar o contexto fictício no qual foi inserido.

Você é um engenheiro que faz parte de uma equipe multidisciplinar que foi contratada para entregar um levantamento de melhorias e adequações para certificação ambiental de um centro educacional. Nesta etapa do levantamento, vocês estão focados na análise de risco do centro educacional e decidiram que, posteriormente, irão elaborar um plano de gerenciamento de risco a médio prazo para parte das dependências da instituição: salas de aula e refeitório.

Com esse objetivo em mente, e após uma busca na literatura da área, percebem que será necessário esclarecer algumas dúvidas comuns sobre a análise e gerenciamento de risco e preparam um texto orientado a partir das seguintes perguntas: qual a diferença entre perigo e risco? Existe uma metodologia de análise de riscos, ela é confiável? Como podemos realizar o gerenciamento de riscos?

Conhecida como “sociedade de risco”, a atual geração, com certeza, precisa incorporar a análise e gestão de riscos em empresas e instituições. Para tanto, é necessário perceber que perigo é diferente de risco, embora os termos estejam relacionados.

O perigo é a fonte, situação ou evento com potencial de causar dano à integridade física do trabalhador, equipamento e instalações dentro do ambiente de trabalho. Enquanto o risco é a probabilidade de ocorrência de determinada condição potencialmente perigosa à integridade física do trabalhador ou ao equipamento ou às instalações dentro do ambiente de trabalho. O perigo é a fonte do risco. Adicionalmente, é importante ressaltar que, como existem diversos contextos que essas duas palavras podem ser inseridas, ainda observamos diferenças em seu conceito, dependendo da área de foco.

Como vimos, a primeira etapa é elaborar um Plano de Gerenciamento de Riscos (PGR), que irá sumariamente descrever como executar, monitorar e controlar o gerenciamento de risco na organização. Existem diversas metodologias ou ferramentas de análise de risco, entre as quais podemos citar: *Failure Mode Effect Analysis* – FMEA (Análise dos modos de falhas e seus efeitos), *Hazard and Operability Studies* – HAZOP (Análise de operabilidade de perigos) e a NBR ISO 31000:2009b. Todas são confiáveis, pois utilizam de metodologias claras e com critérios quantitativos para resultar na análise e gestão dos riscos encontrados.

Como indicado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, optamos por abordar a metodologia sugerida na NBR ISO 31000. Ela desenvolve um processo contínuo central que compreende as etapas de (1) estabelecimento do contexto, (2) identificação dos riscos, (3) análise dos riscos, (4) avaliação dos riscos e (5) tratamento dos riscos. Em intercâmbio direto com esse processo central temos ainda duas áreas denominadas comunicação e consulta de riscos e monitoramento e análise crítica de riscos. Essa proposta apresenta

peculiaridades em relação a outras que existem, entretanto, é precisa e dinâmica suprimindo as necessidades para uma adequada análise e gestão de riscos desde uma indústria até uma instituição pública. Relembre o esquema geral desta proposta na Figura 4.4.

Agora, para concretizar essa etapa e defender a implantação de uma análise e gestão de riscos no centro educacional, elabore um contexto, identifique um risco, analise, avalie e proponha um tratamento. Não se esqueça de pensar e citar ao menos um exemplo de parte interessada relacionada ao risco usado como modelo.



Pesquise mais

O estudo realizado por Sedrez e Fernandes (2011), embora com outra proposta metodológica, pode auxiliar na finalização de sua tarefa.

SEDREZ, C. S.; FERNANDES, F. C. Gestão de riscos nas universidades e centros universitários do estado de Santa Catarina. **Rev. GUAL**, Florianópolis, Edição especial, p. 70-93, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/267780321_Gestao_de_riscos_nas_universidades_e_centros_universitarios_do_estado_de_Santa_Catarina/fulltext/54b447a30cf26833efd016a1/267780321_Gestao_de_riscos_nas_universidades_e_centros_universitarios_do_estado_de_Santa_Catarina.pdf?origin=publication_detail>. Acesso em: 30 jul. 2017.

Avançando na prática

PGR: uma etapa fundamental

Descrição da situação-problema

As constantes mudanças que afetam o cotidiano das organizações podem impactar de diferentes formas a estrutura de uma empresa. Assim, devemos ter especial preocupação no momento de tomadas de decisão a respeito de riscos que afetem as partes interessadas. Com tais princípios em mente, analise o seguinte caso.

No planejamento de um projeto de reforma de rede elétrica, foi identificado o risco de um vendaval muito intenso que poderia derrubar parte da estrutura das torres antes da conclusão das

obras, uma vez que essas rajadas de vento são esperadas na região nesta época do ano. Foi elaborado um plano de tratamento deste risco com um responsável para medidas urgentes de contenção, que teve circulação interna entre os funcionários.

Determine a ação o perigo e o risco, de acordo com exemplo fornecido, embasado no caso descrito. Você está de acordo com todas as ações tomadas pela empresa ou apresenta alguma ressalva?

Resolução da situação-problema

A partir do exposto, podemos definir: ação, a reforma de uma rede elétrica; o perigo, vento forte; e o risco, queda de parte das estruturas das torres de energia durante a reforma.

Podemos considerar que, de maneira geral, a empresa realizou uma análise e gestão adequada do risco, pois elaborou um plano de contingência, entretanto, devemos avaliar se a medida foi adequadamente comunicada a todas as partes interessadas, pois, em uma obra de grande porte, como a descrita, outros componentes da estrutura podem ser fundamentais no processo de plano de contingência deste risco.

Faça valer a pena

1. O título de “sociedade do risco” pode estar prestes a mudar, pois a partir da _____ de risco, que objetiva avaliação _____ de riscos inerentes de alguma _____, produto, sistema etc., poderemos tomar ações de gerenciamento e diminuir as incertezas de nosso dia a dia. Quais termos apresentados nas alternativas preenchem adequadamente as lacunas do texto?

- a) Análise, fragmentada e empresa.
- b) Análise, integrada e atividade.
- c) Perigo, parcial e empresa.
- d) Identificação, integrada e atividade.
- e) Gestão, integrada e atividade.

2. Segundo especialistas, todos os envolvidos nas atividades devem estar inseridos nessa cultura, o que inclui fornecedores e parceiros operacionais externos. Avaliar criteriosamente as empresas com as quais se relaciona, portanto, integra o gerenciamento de riscos de um negócio. Isso pode ser

elaborado com o auxílio de métodos pré-formulados.

(Fonte: <<https://oglobo.globo.com/economia/descentralizar-responsabilidades-padronizar-comunicacao-sao-essenciais-na-gestao-de-risco-21502622#ixzz4oVQWHU74>>. Acesso em: 7 set. 2017).

Assinale a alternativa que contém a denominação da etapa da proposta de gestão de risco com base na ISO 31000, relacionada ao trecho citado:

- a) Identificação de risco.
- b) Análise de risco.
- c) Comunicação e consulta.
- d) Monitoramento e análise crítica.
- e) Definição de escopo.

3. Ao efetuar uma análise de risco em uma empresa, poderão ser encontradas variáveis, como perigos e riscos. É importante não confundir tais variáveis, uma vez que possuem conceitos distintos. O perigo é resumidamente descrito como a fonte do risco. Dessa forma, analise as seguintes afirmações:

I. Risco é a probabilidade de ocorrência a determinada condição potencialmente perigosa à integridade física do trabalhador ou ao equipamento ou às instalações dentro do ambiente de trabalho.

II. Materiais altamente inflamáveis são um exemplo de perigo e o fogo é um exemplo de risco.

III. Risco é a fonte, situação ou evento com potencial de causar dano à integridade física do trabalhador, ao equipamento e às instalações dentro do ambiente de trabalho.

Assinale a alternativa com as afirmações corretas:

- a) I, apenas.
- b) II, apenas.
- c) III, apenas.
- d) I e II, apenas.
- e) II e III, apenas.

Seção 4.3

Auditorias e certificações ambientais

Diálogo aberto

Estimado aluno, bem-vindo. Esperamos que você tenha compreendido que as ciências ambientais e a gestão ambiental são fundamentais para organizações empreendedoras na atualidade. Dentro dessa temática, a gestão ambiental e, adicionalmente, a avaliação e gerenciamento de riscos são tópicos muito importantes. A partir de agora abordaremos um assunto pouco conhecido. Você já escutou o termo auditoria? O ato de auditar não é recente em nossa história e pode ser realizado em diferentes áreas profissionais e; é exatamente esse o assunto de nossa seção.

Você está no papel de um consultor que, juntamente com uma equipe multidisciplinar, busca soluções para melhorar a imagem de um centro educacional após um desastroso desempenho ambiental verificado. Realizar um levantamento de melhorias e adequações para certificação ambiental é o seu objetivo final.

Após as duas primeiras etapas estarem concluídas, imagine agora que a equipe multidisciplinar se reúne e percebe que existe um grande potencial para adoção de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) no centro educacional, que já adotou a produção mais limpa e, em breve, adotará medidas de avaliação e gestão de riscos. Dessa forma, um colega aponta que a certificação ambiental é um processo rigoroso e que a empresa precisa estar preparada para ser auditada. Frente a essa realidade, vocês optam pelo planejamento de um SGA com base na NBR ISO 14001:2015 e solicitam uma auditoria interna. Como o foco do SGA são as áreas de água/energia e resíduos, opta-se pela auditoria nestas áreas. Os auditores, então, apresentaram os resultados por meio de um quadro (Quadro 4.4) no qual constam as não conformidades observadas.

Programa de redução, reuso e reciclagem de resíduos em centro educacional.
Redação: foi evidenciado que, no ano de 2011, os cartuchos de tinta de impressora foram destinados ao aterro industrial classe I, autorizado pelo órgão ambiental, contrariando o critério estabelecido de boa prática para o manejo do resíduo, segundo o qual a reciclagem deveria ser praticada.
Programa de uso consciente e reuso de tratamento de água em centro educacional.
Redação: foi evidenciado que nem sempre a organização monitora o efluente mensalmente, como consta no SGA, pois não estavam disponíveis evidências do monitoramento dos meses de janeiro a junho de 2011.
Redação: foi evidenciado que a substituição por torneiras automáticas e vasos com caixas acopladas de todos os banheiros, como consta no SGA, não foi concluída.

Fonte: elaborado pela autora.

Leia com atenção as redações e reflita sobre essas perguntas: o que é uma auditoria interna e por quem ela é realizada? A partir dos apontamentos realizados pela auditoria, que melhorias você sugere para o centro educacional? Faça um esboço de um programa de auditoria com proposta de cronograma de ações. Lembre-se de que um levantamento de melhorias e adequações no processo para certificação ambiental é o seu objetivo final e, dessa forma, você deve finalizar esse trabalho após concluir essa última etapa.

Para ajudá-lo neste exercício, vamos estudar o que é uma auditoria, o papel dos auditores neste processo, bem como os tipos de auditoria usualmente conhecidos, além de apresentar o ciclo de um processo de certificação ambiental.

Bom trabalho!

Não pode faltar

Estudante, na última seção desta disciplina, você terá contato com um tema muito prático e objetivo, entretanto, é importante que perceba que os conteúdos que nos levaram a essa temática são complexos. Já ingressando no tema desta seção, você já conhece o termo auditoria?

Tal atividade remete justamente a práticas contábeis, mas, atualmente, a sua aplicação é muito mais ampla. Uma descrição generalista do termo “auditoria” feito por La Rovere (2000) diz que é uma avaliação independente, que pode ser restrita ou ampla (abrangendo aspectos operacionais, de decisão e de controle) relacionada a um determinado assunto, realizada por especialista, que faça uso de julgamento profissional e comunique o resultado aos interessados.



A auditoria pode ser simplificada e resumida em um exame ordenado das atividades desenvolvidas em determinada empresa ou setor.

A ação de auditar é necessária, pois muitas empresas estabelecem objetivos e metas que, embora adequados, não são realizados no dia a dia. Dessa forma, a auditoria possui o objetivo de averiguar se elas estão de acordo com as disposições planejadas e/ou estabelecidas previamente, se foram implementadas com eficácia e se estão adequadas.

O processo de audição é centralizado em três figuras bem definidas: o cliente, que solicita a auditoria; o auditor, que é o profissional que conduz a auditoria, e por isso deve ter plenos conhecimentos a respeito da área; e o auditado, responsável pela área que deve ser auditada.

Não podemos confundir um processo de auditoria com uma fiscalização. As auditorias são programadas previamente e possuem escopo e objetivos bem claros, enquanto uma fiscalização não. Bom seria se durante as audições o auditor apontasse as causas ou soluções para os problemas encontrados, entretanto, isso não faz parte de seu papel. Existem três tipos de auditorias:

- Auditorias internas: que cobrem o sistema de gestão de uma organização durante o ano em curso, realizadas por seus próprios funcionários.
- Auditorias externas tipo 1: realizadas por parceiros do auditado.
- Auditorias externas tipo 2: realizada por uma organização terceira, ou seja, que não possui relação com o auditado.

Dentro de cada especificidade, o procedimento da auditoria deve ser abrangente e, neste sentido, precisa considerar o escopo, a metodologia e frequência, as responsabilidades e os requisitos relativos à condução de auditorias e, por fim, a apresentação dos resultados ao auditado e cliente (BARSANO, 2014).

Como vimos, um dos personagens-chave deste procedimento

é o auditor, que tem o objetivo principal de coletar informações de diversas formas (entrevistas, exame de documentos, observação etc.), compará-las com os critérios da auditoria e relatar o resultado ao cliente. Uma exigência geral é que o auditor seja um profissional especializado que, de acordo com as características da auditoria a ser realizada, poderá ser interno, externo ou corporativo, além de trabalhar em grupo ou individual.

Usualmente, a equipe de auditoria possui um auditor-líder e demais auditores auxiliares. Ao líder compete o papel de gerenciamento da equipe, condução eficiente das atividades e direcionamentos para a apresentação dos resultados da auditoria como um todo. Observe no Quadro 4.5 a descrição de atividades de um auditor líder e dos auditores auxiliares.

Quadro 4.5 | Atributos e habilidades pessoais esperadas para o auditor-líder e auditores auxiliares de acordo com o Inmetro

Tipos de auditores	Expectativa de comportamento
Auditor-líder	- Gerenciamento e liderança efetiva e eficiente do processo de auditoria. - Todas as expectativas de comportamento para o auditor auxiliar.
Auditor auxiliar	- Competência para expressar claramente conceitos e ideias, verbalmente e por escrito. - Habilidades interpessoais que permitam o desempenho efetivo e eficiente da auditoria, como diplomacia, tato e habilidade para ouvir. - Manter a independência e objetividade suficientes para permitir a realização das responsabilidades do auditor. - Organização pessoal necessária para o desempenho efetivo e eficiente da auditoria. - Fazer julgamento adequado com base em evidências objetivas. - Reagir com sensibilidade às convenções e cultura do país ou região em que a auditoria for realizada. - Capacidade analítica e tenacidade; reagir de forma sensata em situações de tensão.

Fonte: adaptado de Inmetro (2002).

A partir de um programa de auditoria estabelecido – conjunto de auditorias planejado para um período de tempo específico e direcionado a um propósito específico –, cabe ao auditor coletar achados e evidências para avaliar se os critérios estabelecidos estão sendo ou não atendidos. Nesta frase, o termo “achado” é definido como prova obtida pelo auditor durante a auditoria para avaliar se os critérios estabelecidos estão sendo ou não atendidos, enquanto o termo “evidência” (física, documental, testemunhal e/ou analítica) refere-se a um conjunto de fatos não comprovados, mas que são

mais consistentes que os achados para as conclusões do auditor.



Pesquise mais

Embora tenhamos considerado até aqui o termo “auditoria” como um processo geral, sugerimos a leitura introdutória do sexto capítulo do livro a seguir, para direcionarmos essa temática à abordagem ambiental.

BARBIERI, J. C. Auditorias ambientais. In: _____. **Gestão ambiental empresarial**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2007. Disponível em sua biblioteca virtual: <bibliotecavirtual.com>.

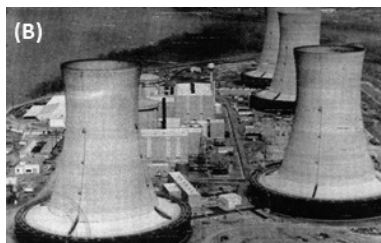
No sistema privado, até o fim da primeira metade do século XIX, problemas relacionados ao meio ambiente causados pelas empresas e por suas atividades econômicas (poluição, degradação ambiental etc.) tinham pouco impacto nas decisões empresariais. As empresas possuíam uma conduta reativa em relação à problemática ambiental, entretanto, esse cenário nacional não era mais compatível com o cenário internacional que exigia, a partir da década de 1970, a aplicação de tecnologias de tratamento para a emissão de poluentes e outras inovações. Neste contexto, ainda vivemos uma série de desastres ambientais que nos mostraram que não estávamos tão comprometidos como deveríamos com o meio ambiente, ressaltando as falhas gerenciais das empresas e indústrias, como os exemplos apresentados da Figura 4.5.



Exemplificando

São exemplos de falhas gerenciais: a falta de comprometimento de chefias, supervisores e gerentes, falhas no treinamento e na capacitação de pessoal e a falta de regularidade no fornecimento de recursos para a solução de problemas ambientais (PHILIPPI JR., 2014).

Figura 4.5 | Exemplos de falhas gerenciais que culminaram em graves desastres ambientais: (A) O acidente no Brasil com Césio 137; (B) O acidente nuclear nos EUA



Fonte: (A) <<http://acervo.oglobo.globo.com/fotogalerias/o-acidente-com-cesio-137-9949203>>; (B) <<http://acervo.oglobo.globo.com/fatos-historicos/acidente-nuclear-atinge-os-eua-9949026>>. Acesso em: 3 ago. 2017.

A partir desse cenário histórico, tecnologias limpas e segurança inerente passaram a ser difundidas, devido a pressões sociais, comerciais e ao histórico de acidentes já vivenciados pela humanidade. Os Sistemas de Gestão Ambiental (SGA), conceito que aprendemos na primeira seção desta unidade, passou a ser articulado pelas organizações e foi um importante marco da temática ambiental no mundo.

Dessa forma, surgiu a auditoria ambiental, provavelmente em momento simultâneo nos Estados Unidos, Grã-Bretanha e Alemanha (SALES, 2001), um instrumento que auxiliava as empresas e indústrias a assumirem o papel da prevenção, ou seja, uma postura proativa em relação à problemática ambiental. Como muitas normas de gestão ambiental e códigos de conduta passaram a incluir as auditorias ambientais em sua estrutura (veja o exemplo da série NBR ISO 14001:2015), a procura por este instrumento aumentou consideravelmente.

Neste sentido, a auditoria ambiental, um instrumento da gestão, busca verificar se a empresa cumpre os requisitos ambientais estabelecidos em suas atividades, produtos e serviços (PHILIPPI JR., 2014). Se desejarmos uma definição mais técnica, podemos buscá-la na NBR ISO 19011:2012, que diz que trata-se de um “processo sistemático, documentado e independente para obter evidências de auditoria [...] e avaliá-la, objetivamente, para determinar a extensão na qual os critérios da auditoria [...] são atendidos” (ABNT, 2012).



Frente ao contexto de relevância da questão ambiental na atualidade, como a auditoria ambiental pode colaborar com uma mudança neste cenário?

Existem algumas sugestões de classificação de auditorias ambientais encontradas na literatura. Iremos abordar sucintamente algumas sugeridas por Philippi Jr. (2014), entretanto, outros autores não concordam com o proposto, pois acreditam que trata-se de algo tão abrangente que não existe uma única classificação aceita.

A classificação denominada “de acordo com a parte auditora” é muito similar à apresentada anteriormente nesta seção. São elas denominadas como auditorias de primeira, segunda ou terceira parte e diferem entre si devido à entidade que realiza a auditoria. É importante destacar que, como tratamos de questões ambientais, a parte interessada na auditoria de segunda parte é maior que em outros casos, e dessa forma, ampliamos as potenciais organizações participativas, como vizinhos, financiadores, seguradoras, autoridades etc.

Outra proposta do mesmo autor segue os critérios de auditoria, ou seja, os critérios que foram considerados padrão de comparação e também são divididos em três tipos: (1) auditoria de conformidade legal ambiental, em que os critérios da auditoria são os requisitos da legislação vigente (níveis federal, estadual e municipal), incluindo-se as exigências técnicas de licenças e autorizações eventualmente existentes; (2) auditoria de desempenho ambiental, em que são verificados indicadores de desempenho a serem comparados com padrões, geralmente setoriais, ou com metas definidas; e (3) auditoria de sistemas de gestão ambiental: avalia o cumprimento das normas, critérios e procedimentos de gestão ambiental estabelecidos pela própria organização auditada.

**Exemplificando**

São exemplos de auditorias de desempenho ambiental aquelas relacionadas a inventários de gases do efeito estufa, auditoria de passivo ambiental etc.

Para finalizar, ainda existe a possibilidade de classificar as auditorias de acordo com seu objetivo, sendo uma proposta simples e útil. Um exemplo clássico que é apresentado por diversos autores é a auditoria ambiental com objetivo de certificação, que tem por alvo produzir uma declaração ou certificado atestando que os critérios de auditoria são cumpridos pela organização auditada. O principal exemplo são as auditorias previstas no sistema de certificação ISO 14001, cuja credibilidade está fundamentada em um sistema internacional de credenciamento de organismos certificadores e de auditores.

Independentemente de sua classificação, é necessário programar previamente a auditoria, estabelecendo claramente o escopo e o objetivo, como foi elucidado anteriormente. Para tanto, é preciso construir o programa de auditoria que compreende um conjunto de práticas planejadas e direcionadas respectivamente para um período de tempo e um propósito específico. Várias opções para realizar esse programa são encontradas na literatura que, basicamente, deve descrever o planejamento, a forma de execução e as conclusões, além da apresentação dos relatórios e acompanhamento da(s) pretendida(s) auditoria(s) (BARBIERI, 2007; LINS, 2015). A elaboração deste material é parte de um adequado Sistema de Gestão Ambiental.



Pesquise mais

Para salientar os conceitos e práticas relacionados à auditoria ambiental, sugerimos a leitura do seguinte artigo:

ALVES, S. N. T.; FERREIRA, L. R. A minimização dos impactos ambientais relacionada ao bom funcionamento de um sistema de gestão ambiental comprovado pelo processo de auditoria ambiental. **Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 6, n. 4, 2015. Disponível em: <<https://www.uninter.com/cadernosuninter/index.php/meioAmbiente/article/view/480/393>>. Acesso em: 3 ago. 2017.

Devemos compreender que o processo de auditoria é contínuo e visa melhorias, como podemos observar na Figura 4.6. Dessa forma, necessita de um comprometimento tanto da parte operacional da empresa como da parte de gestão e diretoria, para que exista uma eficiência em todas as etapas. Essas fases podem envolver diferentes demandas, por exemplo, um treinamento dos funcionários para a implementação das ações corretivas definidas, contratação de profissionais externos para a identificação das causas da(s) não

conformidade(s) observadas etc.

Figura 4.6 | Da auditoria às ações corretivas: o ciclo



Fonte: adaptada de <<http://www.istockphoto.com/br/foto/homens-jovens-trabalhando-na-unidade-para-a-fabrica%C3%A7%C3%A3o-gm535474757-56628954>>; <<http://www.istockphoto.com/br/foto/n%C3%A3o-h%C3%A1-gm134536898-13079680>>; <<http://www.istockphoto.com/br/foto/homem-de-neg%C3%B3cios-olhando-para-anota%C3%A7%C3%B5es-no-quadro-branco-gm526849490-92690213>>; <<http://www.istockphoto.com/br/foto/working-in-office-gm666949656-121770839>>; <<http://www.istockphoto.com/br/foto/electrician-welding-circuit-board-at-desk-gm637999782-114124023>>. Acesso em: 3 ago. 2017.

A auditoria ambiental possui limitações por se tratar de um retrato momentâneo da situação ambiental da organização auditada e, dentro deste contexto, o programa de auditoria já deve ser montado a fim de minimizar possíveis erros, como informações setoriais pouco representativas da organização. Assim, os benefícios da auditoria ambiental são maiores que as suas possíveis limitações e, dessa forma, o procedimento precisa ser incentivado.

Ademais, precisamos perceber que existe uma mudança de valores e de organização social na sociedade atual que busca produzir valor e bem-estar, reduzindo a utilização de recursos naturais, ou seja, prioriza a manutenção da vida atual e futura de todos os organismos. Neste sentido, a auditoria ambiental estimula mudanças de diretrizes, melhoria contínua, além do cumprimento de normas e regulamentos mais adequados às questões ambientais e, dessa forma, é um procedimento que está de acordo com as novas exigências da sociedade. Infelizmente, o número de organizações brasileiras que busca esse instrumento é pequeno, mas importantes ações já foram realizadas, inclusive pelo poder público, que tomou iniciativa de introduzir auditorias ambientais às políticas públicas.

Agora que abordamos sucintamente a perspectiva da auditoria ambiental, vamos ao último tópico que será discutido neste livro didático: a certificação ambiental. Ela pode ser definida como a comprovação que determinada organização tem um sistema de gestão ambiental que segue a norma de referência definida. No Brasil, a norma que admite o sistema de certificação por terceira parte

mais conhecida é a NBR ISO 14001:2004 que, atualmente, sofreu uma atualização e está em processo de transição para a NBR ISO 14001:2015.

O processo de certificação apresenta um esquema dinâmico que compreende desde o planejamento para a implementação do Sistema de Gestão Ambiental, até processos de auditoria interna e externa que são necessários para a total conformidade com a norma de referência utilizada pela organização.

O certificado ambiental é emitido por uma empresa terceira, devidamente credenciada pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) ou organização internacional. O certificado ambiental é válido por três anos.

É importante destacar que é de interesse comum que a empresa obtenha a certificação ambiental e, dessa forma, a auditoria externa, ao realizar o procedimento em uma empresa pela primeira vez, conceda um prazo para corrigir eventuais pendências identificadas. Se os problemas forem corrigidos, a empresa é certificada. Um ciclo de certificação geralmente compreende:

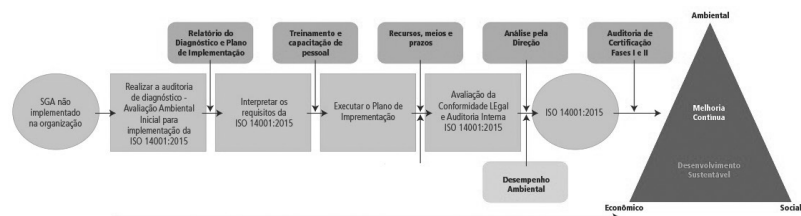
- Contrato: o organismo certificador elabora o contrato com base em informações fornecidas pela organização candidata.
- Exame de documentos: envio antecipado de documentos, permitindo que a equipe de auditoria otimize o trabalho.
- Auditoria inicial: fase 1, objetiva uma análise preliminar do SGA antes de uma auditoria completa, na qual são verificados a política ambiental, o levantamento dos aspectos e impactos ambientais, elementos essenciais da conformidade legal, objetivos e metas e a realização de um ciclo PDCA completo, com pelo menos uma auditoria interna e uma análise pela direção; fase 2, objetiva avaliar a implantação e a eficácia do SGA de forma completa. Se estiver de acordo, é emitido o certificado ambiental.
- Auditoria de manutenção: realizada após a certificação (semestral ou anual), é parcial em relação ao sistema e objetiva acompanhar a implementação e a eficácia do sistema.
- Auditoria de recertificação: auditoria completa que deve ser realizada antes do vencimento do certificado, com o objetivo de revalidar o certificado por mais um ciclo.

É importante a sociedade conhecer o que a certificação NBR ISO 14001 significa para não ser enganada pelas organizações que fazem mau uso deste instrumento. No caso específico desta norma, ela atesta que existe um sistema de gestão ambiental funcionando dentro dos padrões exigidos, mas não assegura que a empresa tem um desempenho ambiental excelente, e, sim, um compromisso com a melhora contínua. Também não garante que a empresa está cumprindo integralmente a legislação, mas que há um compromisso de cumpri-la e que existem ações para correção dos erros verificados.

A revisão do ano de 2014 da norma NBR 14001:2004 demonstra ser mais profunda e conceitual (Figura 4.7), introduzindo novos conceitos e requisitos, alterando o ordenamento dos requisitos existentes e alinhando a estrutura da norma com outras normas de sistema de gestão, a fim de facilitar o processo de integração de sistemas de gestão pelas organizações que assim optarem. É um momento delicado de transição e reflexão para as empresas já certificadas por essa norma, além de ser um momento muito oportuno para novas empresas assumirem a implementação deste sistema de gestão ambiental.

A Figura 4.7 apresenta um esquema do processo de transição e, através dele, podemos perceber que grande parte da revisão anterior foi mantida, mas novos temas surgem, como o desenvolvimento sustentável. Especialistas garantem que essa transição não será problemática para as empresas.

Figura 4.7 | Sequência de etapas no processo de transição para a ISO 14001:2015 para organizações já certificadas em conformidade com a ISO 14001:2004



Fonte: <<http://www.iso140012015.com.br/topicos.aspx>>. Acesso em: 7 set. 2017.

A última ressalva a respeito da certificação ambiental é que não devemos considerá-la como o “fim do processo”, visto que ele visa uma melhoria contínua. É preciso ousar e inovar nesta área, visando nossos objetivos pautados no equilíbrio com o meio ambiente.

Sem medo de errar

Preparado para a resolução da situação proposta no início da seção? Então mãos à obra.

Você se recorda que foi inserido no papel de um consultor que, juntamente com uma equipe multidisciplinar, busca soluções para melhorar a imagem de um centro educacional após um desastroso desempenho ambiental verificado? Realizar um levantamento de melhorias e adequações no processo para certificação ambiental é o seu objetivo final. Parte do serviço já está elaborada.

A primeira etapa foi realizada ao optar-se pela produção mais limpa e apontar melhorias com base neste método para dois setores do centro educacional: água/energia e resíduos. E a segunda ocorreu depois de ser realizada uma análise de risco na instituição e propor um cronograma em médio prazo.

Após as duas primeiras etapas estarem concluídas, a equipe multidisciplinar se reúne e opta pelo planejamento de um SGA, com base na NBR ISO 14001:2015, e solicita uma auditoria interna, que aponta observações em relação à água/energia e aos resíduos. Após essa auditoria realizada, as não conformidades podem ser observadas no Quadro 4.4.

Essa última etapa é focada em um processo denominado auditoria. De acordo com a literatura, a auditoria pode ser compreendida como um exame e/ou avaliação independente, relacionada a um determinado assunto, realizada por especialista no objeto de exame, que faça uso de julgamento profissional e comunique o resultado aos interessados (clientes). Ela pode ser restrita aos resultados de um dado domínio ou mais ampla, abrangendo aspectos operacionais, de decisão e de controle. Dessa forma, quando tratamos de auditoria ambiental, estamos direcionando esse exame às questões ambientais de uma organização.

Dentre as perguntas direcionadas a você, uma delas se refere à auditoria interna, que pode ser definida como aquela auditoria que cobre o sistema de gestão de uma organização durante o ano em curso por seus próprios funcionários, sendo que, para não criar conflitos de interesse, os funcionários de determinado setor não podem auditá-lo.

A segunda pergunta questiona a os apontamentos realizados pela

auditoria (*Que melhorias você sugere para o centro educacional?*). A partir de uma análise das redações apontadas, podemos sugerir: (1) a substituição dos cartuchos de tinta por aqueles que podem ser reutilizados, ou seja, suportam recarga ou o destino dos cartuchos para as cooperativas de reciclagem de material; (2) designar um responsável pelo controle de laudos técnicos referentes à análise de efluentes e realizar um rígido controle de documentos para evitar sua perda; e (3) elaborar um cronograma para a substituição total das torneiras e vasos sanitários em um prazo curto para adequação ou retirar essa meta do sistema de gestão ambiental.

É importante você perceber que não é a melhor opção retirar metas do SGA, entretanto, como algumas metas são caras e envolvem mão de obra a longo prazo, elas podem ser retiradas ou subdivididas, como a substituição de 50% das torneiras e vasos em um prazo de 12 meses e o restante em 24 meses.

A última tarefa é elaborar um esboço de programa de auditoria ambiental que inclua um cronograma simples de ações, levando-se em consideração as redações apontadas na auditoria interna realizada. O programa de auditoria deve especificar as etapas principais e o cronograma precisa conter tópicos gerais, como a conscientização de toda a empresa e mais específicos, a definição das metas ambientais etc.

Após concluir seu cronograma de auditoria ambiental interna, você deve finalizar seu levantamento de melhorias e adequações no processo para certificação ambiental. Para isso, retome as duas primeiras etapas realizadas e organize as informações da seguinte forma:

- Introdução geral sobre o sistema de gestão ambiental.
- Exemplos de Produção Mais Limpa (PML) com foco em água/energia e resíduos de um centro educacional.
- Possibilidade de análise e gerenciamento de risco no centro educacional.
- Esboço de programa de auditoria ambiental com objetivo de certificação fundamentado na NBR ISO 14001:2015.



Para ajudá-lo com a elaboração do esboço do programa de auditoria ambiental com cronograma para o centro educacional, sugerimos a leitura da terceira parte do livro a seguir.

LINS, L. S. **Introdução à gestão ambiental empresarial: abordando economia, direito, contabilidade e auditoria**. São Paulo: Atlas, 2015. Disponível em: <biblioteca-virtual.com>. Acesso em: 3 ago. 2017.

Avançando na prática

Achado ou evidência

Descrição da situação-problema

Em uma auditoria interna realizada em um centro educacional, o relatório final apontou que o local não realizava testes no tratamento de efluentes da pequena estação de tratamento de esgoto construída no local, como estava especificado no Sistema de Gestão Ambiental. Entretanto, a diretoria não concordou com a redação da não conformidade, pois alegou que era uma evidência fraca, já que os laudos foram perdidos.

O termo "evidência" foi empregado corretamente pela direção? Justifique.

Resolução da situação-problema

Em uma auditoria ambiental podem existir achados que são definidos como prova obtida pelo auditor durante a auditoria para avaliar se os critérios estabelecidos estão sendo ou não atendidos. Enquanto o termo "evidência" (física, documental, testemunhal e/ou analítica) refere-se a um conjunto de fatos não comprovados, mas que são mais consistentes que os achados para as conclusões do auditor.

No caso descrito, estamos lidando com um achado, pois a ausência dos laudos comprova que as análises não foram realizadas e, dessa forma, enquadra-se uma não conformidade. Concluimos, então, que o termo foi erroneamente empregado pela diretoria da instituição.

Faça valer a pena

1. Em relação à auditoria, analise as seguintes sentenças:

I. A auditoria interna é importante para o controle interno das organizações.

II. O principal objetivo do auditor interno é obter achados, pois as evidências não fundamentam os fatos e não podem embasar conclusões nos processos de auditoria.

III. A auditoria interna só pode ser efetuada sob aspectos financeiros.

Assinale a alternativa com as afirmações corretas:

- a) I, apenas.
- b) II, apenas.
- c) III, apenas.
- d) I e II, apenas.
- e) II e III, apenas.

2. Auditoria ambiental é um _____ utilizado pelas empresas para auxiliá-las no _____ do atendimento a políticas, práticas, procedimentos e/ou requisitos estipulados, com o objetivo de _____ a degradação ambiental (ABNT, 2004).

Quais termos apresentados preenchem adequadamente as lacunas do texto?

- a) Complemento, processo e minimizar.
- b) Instrumento, cumprimento e aumentar.
- c) Produto, processo e minimizar.
- d) Instrumento, controle e evitar.
- e) Produto, controle e evitar.

3. Confirmar se o Sistema de Gestão Ambiental está em conformidade com todos os elementos da norma; determinar se o SGA é projetado para alcançar conformidade com a legislação e melhoria contínua do desempenho ambiental; e identificar se a organização está em conformidade com suas próprias políticas e procedimentos. Estes podem ser objetivos de que tipo de auditoria ambiental?

- a) Auditoria ambiental de conformidade legal.
- b) Auditoria interna.
- c) Auditoria inicial, fase 1.
- d) Auditoria de desempenho ambiental.
- e) Auditoria ambiental de certificação.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14001**: sistemas de gestão ambiental – requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2015.

_____. **NBR ISO 19011**: Diretrizes para auditorias de sistemas de gestão da qualidade e/ou ambiental. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR ISO 14040**: gestão ambiental – avaliação do ciclo de vida – princípios e estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 2009a.

_____. **NBR ISO 31000**: gestão de riscos – princípios e diretrizes. Rio de Janeiro: ABNT, 2009b.

_____. **NBR ISO 14044**: gestão ambiental – avaliação do ciclo de vida – requisitos e orientações. Rio de Janeiro: ABNT, 2009c.

_____. **NBR ISO 14001**: sistemas de gestão ambiental – requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR ISO 14025**: rótulos e declarações ambientais – declarações ambientais tipo III. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

_____. **NBR ISO 14021**: rótulos e declarações ambientais – reivindicações de autodeclarações ambientais – rotulagem ambiental tipo II. Rio de Janeiro: ABNT, 1999a.

_____. **NBR ISO 14024**: rótulos e declarações ambientais – rotulagem ambiental tipo I – princípios e procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 1999b.

_____. **NBR 13.860**: glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndio. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ALVES, S. N. T.; FERREIRA, L. R. A minimização dos impactos ambientais relacionada ao bom funcionamento de um sistema de gestão ambiental comprovado pelo processo de auditoria ambiental. **Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v.6, n.4, 2015. Disponível em: <<https://www.uninter.com/cadernosuninter/index.php/meioAmbiente/article/view/480/393>>. Acesso em: 3 ago. 2017.

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial**: conceitos, modelos e instrumentos. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

BARSANO, P. R. **Controle de riscos**: prevenção de acidentes no ambiente ocupacional. São Paulo: Érica, 2014.

BARSANO, P. R.; BARBOSA R. P. **Gestão ambiental**. São Paulo: Érica, 2014.

BRASIL. **Lei nº 13.425, de 30 de março de 2017**. Estabelece diretrizes gerais sobre medidas de prevenção e combate a incêndio e a desastres em estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público. 2017. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/L13425.htm>. Acesso em: 16 ago. 2017.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda ambiental na administração pública**. 4. ed. Brasília, MMA/SAIC/DCRS/Comissão Gestora da A3P, 2007.

DAMODARAN, A. **Gestão estratégica do risco [recurso eletrônico]**: uma referência para a tomada de riscos empresariais. Tradução: Felix Nonnenmacher. Dados eletrônicos. Porto Alegre: Bookman, 2009.

DIAS, R. **Gestão ambiental**: responsabilidade social e sustentabilidade. São Paulo: Atlas, 2011.

ENGELMAN et al. Ações de gestão ambiental nas instituições de ensino superior: o que tem sido feito. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 3, n. 1, p. 22-33, 2009. Disponível em: <<https://rgsa.emnuvens.com.br/rgsa/article/view/115/56>>. Acesso em: 23 jul. 2017.

ERBE, M. C. L. Gestão ambiental na indústria. In: JR., PHILIPPI, A.; SAMPAIO, C. C., FERNANDES, V. (Eds.). **Gestão empresarial e sustentabilidade**. São Paulo: Manole, 2016. Disponível em: <biblioteca-virtual.com>. Acesso em: 17 ago. 2017.

FERNANDES et al. Um estudo da produção mais limpa na gestão ambiental. **Revista Augustus**, v. 20, n. 39, p. 52-64, 2015. Disponível em: <<http://apl.unisiam.edu.br/revistas/index.php/revistaaugustus/article/view/19811896.2015v20n39p52/556>>. Acesso em: 23 jul. 2017.

INMETRO. **NIT/DICOR 006** – Critério de credenciamento de Auditores pela CEGRE/INMETRO. 2002.

LA ROVERE, E. B. (Coord). **Manual de auditoria ambiental**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2000.

LINS, L. S. **Introdução à gestão ambiental empresarial**: abordando economia, direito, contabilidade e auditoria. São Paulo: Atlas, 2015.

LUNKES, R. J. **Controle de gestão**: estratégico, tático, operacional, interno e de risco. São Paulo: M. A. R. O sistema ISO 14000 e a certificação ambiental. **RAE Ambiental**, v. 35, n. 6, p. 55-66, São Paulo, 1995. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rae/article/viewFile/38312/37032>>. Acesso em: 23 ago. 2017.

OECD. **Technologies for cleaner production and products**. Towards technological transformation for sustainable development, 1995.

PHILIPPI JR., A. **Curso de gestão ambiental**. 2. ed. atual. e ampl. Barueri: Manole, 2014. Coleção ambiental.

QSP. Centro da Qualidade, Segurança e Produtividade para o Brasil e América Latina. **Gestão de riscos**: comunicação e consulta sobre riscos (e engajamento de stakeholders). São Paulo: Risk Tecnologia Editora, 2009.

REIS, L. B. Desafios do desenvolvimento sustentável. In: _____. **Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. rev. e atual. Barueri: Manole, 2012. Disponível em: <biblioteca-virtual.com>. Acesso em: 17 ago. 2017.

SACHS, I. Estratégias de transição para o século XXI. In: BURSZTYN, M. **Para pensar o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Brasiliense, 1993.

SALES, R. **Auditoria ambiental**: aspectos jurídicos. São Paulo: LTr, 2001.

SEDREZ, C. S.; FERNANDES, F. C. Gestão de riscos nas universidades e centros universitários do estado de Santa Catarina. **Rev. GUAL**, edição especial, p. 70-93, Florianópolis, 2011.

Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/267780321_Gestao_de_riscos_nas_universidades_e_centros_universitarios_do_estado_de_Santa_Catarina/fulltext/54b447a30cf26833efd016a1/267780321_Gestao_de_riscos_nas_universidades_e_centros_universitarios_do_estado_de_Santa_Catarina.pdf?origin=publication_detail>. Acesso em: 30 jul. 2017.

SEITO, et al (Coord.). **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 496 Disponível em: <http://www.ccb.policiamilitar.sp.gov.br/icb/wp-content/uploads/2017/02/aseguranca_contra_incendio_no_brasil.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2017.

SERPA, R. R. Gerenciamento de riscos ambientais. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 5, p. 101-107, 2002. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/made/article/view/22120/14484>>. Acesso em: 30 jul. 2017.

SILVA, G. A.; KULAY, L. A. Avaliação do ciclo de vida. In: VILELA JUNIOR, A.; DEMAJOROVIC, J. (Orgs.). **Modelos e ferramentas de gestão ambiental**: desafios e perspectivas para as organizações. São Paulo: Senac, 2010.

SILVINO, M. S. Inclusão da tecnologia wireless para sistema de alarme e detecção de incêndio no mercado brasileiro. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 9, n. 1, 2017. Disponível em: <<http://www.revistaret.com.br/ojs-2.2.3/index.php/ret/article/view/603>>. Acesso em: 30 jul. 2017.

SÃO PAULO. Corpo de Bombeiros. **Instrução Técnica nº 02/2011**. São Paulo: Secretaria de Estado dos Negócios da Segurança Pública/Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2011.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Orgs.). **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. Instituto Geológico, Governo do Estado de São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/livros/DesastresNaturais.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2017.

UNESCO. **Década das Nações Unidas da educação para o desenvolvimento sustentável**. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001399/139937por.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2017.

VALLE, C. E. **Qualidade ambiental**: ISO 14000. 4. ed. rev. e ampl. São Paulo: Senac, 2002.

VALLE, C. E.; LAGE, H. **Meio ambiente**: acidentes, lições, soluções. São Paulo: SENAC, 2003.

WILLERS C. D.; RODRIGUES L. B.; SILVA C. A. **Avaliação do ciclo de vida no Brasil**: uma investigação nas principais bases científicas nacionais. Produção 23:436–447. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/prod/2012nahead/aop_t6_0009_0533.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2017.

Anotações

[illegible]

Anotações

[illegible]

Anotações

[illegible]

Anotações

[illegible]

ISBN 978-85-522-0208-0



9 788552 202080 >