KLS

Tecnologias aplicadas ao meio ambiente

Tecnologias aplicadas ao meio ambiente

Lucas Detogni Simi

© 2016 por Editora e Distribuidora Educacional S.A.
Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida ou transmitida de qualquer modo ou por qualquer outro meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer outro tipo de sistema de armazenamento e transmissão de informação, sem prévia autorização, por escrito, da Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Presidente
Rodrigo Galindo

Vice-Presidente Acadêmico de Graduação
Mário Ghio Júnior

Conselho Acadêmico
Dieter S. S. Paiva
Camila Cardoso Rotella
Emanuel Santana
Alberto S. Santana
Lidiane Cristina Vivaldini Olo
Cristiane Lisandra Danna
Danielly Nunes Andrade Noé
Ana Lucia Jankovic Barduchi
Grasiele Aparecida Lourenço
Paulo Heraldo Costa do Valle
Thatiane Cristina dos Santos de Carvalho Ribeiro

Revisores Técnicos
Isabella Alice Gotti
Paulo Sérgio Siberti da Silva

Editoração
Emanuel Santana
Lidiane Cristina Vivaldini Olo
Cristiane Lisandra Danna
André Augusto de Andrade Ramos
Erick Silva Griep
Adilson Braga Fontes
Diogo Ribeiro Garcia
eGTB Editora

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Simi, Lucas Detogni
S588t Tecnologias aplicadas ao meio ambiente / Lucas Detogni Simi. – Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2016.
216 p.

ISBN 978-85-8482-595-0

1. Tecnologia – Aspectos ambientais. I. Título.

CDD 577

2016
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 | Tecnologias e o meio ambiente 7

Seção 1.1 - Origem da produção tecnológica 9
Seção 1.2 - Tecnologia e recursos naturais 21
Seção 1.3 - Resíduos das produções tecnológicas 31
Seção 1.4 - Impactos ambientais do desenvolvimento tecnológico 43

Unidade 2 | Tecnologias e o gerenciamento ambiental 59

Seção 2.1 - Tecnologias limpas 61
Seção 2.2 - Ecoeficiência 73
Seção 2.3 - *Benchmarking* ambiental 85
Seção 2.4 - Avaliação de desempenho ambiental 97

Unidade 3 | Rotulagem ambiental 111

Seção 3.1 - Rotulagem ambiental 113
Seção 3.2 - Programas de rotulagem ambiental 123
Seção 3.3 - Avaliações de ciclo de vida e selos ambientais 133
Seção 3.4 - Rotulagem ambiental no Brasil 145

Unidade 4 | Aplicação das tecnologias em favor da sustentabilidade 161

Seção 4.1 - Tecnologias para tratamento de água, esgoto e efluentes industriais 163
Seção 4.2 - Tecnologias para controle de poluição do ar e do solo 173
Seção 4.3 - Outras tecnologias ambientais 185
Seção 4.4 - Atualidade e perspectivas futuras 197

Palavras do autor

Caro aluno,

Com certeza você utiliza muitas tecnologias no seu cotidiano. Provavelmente, poucos refletem sobre de onde surgiu essa tecnologia, para qual motivo ela foi criada e para suprir quais necessidades. As palmilhas modernas que você está utilizando em seu calçado, por exemplo, permitiram que o atrito não aquecesse seus pés durante sua caminhada, além de proteger seu joelho contra impactos. Foram desenhadas para astronautas, como Neil Armstrong, caminharem na lua. É interessante saber a origem e as funções das inovações, pois nos dão uma ideia de como resoluções de problemas são feitas de formas muitas vezes simples e criativas. Nos dias atuais, existem grandes pressões ambientais para uma produção mais sustentável, que utilize recursos mais racionalmente e gerem menos impactos no ambiente. Para isso, o uso e a criação de novas tecnologias são iminentes.

Nesta obra estudaremos as tecnologias aplicadas ao meio ambiente, principais implicações de sua utilização, além de estratégias para uma produção com o menor impacto ambiental possível. Você encontrará conteúdos que o auxiliarão no desenvolvimento de tarefas próximas à realidade de sua futura profissão. Para isso, abordaremos o que há de mais relevante em tecnologias preventivas de produção, processos, produtos e serviços que aumentam a ecoeficiência, reduzindo danos ambientais e à saúde humana.

A relação entre o desenvolvimento tecnológico e o meio ambiente, sua exploração e os impactos gerados serão uma constante abordagem do conteúdo presente neste livro. A valorização dos principais modelos de produção sustentável e gerenciamento ambiental são imprescindíveis no mercado atual e serão tratados adiante, bem como os programas de rotulagem ambiental, e você compreenderá os principais conceitos da área.

Ao longo de seus estudos, você realizará diversos desafios e verá que a maior ferramenta de todas é sua força de vontade. Esperamos que, posteriormente a nossos estudos, você seja capaz de compreender e utilizar as aplicações das tecnologias em favor do desenvolvimento sustentável.

Desejamos bons estudos a você! Estaremos contigo nesta caminhada.

Tecnologias e o meio ambiente

Convite ao estudo

Nesta unidade, estudaremos as *Tecnologias e o Meio Ambiente*. Acompanharemos o histórico da tecnologia, os grandes feitos alcançados pelo homem que trouxeram inovação e os tipos de recursos naturais que foram e são utilizados até hoje. Você tomará conhecimento de tecnologias relevantes no contexto ambiental, que possibilitam aumentar a ecoeficiência dos processos, poupando recursos, reduzindo riscos ao homem e ao meio ambiente.

Antes de iniciar nossos estudos devemos ter em mente que nem todos os resíduos devem ser descartados e os que não puderem ser aproveitados devem ser eliminados corretamente e podem, inclusive, gerar lucro se houver desenvolvimento de tecnologias para isso. A evolução de toda uma civilização não ocorre sem gerar impactos. É ilusório pensar que as atividades humanas não geram poluição, quaisquer que sejam, mas devemos entender que o progresso tecnológico também nos trouxe benefícios. Por isso, abordaremos tanto os impactos negativos quanto os positivos da produção tecnológica, além das inovações que aumentaram a sustentabilidade dessa produção.

Para entender mais sobre este assunto, a seguir acompanharemos uma situação para nos auxiliar a pôr em prática o que será discutido ao longo desta Unidade.

Paula será nossa personagem da vez. Ela é a tecnólogo ambiental da Agroevolution, uma empresa que fornece consultoria ambiental para diversas empresas, analisando e buscando soluções para problemas do cotidiano, sempre focando na sustentabilidade da produção tecnológica. Para exercer sua função, Paula precisa ter conhecimentos sobre a história da tecnologia, sua

origem e suas utilizações. Muitas vezes, será necessário a ela conhecer também os impactos da produção tecnológica no ambiente, os recursos naturais necessários para a produção e como eles podem ser poupados ou melhores utilizados, além dos produtos e subprodutos desses processos.

A propósito, como ocorreu a evolução da produção tecnológica? Qual é o papel da tecnologia no âmbito dos recursos naturais? Como o progresso tecnológico das indústrias influenciou na geração de resíduos e como estes resíduos devem ser descartados para evitar impactos no ambiente? Quais são os principais impactos ambientais decorrentes do desenvolvimento tecnológico?

A exigência desses conhecimentos estará diretamente ligada às demandas dos clientes que chegarão à Agroevolution. Assim, que tal acompanhar a Paula e entendermos o modo como ela mobiliza seus conhecimentos para tomar decisões corretas e oferecer a melhor resposta às necessidades de seus clientes? Vamos lá!

Seção 1.1

Origem da produção tecnológica

Diálogo aberto

Caro aluno, nesta seção iremos abordar a origem da produção tecnológica, conhecendo algumas das invenções que surgiram desde a Idade da Pedra até os tempos modernos e como elas afetaram o desenvolvimento da humanidade e o meio ambiente. Ao fim da nossa seção, você terá obtido conhecimentos sobre as tecnologias de diversos períodos, as necessidades pelas quais elas foram criadas e os impactos positivos e negativos causados por essas inovações. Agora você poderá acompanhar Paula, lembra-se dela?

Paula é a responsável técnica da Agroevolution e seu trabalho é solucionar problemas diários relacionados à problemática ambiental de empresas de diversos ramos. Nesta seção, você acompanhará Paula em um dia de trabalho e verá como a tecnologia pode ser aplicada para a promoção da conservação ambiental. Está pronto?!

Paula recebeu uma ligação do Sr. Antônio Jr., um grande agricultor e ambientalista da região sudeste do Brasil. Ele é bem conhecido na região por possuir uma vasta propriedade, de 4980 ha (49,8 Km^2), situada no bioma Mata Atlântica. A área é detentora de grande diversidade biológica, com mais de 120 espécies de palmitos, 200 espécies de aves, 8 espécies de morcegos, 10 espécies de sapos, pererecas e rãs, 15 espécies de peixes, mais de 100 espécies de borboletas, dentre outros insetos e dezenas de quedas d'água. Sua propriedade é uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) que, por lei, deve ser destinada apenas para pesquisa científica e visitação com objetivos turísticos, recreativos e educacionais. O ambientalista disse à Paula que a transformação recente da propriedade em uma RPPN foi uma maneira encontrada para conservar a diversidade biológica e recuperar uma parcela de floresta, que vem sofrendo ações antrópicas significativas. Ele informou a Paula que, pelo fato de ser uma propriedade muito grande, o monitoramento por terra é ineficiente e, muitas vezes, o desmatamento não pode ser evitado nem quantificado corretamente. Assim, nossa personagem principal, Paula, foi solicitada para orientar o Sr. Antônio sobre tecnologias que possam ajudá-lo no monitoramento efetivo do desmatamento e auxiliar o seu grupo de biólogos e agrônomos em projetos de pesquisa científica.

Levando em conta este cenário, quais as tecnologias Paula pode sugerir ao ambientalista para o monitoramento efetivo do desmatamento na RPPN? Quais tipos de estudos Paula poderia sugerir ao grupo de biólogos e agrônomos do Sr. Antônio por meio dessas tecnologias? Que tal acompanhar Paula e entender o modo como ela mobilizará os seus conhecimentos nesta tarefa?

Antes disso, para que você seja capaz de acompanhá-la, vamos introduzir alguns conceitos e apresentar tecnologias que podem ajudá-lo neste processo. Atenção: o foco deve ser nas tecnologias aplicadas ao meio ambiente.

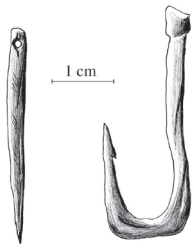
Não pode faltar

O termo tecnologia possui muitas definições, de diversos autores, mas, de modo geral, refere-se à criação de ferramentas e técnicas para realizar com maior eficiência um determinado trabalho. A tecnologia encontra-se intimamente ligada à inovação (do grego, innovatio, que se refere a um objeto, ideia ou método novo), pesquisa e desenvolvimento. A seguir, trataremos dos principais períodos do desenvolvimento tecnológico da história, os processos ocorridos que os tornaram tão relevantes historicamente – como a sedentarização do homem –, a revolução científica e industrial, as grandes guerras e, trataremos também, de alguns desastres ecológicos.

Paleolítico (2,5 milhões até 35000 a.C)

Este é o período em que surge o homem. De acordo com registros fósseis, as primeiras tecnologias rudimentares datam do período Paleolítico. Basicamente foram desenvolvidas ferramentas feitas com pedra lascada, ossos ou chifres, como raspadores, facas, machados e lamparinas, para ajudar na caça e outras atividades, como na proteção contra outros grupos nômades e animais. O homem tinha comportamento nômade e explorava certo local até esgotar os seus recursos.

Figura 1.1 | Agulha e anzol do Paleolítico



Fonte: "Aguja y anzuelo Paleolitico" por José-Manuel Benito - Obra do próprio. Licenciado sob Domínio público, via Wikimedia Commons. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aguja_y_anzuelo_Paleolitico.jpg#/media/File:Aguja_y_anzuelo_Paleolitico.jpg>. Acesso em: 15 fev. 2016.

Figura 1.2 | Lâminas do período paleolítico

Fonte: "Bifaz lanceolado" por José-Manuel Benito Álvarez (España) — Locutus Borg - Obra do próprio. Licenciado sob CC BY-SA 2.5, via Wikimedia Commons – Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bifaz_lanceolado.jpg#/media/File:Bifaz_lanceolado.jpg>. Acesso em: 15 fev. 2016.

Nesse período ocorreu a descoberta do fogo, que possibilitou maior aproveitamento dos recursos naturais e matérias-primas encontradas no ambiente, como couro de animais, além de melhorar a preparação de alimentos. Isso auxiliou o homem a enfrentar variações climáticas, como as glaciações, além de afastar predadores. O uso do fogo e da madeira passou a ser essencial para a manutenção da vida do homem paleolítico.

Período Neolítico (10000 a.C até cerca de 4000 a.C)

Nesse período ocorreu uma grande mudança, a Revolução Agrícola. O homem deixou de ser nômade e desenvolveu a agricultura e a criação de animais, estabelecendo-se em um único local e construindo moradias duráveis. Desenvolveu também o uso do fogo para preparar alimentos, endurecer ferramentas e fabricar cerâmica. Esse período é caracterizado por instrumentos feitos de pedra polida (figura 1.3). Segundo Mazoyer e Roudart (2010), grande parte das tecnologias desenvolvidas a partir de então tinham a função de auxiliar no preparo de terreno, plantio de vegetais e criação de animais em cativeiro, com o propósito de multiplicação e a utilização de seus produtos, onde, gradativamente, os ecossistemas de cultivo foram se tornando diferente dos naturais. O homem começou a modificar a natureza.

Figura 1.3 | Instrumentos do Neolítico

Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:N%C3%A9olithique_0001.jpg>. Acesso em: 16 fev. 2016.

Reflita

Quando o homem deixou de ser nômade, se iniciou uma mudança de comportamento que permanece até hoje: a de transformar o ambiente em favor do homem, ao invés de migrar para outras regiões.

Idade dos Metais (Cobre, Bronze e Ferro)

Na Idade do Cobre (+/- 5000 a.C.), a viabilização da agricultura era o maior objetivo. Para isso, canais de irrigação foram criados, levando água para locais onde a terra inicialmente não era cultivável. Relações entre vilas e pessoas se intensificaram e começaram a se formar primórdios da economia, estando isso intrinsicamente ligado ao desenvolvimento tecnológico. O bronze (+/- 3000 a.C.) foi criado pela junção de estanho e cobre, dando origem a uma nova liga mais resistente, sendo ideal para se construir implementos. Utilizando metais, os instrumentos possuíam maior durabilidade, além de manuseio e transporte mais fáceis.

A descoberta do ferro (+/- 1500 a.C.) originou um novo período. Era um metal de baixo custo e tornou-se popular. Instrumentos para agricultura, pecuária e até batalhas entre povos foram forjados utilizando o metal. A partir desse período, qualquer camponês poderia adquirir um facão ou um machado e até mesmo um arado de ferro para auxiliar no trabalho. Houve a divisão de tarefas pela primeira vez no setor de fabricação de cerâmica e cada empregado era responsável por um trabalho específico, como por exemplo, molde, pintura, acabamento.

Idade Média (476 d.C. a 1453 d.C.)

Com a queda do império romano, nos encontramos agora na Idade Média, que durou cerca de 1000 anos. Neste período houve grande demanda por produtos agrícolas, têxteis, entre outros. As técnicas da época nãos supriam o mercado consumidor, então foram necessários grandes aperfeiçoamentos na agricultura, como técnicas de irrigação e cultivo. Além disso, houve o início dos grandes desmatamentos para a expansão de terras para cultivos, e também para obtenção de madeira, para gerar energia pela queima do carvão.

O uso da tração animal e a invenção da ferradura aumentou muito a eficiência dos cultivos. Além disso, utilizando a pressão natural da água de lençóis freáticos, o homem perfurou os primeiros poços artesianos, possibilitando o uso da água para irrigação. Moinhos hidráulicos e eólicos processavam a produção (moagem de grãos), movimentavam serras, fabricavam tecidos, cerveja e papel, utilizando o vento e a água como energia.

Na baixa Idade Média (período final) teve início uma técnica utilizada até hoje

na agricultura: a rotação de culturas, que é a alternância temporária de vegetais de interesse comercial para manter o solo fértil por mais tempo.

Pesquise mais

A rotação de culturas aumenta a fertilidade do solo. Com essa técnica, não há necessidade de constante adubação, evitando o uso de novas áreas para aumentar a produção e evitando, também, o uso de fertilizantes, que prejudicam o meio ambiente.

Uma grande ascensão foi observada na indústria têxtil, que agora trabalhava com uma variedade de matérias-primas, como couro, lã e madeira, por exemplo. A roca, o fuso e o tear são instrumentos desenvolvidos no século XIII, aumentando significativamente a produção desses manufaturados. No transporte marítimo, invenções surgiram para aumentar a eficiência das navegações, como o leme substituindo o remo e a timoneira, a bússola, a quilha, a vela de pano e o quadrante. Outras foram aprimoradas, como o astrolábio, necessário para localização e percorrer grandes distâncias no oceano.

Idade Moderna (1453 a 1789) e a Revolução Científica (Século XVI a XVIII)

Na navegação, a invenção da caravela pelos portugueses revolucionou a exploração marítima. A travessia do atlântico proporcionou a descoberta de territórios e matérias-primas, inclusive, a descoberta do Brasil.

A tecnologia mais notória desse período é a máquina a vapor. Criada para fins industriais por James Watt em 1768, sua criação foi utilizada e adaptada para fins diversos, aumentando a produção e a eficiência em diversos setores. Concomitantemente, a substituição da lenha pelo carvão mineral em cerca de 1700 diminuiu as grandes devastações florestais. Atualmente a Europa Ocidental possui menos de 1% de suas florestas nativas.

A revolução do pensamento científico foi marcante. Ela se inicia no século seguinte ao início da Idade Média e se estende até o século XVIII. Com o enfraquecimento do poder do clero e da inquisição houveram grandes descobertas científicas que modificaram o pensamento humano. Copérnico retomou pensamentos de Aristarco de Samos, propondo que a Terra e outros planetas giravam em torno do sol, derrubando o Geocentrismo. As leis de Kepler explicavam matematicamente como ocorriam as translações dos planetas em torno do Sol, e Newton publicou *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, que descrevia a mecânica de corpos (Leis de Newton) e a lei da gravitação universal.

Exemplificando

Em 1665, Robert Hooke utilizou pela primeira vez um microscópio composto. Ele observou lâminas de cortiça e constatou que eram formadas por pequenos compartimentos, que denominou célula. Essa invenção foi utilizada mais tarde para investigar os tecidos humanos e vegetais, bem como a existência de microrganismos patológicos ao homem.

Na indústria têxtil, os teares manuais da Idade Média foram substituídos pelos teares mecânicos à vapor, criado por Edmund Cartwright, em 1785. Com isso, os tecidos foram tornando-se cada vez mais populares e com preços reduzidos. Com a invenção do tear mecânico ocorre o fim da Idade Moderna e o início da Idade Contemporânea, com o desenvolvimento da indústria moderna.

Idade Contemporânea (1789 em diante)

Estamos agora no período conhecido como "A era das invenções", em que ocorreu a grande Revolução Industrial, caracterizada inicialmente por avanços no ramo da tecelagem (de 1760 a 1850) e utilização da força a vapor. De 1850 a 1900 surgem novas formas de energia, novos produtos derivados de petróleo, como a gasolina e, posteriormente, novas técnicas industriais e energéticas.

O primeiro grande impacto ambiental da indústria foi o Big Smoke (grande nevoeiro), de 1952 em Londres, consequência da queima desenfreada de combustíveis fósseis pelas indústrias e automóveis, sendo agravado devido ao inverno rigoroso, ocasionando o efeito de inversão térmica, em que uma massa de ar frio acumula a poluição atmosférica nas camadas mais próximas ao solo. Esse evento causou a morte de mais de 12 mil londrinos e deixou cerca de 100 mil doentes.

Os rejeitos industriais também causaram o desastre de Minamata, no Japão, em 1956, após décadas de descarte inadequado de metais pesados na água, como o mercúrio. O envenenamento pelo metal ou pelo consumo de peixes e moluscos contaminados surtiram efeitos na saúde humana. Mais de 2 mil pessoas morreram na ocasião.

Anos depois ocorreu o desastre ecológico de Torrey Canion em 1967, após bater em um recife, 11.900 toneladas de petróleo foram derramadas no mar inglês. Foi o primeiro grande derramamento de petróleo, causando grandes impactos ecológicos. Essas catástrofes precederam a Revolução Industrial nos anos 70, que utilizou de forma violenta os recursos naturais, gerando repercussão na mídia da época. Esse fato ocasionou o surgimento de movimentos conservacionistas, pressionando grandes empresas a repensar a maneira de produzir, incluindo nos projetos o custo ambiental, além do incentivo à pesquisa e ao desenvolvimento de tecnologias para minimizar os impactos, como o uso de filtros nas chaminés.

Pesquise mais

Foi após a segunda grande guerra que houve uma grande utilização do primeiro inseticida químico desenvolvido para uso em larga escala: o DDT. Houve uma série de eventos desencadeados com essa tecnologia. Apesar de causar mortalidade ao longo da cadeia alimentar, foi uma grande ferramenta utilizada para eliminação de insetos pragas da agricultura e vetores de doenças.

Os efeitos do DDT são relatados no livro *A Primavera Silenciosa*. Leia este livro:

CARSON, R. **Primavera silenciosa**. 1. ed. São Paulo: Gaia. 2010. 328 p.

Com a Segunda Guerra Mundial (1939-45), houve uma grande demanda pela criação de novas tecnologias, ou o aperfeiçoamento das já existentes, como o DDT, penicilina, computadores, drones (aeronaves não tripuladas) etc. Modelos computacionais foram criados por Jay W. Forrester em 1970, avaliando crescimentos populacionais, propondo famosos modelos de aumento populacional (modelo World3/91), predizendo que, com o ritmo de crescimento, haveria escassez de recursos não renováveis nos anos de 2015 a 2020, devido à produção pouco sustentável da indústria.

Durante a Guerra Fria, a disputa tecnológica entre a U.R.S.S. e os Estados Unidos gerou grandes inovações. Houve a corrida espacial, iniciada com o lançamento do primeiro satélite artificial pela Rússia, o Sputnik em 1957. Outra invenção deste período foi a comunicação entre computadores. Restrita inicialmente para uso militar, foi gradualmente adotada por algumas instituições educacionais. Em 1990 Tim Bernes-Lee criaria a World Wide Web, a rede mundial de computadores, que popularizou a rede com interface mais simples.

Com o uso dos satélites, drones e do GPS (sistema de posicionamento global), atualmente é possível com sucesso monitorar, quantificar e estabelecer ações eficazes de fiscalização do desmatamento ilegal de grandes áreas florestais e biomas ameaçados do nosso país, como o Cerrado, a Mata Atlântica e o Pantanal. Grupos de pesquisas e empresas, por exemplo, utilizam imagens de satélites provenientes de provedores globais para monitoramento sistemático destas extensas áreas de cobertura vegetal e estimam o desmatamento por meio de análise comparativa de imagens obtidas ao longo do tempo. Isso auxilia no controle de atividades extrativistas ilegais e em laudos ambientais. Existem disponíveis satélites de capacidade de resolução espacial de até 50 cm, ideais para a realização destes estudos. Com os drones, é possível explorar, além destas grandes extensões territoriais em tempo real, áreas de difícil acesso humano. Atualmente, sensores de registro de variáveis climáticas/meteorológicas podem ser acoplados aos drones, sendo, portanto, excelentes ferramentas para auxílio em pesquisas científicas.

Tais tecnologias também podem ser utilizadas com sucesso no monitoramento de áreas agrícolas. No ramo da agropecuária destaca-se a agricultura de precisão e essas tecnologias são aplicadas em conjunto para aumentar a produtividade com custos reduzidos, utilizando o maior número de dados possíveis. Este sistema proporciona postura gerencial e leva em conta as diferenças que existem no campo e respeita as características únicas de cada porção da área de cultivo. Por exemplo, uma determinada área é mapeada e são planejadas amostragens com auxílio de localizadores por satélite, sendo possível obter um perfil do local, possibilitando a adoção de práticas apropriadas para situações específicas. É possível irrigação, aplicação de insumos e a correção de solo somente onde e quando é necessário, o que reduz o impacto ambiental e aumenta os lucros. Por exemplo, poderiam ser detectadas áreas de produção em que a drenagem é mais lenta e que armazenariam maior quantidade de água, sendo possível então diminuir a irrigação no local sem prejuízo para as plantas, economizando água. Na agricultura de precisão, GPS e sistemas de informação geográfica (GIS) podem ser utilizados para amostragem de solo, planejamento do plantio e mapeamento do campo em situações adversas, pois possibilitam análise e manipulação de dados geospaciais.

É claro que existem inúmeros exemplos que não foram aqui explorados, mas, como você viu, neste apanhado geral, a evolução de tecnologias foi relevante para o desenvolvimento da humanidade e para o estabelecimento de estratégias ambientais preventivas e corretivas. Não é mesmo? A evolução da tecnologia não para por aqui e o investimento em pesquisa é essencial, com apoio ao desenvolvimento de inovações e novas ferramentas aplicáveis à sustentabilidade.

Sem medo de errar

Prezado estudante, agora que você conheceu os principais conceitos e exemplos de algumas tecnologias aplicadas ao meio ambiente, podemos começar a trabalhar em nosso problema, apresentado no início desta seção. Vamos relembrá-lo?

Você acompanhará a Paula, a representante técnica da Agroevolution, que recebeu a ligação do Sr. Antônio Jr., um agricultor e ambientalista da região sudeste do Brasil que possui uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) de 4980 ha (49,8 Km^2), situada na Mata Atlântica. A RPPN é destinada apenas para pesquisa científica e visitação turística, recreativa e educacional. Sua criação foi uma maneira encontrada pelo ambientalista para conservar a diversidade biológica e recuperar uma parcela de floresta, que vem sofrendo devastação. O fato de a área ser muito grande faz com que o monitoramento do desmatamento por terra seja ineficiente e Paula foi solicitada para orientar o Sr. Antônio sobre tecnologias que possam ajudá-lo no monitoramento e quantificação efetiva do desmatamento e que auxiliem o grupo de biólogos e

agrônomos da Reserva em projetos de pesquisa científica.

Quais são as tecnologias mais apropriadas para Paula sugerir ao ambientalista para o monitoramento efetivo do desmatamento na RPPN? Quais tipos de estudos Paula poderia sugerir ao grupo de biólogos e agrônomos do Sr. Antônio por meio destas tecnologias?

Pelo fato da RPPN ser muito grande e o monitoramento por terra não ser efetivo devido às suas grandes dimensões, Paula poderia sugerir o uso dos satélites para auxiliar o grupo de cientistas do Sr. Antônio na quantificação do desmatamento em curto, médio e longo prazo. Você se lembra, caro aluno, que o satélite foi desenvolvido na Corrida Espacial entre U.R.S.S e USA e que ele atualmente pode ser usado para monitorar, quantificar e estabelecer ações eficazes de fiscalização do desmatamento ilegal de áreas florestais ameaçadas, como a Mata Atlântica? Pois bem, temos aqui um exemplo de sua aplicação.

Paula pode sugerir que o grupo de cientistas do Sr. Antônio realize estudo de monitoramento sistemático da cobertura vegetal nativa da RPPN mediante aumento do desmatamento identificado em cada imagem de satélite ao longo do ano, por exemplo. Através da obtenção dos mapas de cobertura vegetal, pode-se obter um banco de dados temporal do desmatamento ilegal e estabelecer estratégias eficazes de controle e quantificação. Paula pode ressaltar que existem disponíveis satélites com capacidade de resolução espacial de até 50 cm, ideais para a realização deste tipo de laudo ambiental. Como vimos no livro didático, os dados podem ser obtidos de provedores globais de imagens de satélites. Adicionalmente, outra opção que Paula poderia dar é o uso de drones na Reserva (existem modelos de drones que, inclusive, podem ser movidos à luz solar) para o monitoramento do desmatamento/extrativismo ilegal em áreas de difícil acesso. Ela pode ressaltar, inclusive, que sensores para coleta de dados ambientais sejam acoplados aos drones para estudos de mudanças climáticas da região.

Atenção

O uso destas tecnologias exige investimento e capacitação adequada.

Avançando na prática

Sistemas de gestão e postura gerencial no meio rural

Descrição da situação-problema

Agora, desafiamos você a acompanhar Paula em outra situação. Ela recebeu na

Agroevolution o Sr. Takashi, um produtor de uvas viníferas - destinadas à produção de vinho – de Santa Catarina. Com ele veio o Sr. Roberto, técnico agrícola e responsável pela cultura. O agricultor está com o objetivo de modernizar e solicitou que Paula o orientasse com relação à obtenção de um sistema de gestão tecnológica de área que levasse em conta o gerenciamento de suas atividades agrícolas e a variabilidade que as suas plantas e o solo apresentam em diferentes porções de sua área de cultivo. Adicionalmente, o agricultor visa também o aumento do seu retorno econômico e a diminuição dos impactos ambientais gerados por práticas agrícolas ineficazes do ponto de vista de produção e viabilidade ambiental.

Qual tipo de sistema de gestão tecnológica Paula poderia sugerir para o Sr. Takashi e seu técnico? Quais as suas vantagens? Que tipo de recurso natural, por exemplo, seria possível poupar?

Lembre-se

O sistema de gestão deve ser um que proporcione um equilíbrio rigoroso entre produção e a conservação dos recursos naturais.

Resolução da situação-problema

Paula poderia sugerir ao Sr. Takashi o uso da agricultura de precisão, que caberia como uma luva para os planos do agricultor, pois, como vantagens, este sistema proporciona uma postura gerencial que leva em conta justamente as diferenças que existem no campo e respeita as características únicas de cada porção da área plantada.

Com o uso da agricultura de precisão na área de uva seria possível passar a detectar situações que poderiam proporcionar otimização dos insumos, minimização dos impactos ambientais e aumento dos lucros do agricultor, bem como a adoção de práticas apropriadas para situações específicas. Por exemplo, poderiam ser detectadas áreas de produção em que a drenagem é mais lenta e que armazenariam maior quantidade de água, sendo possível diminuir a irrigação no local sem prejuízo para as plantas, economizando água, um recurso natural valioso. Inclusive, GPS e sistemas de informação geográfica (GIS) podem ser utilizados para amostragem de solo, planejamento do plantio e mapeamento em campo em dias de chuva, neblina e até mesmo a noite, pois possibilitam análise e manipulação de grandes quantidades de dados geospaciais.

Faça você mesmo

O avanço da civilização humana causou impactos, mas não só negativos. Atualmente, existem várias tecnologias que ajudam a minimizar as

consequências da produção tecnológica. Agora que você é capaz de identificar essas tecnologias, tanto as que foram abordadas, quanto as que estão presentes em seu cotidiano, tente citar algumas.

Faça valer a pena

1. Qual das características a seguir descreve o homem do período paleolítico:

a) Comportamento sedentário, criador de pequenos animais e agricultor.

b) Utilizador de instrumentos de bronze.

c) Tinha total domínio da agricultura.

d) Tinha comportamento nômade.

e) Utilizada o carvão como forma de energia.

2. Quais dos fatores a seguir marcaram o neolítico?

a) A modernização das navegações e o uso do carvão vegetal.

b) A rotação de culturas e a agricultura de precisão.

c) O uso do petróleo e a invenção da ferradura.

d) O sedentarismo, desenvolvimento da agricultura e da domesticação de animais.

e) Instrumentos feitos com pedra lascada.

3. A respeito da história da produção tecnológica, assinale a alternativa correta:

a) A tecnologia necessariamente depende de anos de desenvolvimento científico.

b) Grandes avanços ocorreram após períodos de guerras.

c) A descoberta do motor a vapor não foi relevante para a tecnologia.

d) No neolítico, o homem passou a ser nômade.

e) A Idade Moderna foi marcada por poucas inovações tecnológicas.

Seção 1.2

Tecnologia e recursos naturais

Diálogo aberto

Os recursos naturais de uma nação contribuem de maneira importante para o seu desenvolvimento. Tanto os recursos renováveis quanto os não renováveis necessitam de tecnologia e racionalidade na sua utilização, para poupá-los e garantir que as reservas perdurem para próximas gerações. A tecnologia tem papéis relevantes nesse contexto, você consegue imaginar quais são?

Iremos tratar dessas tecnologias nos unindo novamente à Paula, nossa personagem e responsável técnica da Agroevolution, cujo trabalho é solucionar problemas diários de empresas de diversos ramos. Para isso, ela utiliza tecnologias aplicadas ao meio ambiente. O foco da empresa de Paula é tornar a produtividade o mais sustentável possível e minimizar impactos utilizando artifícios como gerenciamento de recursos e resíduos e uso de ferramentas e métodos mais adequados e modernos.

Paula recebe agora um novo desafio e vamos acompanhá-la depois de aprender alguns conceitos e exemplos nessa seção.

Desta vez é uma empresa de sucos naturais que entra em contato com a Agroevolution. Eles possuem uma pequena propriedade produtora de laranjas e uma fábrica de médio porte para a produção de suco. Com a crise hídrica pela qual o Brasil passou em 2014-2015, a empresa quer investir para garantir um melhor aproveitamento de seus recursos, como a água. Ao visitar a empresa, Paula notou que a água é utilizada para muitas atividades, desde a lavagem e o resfriamento de equipamentos, uso na cadeia produtiva, limpeza do pátio dos prédios da empresa, até a irrigação de jardins e da plantação de laranjas, sem reaproveitamento, o que gera desperdício. Com relação às estruturas hidráulicas, que ainda são as mesmas há algumas décadas, Paula notou alguns vazamentos pequenos, mas que desviam parte desse recurso valioso.

Conhecendo melhor esse cenário, quais estratégias e tecnologias Paula deveria recomendar para melhorias no aproveitamento desse recurso tão importante?

Para acompanhar a nossa personagem nessa tarefa, será necessário que você adquira alguns conhecimentos sobre os recursos naturais, seus tipos e tecnologias

envolvidas na gestão. Ao fim dos estudos nesta seção, entenderemos quais conceitos e exemplos serão utilizados por Paula para realizar mais esta tarefa. Vamos iniciar os estudos?

Não pode faltar

Da natureza, o homem retira tudo que compõe seu cotidiano, desde elementos puros da tabela periódica, como o ferro (Fe) e o ouro (Au), até combinações extremamente complexas destes elementos, levando à confecção de um microcircuito de computador, por exemplo. De modo geral, podemos classificar como recurso natural qualquer material ou elemento da natureza, que possa ser utilizado pelo homem para sua subsistência.

Recurso natural é um termo que surgiu nos anos 70, utilizado pelo economista e estatístico Inglês Ernst Schumacher. A natureza desses recursos pode ser: mineral (como o alumínio), energética (como a energia solar), hídrica (água) e biológica (como o pescado). Além disso, podem ser diferenciados em renováveis e não renováveis.

Os **recursos renováveis** são aqueles que a própria natureza é capaz de recompor no ambiente em um tempo relativamente rápido, correspondente ao ciclo de vida de um ser humano, como, a água, o nitrogênio do solo, algumas plantas e animais para consumo, entre outros.

Exemplificando

Recursos renováveis são aqueles que a natureza reporá em um tempo relativo ao ciclo de vida de um ser humano. No entanto, a ação antrópica interfere na reposição desse recurso, como foi o caso da crise hídrica brasileira em 2015. Você lembra deste episódio que marcou nossa história?

Recursos não renováveis são aqueles que uma vez utilizados ou retirados da natureza, esta não é capaz de repor ou renovar o que foi retirado rapidamente, pois a velocidade de renovação leva milhares ou milhões de anos, como os combustíveis fósseis (petróleo, carvão mineral e gás natural), ouro, prata, entre outros metais e pedras preciosas. Esses recursos possuem valores e quantidades variáveis, sendo os mais raros, relativamente mais caros.

Você deve estar se perguntando: recursos naturais são importantes para uma nação? Podem auxiliar em seu desenvolvimento? Vejamos adiante um caso distante, mas não muito distinto das nossas riquezas: o caso da Noruega.

O Reino da Noruega sofreu diversas invasões durante a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), mas passou por períodos de prosperidade após os anos 50. Tornou-se uma nação economicamente equilibrada, mas distante da posição que alcançaria após um evento na década de 70. Em 1971, a Noruega começou a vasta exploração dos seus principais produtos até hoje: o petróleo e o gás natural que, atualmente, representam metade do seu PIB.

O capital adquirido com a descoberta das reservas transformou a Noruega em um país com baixo desemprego, renda per capita acima de 100 mil dólares e, atualmente, o país é o líder no Índice de Desenvolvimento Humano entre 188 nações (em 2015 o Brasil se encontrava em 75°) (MARTINS, 2015). Atualmente, as políticas nacionais da Noruega atentam para o uso consciente das reservas e boa parte da frota nacional não utiliza combustíveis fósseis, e sim energia elétrica. Além disso, a renda obtida com as exportações de óleo e gás é utilizada em pesquisas de novas tecnologias para substituir em longo prazo o capital obtido pela venda do recurso, que é finito.

Como você pode constatar, possuir recursos naturais pode alavancar o desenvolvimento de um país, não é mesmo? Entretanto, as políticas de utilização e manutenção são essenciais para o uso do real potencial dessas reservas. O papel da tecnologia no âmbito dos recursos naturais deve então ser focado na exploração consciente e sustentável dos recursos renováveis, possibilitando que haja tempo suficiente para sua reposição e ter um objetivo em longo prazo para suprir ou evitar a escassez abreviada de recursos não renováveis.

O Brasil, por exemplo, é possuidor de um dos recursos naturais mais raros do planeta, o nióbio (Nb), matéria-prima fundamental para indústria de alta tecnologia, utilizado na construção de propulsores de foguetes, aeroplanos, indústria eletrônica, nuclear, lentes óticas e tomógrafos. Acredita-se que o Brasil possui 98% das reservas mundiais, seguido do Canadá (1,1%) e da Austrália (0,46%). Este metal confere propriedades a ligas metálicas, deixando-as mais resistentes, sendo necessário somente 0,1% do elemento para conferir tal característica. Documentos vazados na ***Wikileaks***, em dezembro de 2010, mostraram documentos sigilosos que relatavam que minas de nióbio brasileiras são um recurso estratégico e imprescindível para o desenvolvimento dos EUA (BBC, 2010).

Assimile

Wikileaks: é uma organização fundada por Julian Assange, com sede na Suécia, que publica grande quantidade de informações sigilosas, através de fontes anônimas.

Reflita

O Brasil não prevê qualquer abordagem específica para a comercialização do nióbio, e seu preço não é definido em bolsas de valores. Em 2015, a quilograma da liga de Ferro-Nióbio 66% foi comercializado a US$ 30,00, segundo serviços de cotação (METAL PRICES, 2016). O recurso atualmente é o 3° metal mais importante na balança comercial brasileira. O principal minério exportado é o ferro. Deveríamos valorizar mais os nossos recursos naturais?

Recursos não renováveis

Como vimos, a tecnologia possui papéis fundamentais na utilização de recursos naturais. No âmbito de recursos não renováveis, que trataremos a seguir, o nicho da tecnologia se encontra na melhor utilização desses recursos, bem como na produção de novas tecnologias que auxiliem na substituição destes por novas fontes, como as renováveis. Um dos recursos não renováveis de maior relevância para o planeta é o petróleo, formado em camadas subterrâneas devido à sedimentação de material orgânico, que através de metamorfismos por temperatura e pressão, através de milhares de anos, forma o combustível fóssil.

Você, aluno, o que acha? O petróleo vai desaparecer? No atual ritmo de consumo é estimado que as reservas atuais tenham suprimento para os próximos 75 anos, o que é um período relativamente curto para o desenvolvimento de tecnologias que o substituam. Não é mesmo?

O Brasil possui um papel importante nesse cenário, pois além de ser grande produtor de petróleo, descobriu em 2006 no seu território, grandes reservas petrolíferas abaixo de uma camada de sal petrificado na crosta terreste: o pré-sal (PETROBRAS, 2016). A queima desse recurso, bem como sua extração gera danos ambientais e à saúde humana. Os gases liberados da queima de produtos derivados do petróleo, como a gasolina e o diesel, são os de efeito estufa, dentre os quais podemos destacar o dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x) e dióxido de enxofre (SO_2). Uma alternativa é o gás natural (por gerar baixas quantidades de resíduos poluentes). No entanto, apesar de menos poluente, gera grande impacto aos locais de sua retirada da natureza, já que também se trata de um combustível fóssil.

O quinto relatório (AR5) do IPCC (Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas) (2013) indica ser necessária a redução da emissão de gases de efeito estufa até 2050-2100, para evitar grandes consequências ambientais e, consequentemente, para o ser humano. Além da queima dos derivados do petróleo, temos o carvão, que é o recurso não renovável mais abundante do mundo, sendo utilizado para gerar energia em países como os EUA, China e União Europeia, e que também contribui significativamente para a emissão destes gases.

Será imprescindível uma mudança de fontes de energia. A produção de etanol (renovável) é uma das alternativas, porém, ainda necessita de muito desenvolvimento tecnológico para tornar viável o uso em escala global. O biodiesel, produzido a partir de grãos oleaginosos, também é um combustível renovável que tem grande potencial de utilização, já colocado em prática em algumas cidades brasileiras.

Uma outra energia alternativa de baixo impacto ambiental (quando não ocorrem acidentes) é o urânio (energia de fissão nuclear), mas também não se trata de um recurso renovável. O urânio é um mineral extraído do ambiente e passa por processos de enriquecimento para ser utilizado como fonte de energia. O urânio é relativamente barato, as chances de acidente são mínimas e é necessário pouco espaço para abastecer uma cidade inteira. Como desvantagens, existe a geração de resíduos radioativos e tóxicos (removidos do reator após reabastecimento) com meias-vidas de até milhares de anos, que podem ser letais em caso de acidente, e um investimento inicial alto na infraestrutura e mão de obra especializada.

As energias limpas que podem potencialmente substituir estas existentes são a utilização da energia solar (renovável) e a energia obtida através da fusão nuclear de isótopos de hidrogênio (renovável, e que não gera resíduos radioativos duradouros), que simula a energia de estrelas como o sol. São tecnologias mais limpas e mais seguras do que a fissão nuclear (a partir de elementos radioativos). Outros exemplos são a energia eólica e a energia hidráulica (renováveis).

A água: um recurso renovável fundamental

No último relatório *Living Planet* (2014), que trata sobre a situação da biodiversidade e utilização de recursos no planeta, foi constatado que, atualmente, a **Pegada Ecológica** da humanidade está 50% maior do que a natureza é capaz de renovar, ou seja, seria necessário 1,5 planeta para produzir os recursos naturais que a atual sociedade demanda. Não é preocupante?

Vocabulário

A **pegada ecológica** se refere à quantidade de recursos consumidos por um determinado indivíduo, cidade, estado, país ou empresa. Corresponde ao território necessário de terra e de mar para gerar produtos, bens e serviços daquele determinado local. Em outras palavras, trata-se de traduzir, em hectares (ha), a extensão de território que uma pessoa ou toda uma sociedade "utiliza", em média, para se sustentar.

A água é um dos recursos renováveis mais importantes e essenciais à vida. De toda a água do planeta, apenas aproximadamente 0,007% está disponível para consumo. O saneamento básico é um direito fundamental do indivíduo e da coletividade, de acordo com a Constituição Federal. No entanto, um levantamento da ONU em 2014 mostrou que cerca de 77 milhões de brasileiros não têm acesso à água potável, principalmente nas regiões Norte e Nordeste do país (CHADE, 2014). O uso racional da água e estratégias para melhor utilização e distribuição do recurso tornaram-se ainda mais essenciais após o período de seca registrado no país em 2014-2015, principalmente na região Sudeste.

Portanto, a tecnologia tem um papel fundamental na administração da água. Melhorias podem ser feitas na infraestrutura de distribuição (encanamentos, torneiras), em sistemas de captação de água da chuva (como calhas) ou mesmo através da elaboração de sistemas mais sofisticados de reaproveitamento de águas pluviais ou de efluentes industriais provenientes do ciclo produtivo; sistemas de irrigação mais eficientes (como o de gotejamento) etc.

Existem dados que mostram que empresas reduziram o consumo de água em 60% reaproveitando a água que antes era eliminada em descargas, processos produtivos, resfriamento de máquinas, lavagem de equipamentos e pátios, entre outros, mas lembre-se: pode ser necessário o tratamento dos efluentes. Com isso, pode ser necessária a construção de uma estação de tratamento própria da empresa, um investimento de longo prazo, ou mesmo uma parceria com a estação local. Empresas também estão aprimorando tecnologias do lar, tornando-as cada vez mais eficientes e baratas e que garantem grande diminuição do consumo de água potável. Algumas são bem acessíveis, como chuveiros e torneiras de alta eficiência e privadas de baixo fluxo, que podem diminuir consideravelmente o consumo. Atualmente, também existem máquinas de lavar roupa que diminuem consideravelmente o fluxo de água na lavagem. O uso de tecnologias mais eficazes é essencial.

Outros recursos renováveis

A agropecuária e a pesca são atividades humanas que utilizam e produzem recursos considerados renováveis e o aumento de produtividade por área é essencial para pouparmos recursos. Muita tecnologia é investida nesse sentido.

A produção de soja (fonte de biodiesel) por hectare, por exemplo, no final dos anos 70, era de 29 sacas por hectare (cada saca corresponde a 60 Kg de grãos). Na safra 2011/2012 era de 44 sacas, já na safra 2014/2015 a produção média foi de 55 sacas/ha, e produtores utilizando novas tecnologias chegaram a produzir 100 sacas/ha, praticamente dobrando a produção sem utilizar mais espaço para plantio (CONAB, 2016).

A produção de cana-de-açúcar/ha (fonte do etanol) também evoluiu consideravelmente. Nos anos 70 a produção era de 45 ton./ha e nos dias atuais a produção se encontra em 75 ton./ha através do uso de tecnologias como plantio direto, variedades mais produtivas, manejo integrado de pragas etc. Tudo isso graças à pesquisa científica. Acredita-se que a produtividade máxima da cana-de-açúcar esteja próxima de 400 ton/ha (em laboratório) (NOVA CANA, 2016a).

Exemplificaremos agora a utilização de outro recurso renovável na produção de energia através do bagaço de cana-de-açúcar: a biomassa. Uma tonelada de cana é utilizada para a produção de 153 Kg de açúcar, 276 Kg de bagaço e 165 Kg de palha (que são convertidas em energia utilizada na própria usina e, muitas vezes, vendidas para cidades próximas), sendo o poder calorífico de uma tonelada de cana-de-açúcar equivalente a 1,24 barris de petróleo (PORTAL JORNAL CANA, 2016).

O Brasil possui por volta de 434 usinas e todas são autossuficientes em energia (bioeletricidade), pela queima do bagaço de cana, produzindo energia através do vapor. Estima-se que se for aproveitada toda a biomassa de cana disponível no país, a energia gerada será de 11.000 MW até a safra 2018-2019, o que equivale a uma usina Itaipu (NOVA CANA, 2016b).

Como você pode constatar, esta otimização do processo produtivo só é possível devido ao desenvolvimento de novas tecnologias, inovação e avanço da pesquisa científica.

Pesquise mais

Para que você tenha conhecimento sobre o cenário atualizado da situação ambiental, recomendamos que acesse o Relatório Planeta Vivo, de 2014. Disponível em: <http://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/sumario_executivo_planeta_vivo_2014.pdf>. Acesso em 1 mar. 2016.

Faça você mesmo

Vamos relembrar algumas fontes de energia que são promessas para o futuro. Você pode citar uma delas e suas vantagens e desvantagens?

Sem medo de errar

Agora que você já conhece os principais conceitos e viu alguns exemplos com relação ao papel da tecnologia no âmbito dos recursos naturais, podemos começar a acompanhar nossa personagem, a Paula, em seu novo problema. Vamos relembrá-lo?

Paula recebeu um novo desafio, desta vez uma empresa de sucos naturais entrou em contato com a Agroevolution. Eles possuem uma pequena propriedade de laranjas e uma fábrica de médio porte para produção de suco e querem investir para garantir um melhor aproveitamento de água. Paula notou que a água é utilizada para muitas atividades na empresa, desde a lavagem e resfriamento de equipamentos, uso na cadeia produtiva, limpeza do pátio dos prédios da empresa, até a irrigação de jardins e da plantação de laranjas, existindo desperdício devido ao não reaproveitamento. Com relação às estruturas hidráulicas, que ainda são as mesmas há algumas décadas, nossa personagem notou alguns vazamentos pequenos, mas que desviam parte desse recurso valioso. Conhecendo melhor esse cenário, quais estratégias e tecnologias Paula deveria recomendar para melhorias no aproveitamento desse recurso tão importante? Você acha que agora seria capaz de acompanhar nossa personagem nesta nova tarefa?

Algumas estratégias apresentadas no livro didático podem ser indicadas por Paula para um melhor uso da água nesta empresa, como a melhoria da infraestrutura de distribuição da água: a modernização do sistema, troca de equipamentos, de canos e torneiras mais defasadas por novas, evitando gastos excessivos e desperdício. Além disso, após o uso, os efluentes eliminados pela indústria podem ser tratados para voltar a cadeia produtiva (reúso). Isso pode ser feito através do tratamento do esgoto industrial por empresas especializadas contratadas ou pela construção da própria estação de tratamento na empresa. O reúso pode ser sugerido também com a água de torneiras, que pode ser reutilizada em descargas, lavagem de ambientes etc. Além disso, a água pluvial, uma fonte que normalmente não é aproveitada, também pode ser incluída nesse contexto por Paula, não é mesmo? A sua captação em calhas ou em sistemas próprios de aproveitamento de águas pluviais pode poupar este valioso recurso que, adicionalmente, pode ser utilizado nas irrigações dos plantios de laranjas, bem como nas descargas, lavagem, resfriamento de maquinários etc. Com isso, pode ser evitada a grande demanda por água potável na empresa, bem como os gastos provenientes do seu uso. Além disso, a irrigação, que utiliza muita água, pode ser melhorada com sistemas automatizados ou de irrigação por gotejamento, que economiza água no processo. Você lembra, aluno, que estas estratégias e tecnologias foram apresentadas a você anteriormente?

Note que, com todas essas medidas, o consumo de água pode ser reduzido consideravelmente, gerando economia para a empresa, além de utilizar mais racionalmente esse recurso que, apesar de renovável, possui uma má-gestão, o que faz com que seja escasso em muitas cidades e regiões.

Atenção!

É necessário aplicar o reaproveitamento da água. No entanto, se atente para quais funções o recurso pode ser utilizado e se precisa de tratamento prévio.

Avançando na prática

Movido à sustentabilidade

Descrição da situação-problema

Caro aluno, desafiamos agora você a acompanhar Paula em outra situação. Estamos em uma cidade fictícia: o município de Naturópolis. Paula recebeu uma indicação da Agroevolution para realizar uma consultoria na Prefeitura Municipal da cidade para o Departamento de Meio Ambiente e se deparou com um desafio: participar de um comitê para tornar o transporte coletivo da cidade mais sustentável. Atualmente, a cidade conta com uma frota antiga e muito poluente, recebendo críticas da população sobre a qualidade do ar do centro da cidade, onde há um fluxo grande de veículos. Toda a frota é movida à diesel, um óleo derivado de petróleo constituído basicamente de hidrocarbonetos, que na sua combustão libera gases de efeito estufa. O uso do Diesel é muito popular, pois ele é de baixa inflamabilidade, isto é, o risco de incêndios e acidentes é mais baixo, já que só entrará em combustão em altas temperaturas.

Como você já possui algumas informações sobre alternativas a este combustível, quais iniciativas você proporia para tornar o transporte público mais sustentável?

Lembre-se

Você se lembra de algum combustível renovável? Ou seja, que pode ser produzido, ao invés de ser retirado de fontes fósseis? Reveja os conteúdos sobre esse tipo de recurso e tente acompanhar a Paula.

Resolução da situação-problema

Para tornar o transporte público mais sustentável, você pode sugerir, por exemplo, a iniciativa da substituição do diesel por combustíveis renováveis, como o biodiesel (já utilizado em muitas cidades do Brasil) e o etanol. Não foi isso, aluno, que aprendemos nos nossos estudos de hoje?

A nível de curiosidade, para que você tenha uma noção de situação do mundo real, desde 2013 legislações ambientais já promovem a mistura de 5% de biodiesel no combustível derivado de petróleo. Algumas cidades utilizam taxas maiores, o chamado diesel B20, com 20% de biodiesel + 80% de óleo diesel, e conseguiram reduzir em até 35% o material particulado do ar. O biodiesel puro (B100) já está sendo testado em algumas cidades brasileiras e apresentou sucesso na utilização. O combustível é feito a partir de soja, principalmente.

Faça valer a pena

1. O homem utiliza matérias-primas para realizar ferramentas desde a Pré-História. Esses materiais podem ser oriundos de recursos renováveis e não renováveis. Qual a definição de um recurso renovável?

a) São recursos naturais produzidos em períodos pré-históricos.

b) São materiais que são repostos lentamente, havendo necessidade de longo tempo para renovação.

c) São recursos renovados pela natureza, estando disponíveis em um curto espaço de tempo.

d) São matérias-primas obtidas da natureza.

e) São recursos que podem ser utilizados e que contribuirão com inovações tecnológicas.

2. Qual dos produtos a seguir é considerado ou obtido de fonte renovável?

a) O plástico.

b) O gás natural.

c) O pescado.

d) Os minérios de ferro.

e) O carvão mineral.

3. Um período de crise hídrica assolou o Sudeste do Brasil em 2014-2015. Quais fatores a seguir podem ser considerados uma causa para este evento?

a) A poluição de rios e mananciais em grandes cidades e o mau uso da água potável.

b) O grande investimento em infraestrutura nos sistemas de captação e distribuição.

c) O El Niño, somente.

d) O consumo consciente e de políticas de reaproveitamento da água.

e) As obras não concluídas na transposição do Rio São Francisco.

Seção 1.3

Resíduos das produções tecnológicas

Diálogo aberto

Caro aluno, com a evolução da produção tecnológica, o consumo e a produção de bens e serviços sofreu um considerável aumento, principalmente desde a Revolução Industrial. Com esse processo ocorreu um acréscimo na emissão de resíduos derivados da produção na indústria. Portanto, nesta seção, trabalharemos os conteúdos relativos aos resíduos industriais e seus métodos de descarte.

É justamente com esse problema que a nossa personagem, a Paula, responsável técnica da Agroevolution, lidará desta vez. Você lembra dela, não é mesmo?

Desta vez Paula foi chamada por Humberto, um agroempresário que possui uma propriedade de médio porte. Ele produz algumas frutas em sua propriedade, como morangos, bananas, goiabas e algumas outras frutas cítricas. Em sua propriedade, ele possui uma fábrica para o beneficiamento desses frutos e fabricação de alguns produtos, como geleias, compotas e sucos naturais. Contudo, durante a visita, Paula percebeu que a empresa, recém-instalada, ainda não possui um sistema adequado de gerenciamento dos resíduos industriais, pois existe descarte inadequado em um pequeno corpo d'água que desemboca em algumas lagoas de criação de peixes que o Sr. Humberto possui em um terreno mais abaixo da propriedade. O agroempresário afirma que, como os resíduos gerados nos processos produtivos de sua indústria não eram tóxicos, não se atentou à necessidade de descartá-los corretamente, pois eram apenas resíduos industriais orgânicos e achou não ser necessário o tratamento prévio antes do descarte. O empresário ressalta que, após a instalação da fábrica, observou que vários peixes de sua criação morreram e houve o crescimento excessivo de alguns microrganismos, plantas aquáticas flutuantes (como macrófitas) e algas nas lagoas, que também ficaram com a água turva.

Paula está retirando algumas amostras de água para análise e você a acompanhará em mais este problema. A propósito, você poderia formular uma hipótese do que pode ter ocorrido nas lagoas do Sr. Humberto? O que ocasionou este problema? Como os resíduos industriais desta empresa podem ser classificados segundo a legislação vigente? Quais suas características e qual é a legislação que os classifica? Como este problema pode ser revertido?

Para que você seja capaz de acompanhar a nossa personagem na resolução deste problema, você precisa conhecer um pouco mais sobre resíduos da produção industrial, os seus efeitos no ambiente, seus métodos corretos de descarte e as legislações vigentes relacionadas ao tema. Vamos lá?

Não pode faltar

Como vimos no problema acima, o avanço tecnológico não acontece sem gerar impactos e resíduos industriais, não é mesmo? Desde a Revolução Industrial houve um aumento muito grande na produção e no consumo. Com isso, houve considerável aumento dos impactos no ambiente. Toda produção, seja em pequena, média ou grande escala, gerará resíduos. Até algumas décadas passadas, os descartes da produção não recebiam muita atenção, nem por parte da indústria, nem da sociedade, e nem mesmo do governo.

Legislações importantes para o gerenciamento de resíduos

Em 1980, a lei n° 6.803 dispôs que as zonas destinadas à instalação de indústrias devem ser definidas em esquema de zoneamento urbano, compatibilizando as atividades industriais com a proteção ambiental, classificando-as em: a) zonas de uso estritamente industrial; b) zonas de uso predominantemente industrial; c) zonas de uso diversificado (BRASIL, 1980). De acordo com a legislação, essas áreas devem possuir elevadas capacidades de assimilação de efluentes e proteção ambiental, manter anéis verdes de isolamento capazes de proteger as zonas circunvizinhas contra possíveis efeitos residuais e acidentes; além disso, dispor, em seu interior, áreas de proteção ambiental que minimizem os efeitos da poluição, entre outras disposições. As áreas industriais consideradas críticas em relação à poluição passaram a ser controladas pela legislação através de normas e padrões ambientais definidos pelo IBAMA, pelos organismos estaduais e municipais competentes.

Anos depois, em 1998, ocorreu a promulgação da lei 9.605 (Lei de Crimes Ambientais) (BRASIL, 1998), que estabeleceu sanções e punições para a destinação inadequada de qualquer tipo de resíduo. A Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) é bastante atual e contém instrumentos importantes que contribuem para o enfrentamento dos problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado de resíduos sólidos (BRASIL, 2010). De acordo com esta lei, a definição de resíduos sólidos é: "um material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos

em recipientes e líquidos cujas particularidades tornam inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em **corpos d'água**, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível". A Lei 12.305/2010 obriga todos os estados federativos do Brasil a criarem planos para gestão de seus resíduos, incumbindo a eles fiscalizar e controlar as atividades dos geradores sujeitas a licenciamento ambiental, sejam os resíduos considerados perigosos ou não perigosos.

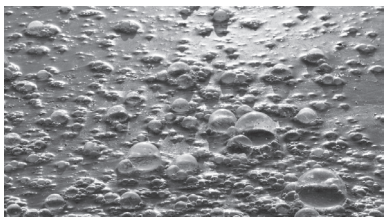
Você deve estar se perguntando: o que pode ser considerado um resíduo industrial? Os resíduos industriais possuem uma definição bem estabelecida pelas normas brasileiras. De acordo com a PNRS (Lei nº 12.305/10), os resíduos industriais são definidos como "os gerados nos processos produtivos e instalações industriais".

Vocabulário

Corpo d'água: são os cursos d'água, como os rios e as represas.

É importante ressaltar que os resíduos líquidos também podem ser chamados de efluentes (Figura 1.4) e, efluente líquido industrial, de acordo com a NBR 9800/1987, é qualquer despejo líquido proveniente do estabelecimento industrial, como águas de refrigeração poluídas, águas pluviais poluídas e esgoto doméstico. A Resolução CONAMA 313/2002 inclui nessa definição os lodos provenientes do tratamento de água e os gerados em equipamentos e instalações (MMA, 2002). De acordo com a Resolução CONAMA 430/2011, efluente é o termo usado para caracterizar os despejos líquidos provenientes de diversas atividades ou processos (MMA, 2011).

Figura 1.4 | Aparência de um corpo d'água com descarte de efluentes sem o tratamento adequado



Fonte: https://pixabay.com/pt/polui%C3%A7%C3%A3o-meio-ambiente-%C3%A1gua-722455/. Acesso em: 12 mar. 2016.

A Resolução CONAMA nº 313/2002 estabeleceu os resíduos industriais como objeto de controle específico e parte integrante do processo de licenciamento ambiental. Também estabeleceu metas e prazos para a criação de um Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais: um conjunto de informações sobre a

geração, características, armazenamento, transporte, tratamento, reutilização, reciclagem, recuperação e disposição final dos resíduos sólidos gerados pelas indústrias do país. Essas informações são registradas pelas indústrias e repassadas periodicamente ao órgão estadual do meio ambiente, que possui um prazo para enviar as informações ao IBAMA que, por sua vez, elabora os Programas Estaduais de Gerenciamento de Resíduos Industriais e o Plano Nacional para Gerenciamento de Resíduos Industriais.

Classificação de resíduos industriais

De acordo com a Resolução CONAMA 313/2002, os resíduos industriais são bastante variados e grande parte desses resíduos são considerados perigosos. Segundo esta Resolução, os resíduos industriais podem ser codificados como: escória de produção de ferro e aço, restos da fundição de alumínio, latão ou zinco, óleos, plásticos, cinzas de caldeira, resíduos de papel, papelão e borrachas, resíduos orgânicos de processo, entre outros.

Segundo a PNRS (Lei nº 12.305/2010), os resíduos sólidos, incluindo os industriais, podem ser classificados quanto a sua periculosidade:

a) Resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;

b) Resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea "a" (resíduos perigosos).

A classificação dos resíduos, de acordo com a Norma ABNT NBR 10.004/2004, os diferencia quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente:

A) Resíduos classe I

- Perigosos

• Resíduos que apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, exigindo tratamento e disposição especiais em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Ex.: lodo de tratamento de efluentes da produção de pigmento azul de ferro (contém cianeto), gerado na produção de pigmentos inorgânicos; solventes utilizados em desengraxe (tetracloroetileno, diclorometano, tricloroetileno etc.), resíduos e lodos de tinta da pintura industrial (com cádmio, cromo, chumbo, tolueno, cianeto etc.

B) Resíduos classe II

- Não perigosos

• Resíduos classe II A (Não inertes) – não apresentam periculosidade e podem ter propriedades, tais como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. Ex.: sulfatos em limites de até 250 mg/L.

• Resíduos classe II B (Inertes) – são aqueles que, ao serem submetidos aos testes de solubilização, não têm nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água. Ex.: sucata de metais ferrosos e não ferrosos.

A PNRS também estabeleceu instrumentos importantes, como a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida de um produto por parte dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à qualidade ambiental e à saúde humana decorrentes do ciclo de vida dos produtos. Um instrumento muito importante neste processo, também estabelecido pela PNRS, é a logística reversa, que permite a restituição dos resíduos (incluindo os industriais) ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada, o que diminui o consumo de matérias-primas. Além disso, a PNRS impõe que os particulares elaborem seus Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

Métodos de descarte de resíduos industriais

Os resíduos industriais podem ser eliminados adequadamente em diversos processos. Como a natureza destes resíduos é diversa, são necessárias pesquisas para definir os processos mais adequados para seu descarte. No caso dos efluentes, é importante a adoção de práticas para evitar desastres ambientais devido ao lançamento inadequado, como em corpos receptores – corpo hídrico superficial que recebe o lançamento de um efluente.

O lançamento de efluentes de qualquer fonte poluidora – entre eles os industriais – é permitido pela Resolução CONAMA 430 de 2011, desde que sejam obedecidas as seguintes condições, resguardadas outras exigências cabíveis:

a) pH entre 5 e 9.

b) Temperatura inferior a 40°C.

c) Materiais sedimentáveis de até 1mL/L.

d) Vazão máxima de até 1,5 vez a vazão média diária do agente poluidor.

e) Óleos minerais: até 20 mg/L.

f) Óleos vegetais e gorduras animais: até 50 mg/L.

g) Ausência de materiais flutuantes.

h) Demanda bioquímica de oxigênio (**DBO**): remoção mínima de 60% de **DBO** (DBO 5 dias a 20°C).

Alguns padrões também devem ser considerados para o lançamento dos efluentes no corpo receptor, conforme Tabela I do Artigo 16 da Resolução CONAMA 430 de 2011, como, por exemplo, valores máximos para (i) parâmetros inorgânicos, como: arsênio total (0,5 mg/L); bário, chumbo e boro total (5,0 mg/L), sendo que este último não se aplica a águas salinas; cádmio total (0,2 mg/L); cromo hexavalente (0,1 mg/L); mercúrio total (0,01 mg/L), dentre outros, e parâmetros orgânicos, como: benzeno (1,2 mg/L); tolueno (1,2 mg/L); tricloroeteno (1,0 mg/L); clorofórmio (1,0 mg/L), entre outros.

É importante ressaltar que, de acordo com a Resolução 430/2011, o efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com os critérios de ecotoxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente. Se não houver critérios de ecotoxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente para avaliar a toxicidade, algumas diretrizes previstas na Resolução 430/2011 devem ser seguidas. Todavia, devido ao seu alto potencial de impacto ao ambiente e à saúde, para alcançar tais condições e padrões legais exigidos, deve existir o tratamento prévio físico, químico e biológico do efluente, em que outros parâmetros, como sólidos totais, cor, odor, turbidez e **DQO** (Demanda Química de Oxigênio) também podem ser utilizados para analisar a qualidade do efluente.

Vocabulário

DBO: corresponde à quantidade de oxigênio que será utilizada pelos microrganismos para oxidar a matéria biodegradável eliminada em certo ambiente. Sabendo-se a DBO, é possível definir a necessidade de aeração dá água para os microrganismos decomporem determinado resíduo.

DQO: é a quantidade de oxigênio que é necessária para que a matéria orgânica seja oxidada por um agente químico.

Um problema comum que pode ocorrer por causa do lançamento de efluentes no corpo d'água sem o devido tratamento prévio adequado é a eutrofização. A eutrofização é um processo no qual um corpo d'água recebe altos níveis de

nutrientes (como fosfato e nitratos) provenientes de esgoto industrial, doméstico ou fertilizantes. Como consequência, os decompositores aumentam sua população, consumindo o oxigênio dissolvido e formando uma camada de microrganismos (bactérias e algas) na superfície da água, impedindo a entrada de luz; esse processo também pode ser ocasionado pelo crescimento desordenado de macrófitas flutuantes. Com isso, ocorre a morte dos organismos aeróbios, como peixes, e fotossintetizantes, como as plantas fixas do fundo do rio, gerando ainda mais matéria orgânica no meio. Posteriormente, organismos anaeróbios dominam esse ambiente, liberando ainda mais toxinas e destruindo toda a cadeia alimentar.

Temos que ter em mente, no entanto, que não só os efluentes industriais (despejos líquidos) devem ser manejados de forma adequada. Se os resíduos, nos seus mais diversos estados, são manejados adequadamente, ocasionarão poucos ou nenhum impacto ao meio ambiente e, muitas vezes, podem gerar matérias-primas para outros processos produtivos. Alguns dos principais métodos de descarte destes resíduos são descritos a seguir.

1. **Compostagem**: o resíduo industrial orgânico, por exemplo, pode ser submetido a um tratamento aeróbico, em que será decomposto por microrganismos e transformado em um material estável, que pode ser aplicado no solo para fertilização.

2. **Remediação**: não se trata especificamente de um método de descarte e sim de um método de tratamento, mas merece ser mencionado. Seu uso é comum em ocasiões em que ocorre a poluição por componentes, como petróleo e derivados, orgânicos e metais pesados devido o descarte inadequado. Os processos são diferidos em três técnicas: (1) Biorremediação: em que são inoculados microrganismos e/ou oxigênio no solo, o que causarão o consumo dos resíduos ali presentes; (2) Termorremediação: fornos de queima que volatilizam alguns compostos do solo, reduzindo a concentração de alguns resíduos; (3) Lavagem dos solos: ocorre a lixiviação dos contaminantes através de injeção ou infiltração de água ou solução adequada.

3. **Incineração**: a incineração de resíduos, como industriais perigosos ou não perigosos, por exemplo, é um processo de queima controlada na presença de oxigênio em níveis de 10 a 25% acima das necessidades da queima. Os materiais à base de carbono são reduzidos a gases e materiais inertes (cinzas) que são encaminhados para descarte em aterros sanitários ou controlados. O volume pode ser reduzido em até 90%. O incinerador possui várias câmaras, nas quais a temperatura pode chegar a 1.400 °C. Os gases resultantes são resfriados e tratados antes de serem lançados na atmosfera.

4. **Aterro industrial**: é um processo de descarte dos resíduos industriais no solo que, através de técnicas específicas, não causa danos ao ambiente e à saúde

pública. É a maneira mais correta de se descartar resíduos sólidos industriais. Os resíduos são compactados em células e cobertos por uma camada de material inerte em intervalos de tempo. Existe uma classificação para esses aterros de acordo com a periculosidade, como: aterros Classe I: podem receber resíduos industriais perigosos; aterros Classe IIA: podem receber resíduos não perigosos e não inertes; aterros Classe IIB: podem receber resíduos não perigosos inertes. É importante ressaltar que os aterros Classe IIA devem possuir impermeabilização inferior, para que não ocorra escape de material poluidor, um líquido percolado que também pode ser conhecido como chorume, que é proveniente da decomposição da matéria orgânica. Além disso, aterros devem possuir licenciamento ambiental específico, além de monitoramento topográfico e hidrológico, e é recomendado um sistema de controle de entrada de resíduos.

5. Reciclagem de resíduos: a reciclagem dos resíduos sólidos industriais visa o reaproveitamento de resíduos, gerando matéria-prima para a própria produção ou destinos diversos. É um método com retorno econômico e que poupa recursos, diminuindo o descarte e os impactos ambientais, merecendo, portanto, destaque. A Resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril de 2001 (MMA, 2001), viabiliza e define as cores a serem utilizadas na identificação de coletores e transportadores, como também nas campanhas informativas para a coleta seletiva de materiais recicláveis. Órgãos federais, estatais, municipais e os geradores dos resíduos devem seguir a norma estabelecida. Uma coleta seletiva dos resíduos deve ser realizada previamente, consistindo na separação de papéis, plásticos, metais e vidros na fonte geradora, sendo esses materiais posteriormente classificados por categoria e encaminhados às indústrias recicladoras, o que também proporciona o descarte adequado.

Figura 1.5 | Códigos de cores para os diferentes tipos de resíduos de acordo com a Resolução CONAMA 275/2001

Azul: Papelão/Papelão	Laranja: Resíduos perigosos
Vermelho: Plástico	Branco: Resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde
Verde: Vidro	Roxo: Resíduos radioativos
Amarelo: Metal	Marrom: Resíduos orgânicos
Preto: Madeira	Cinza: Resíduo geral não reciclável

Fonte: O autor.

6. Encapsulação: é o método de descarte que consiste em revestir os resíduos com uma camada de resina impermeável, com baixo índice de percolação e lixiviação, podendo ser descartado em aterros. Outro método de encapsulamento se dá através da utilização de cimento Portland, argilas naturais e modificadas para resíduos industriais oleosos provenientes de atividades de indústrias petrolíferas (BRAGA et al., 2002).

7. Neutralização: também pode ser considerado um método de tratamento, mas muito importante para o descarte adequado. É o processo pelo qual ácidos e bases corrosivos têm seus pH neutralizados pela reação ácido-base, tornando-os compostos não perigosos, podendo ser posteriormente descartados como resíduo no lixo comum, como material não tóxico.

Reflita

Das empresas e indústrias presentes em sua cidade, há alguma com estação de tratamento para os efluentes? Onde são lançados os resíduos dessas indústrias? Você já parou para pensar sobre a gestão de resíduos estabelecidas por elas?

Sem medo de errar

Agora voltemos à fábrica do Sr. Humberto. Ele estava com alguns problemas nas lagoas abaixo de sua propriedade, lembra? Em sua fábrica, ele produz alguns produtos à base de frutos, como morangos, goiabas e bananas. Paula observou que o agroempresário lançava resíduos industriais orgânicos da produção dos produtos em um corpo d'água que era um afluente das lagoas onde o problema se encontrava. O empresário ressalta que, após a instalação da fábrica, observou que vários peixes de sua criação (das lagoas) morreram e houve o crescimento excessivo de alguns microrganismos, plantas aquáticas flutuantes (como macrófitas) e algas nestas lagoas, que também ficaram com a água turva. Você poderia agora formular uma hipótese do que pode ter ocorrido nas lagoas do Sr. Humberto? O que ocasionou este problema? Como os resíduos industriais desta empresa podem ser classificados segundo a legislação vigente? Quais suas características e qual é a legislação que os classifica? Como este problema pode ser revertido?

Atenção

Lembre-se de consultar os efeitos dos resíduos no meio ambiente e as maneiras com que eles devem ser eliminados corretamente. Certifique-se de compreender conceitos como DBO e organismos aeróbicos e anaeróbicos.

A hipótese correta seria que ocorreu nas lagoas do Sr. Humberto a eutrofização do corpo d'água. De acordo com a Norma ABNT NBR 10.004/2004, os resíduos

industriais orgânicos da produção do agroempresário são classificados como resíduos classe IIA (não perigosos e não inertes) por apresentarem características de biodegradabilidade ou solubilidade em água. O que o sr. Humberto não sabia é que estes resíduos orgânicos são extremamente ricos em nutrientes e, por isso, interessantes para os microrganismos decompositores, as algas e plantas planctônicas (como macrófitas) das lagoas onde esses resíduos estão sendo lançados; ocasionando sua proliferação excessiva.

Nutrientes como o nitrogênio serão consumidos pelos microrganismos, as algas e as plantas, que aumentarão sua população. É formada, então, uma camada na superfície da água, devido às algas e às plantas flutuantes em excesso, impedindo a entrada de luz para o interior das lagoas e, consequentemente, a fotossíntese de plantas aquáticas fixas, que morrerão. Os microrganismos em excesso consumirão o oxigênio dissolvido na água. O oxigênio é utilizado por seres aeróbios, que incluem os próprios microrganismos e também outros animais, como os peixes. Com a queda abrupta do oxigênio, esses organismos morrerão. Como consequência, temos aumento da matéria orgânica no ambiente, que será agora aproveitada pelos seres que não necessitam de oxigênio: os microrganismos anaeróbicos. Isso liberará toxinas que irá deixar o corpo d'água fétido, mais turvo e impossibilitado para a criação dos peixes do Sr. Humberto.

Como resolver essa situação? Primeiramente, o reequilíbrio das lagoas pode ser alcançado pela gestão adequada destes resíduos industriais orgânicos, acabando com o problema na fonte. Os efluentes da fábrica podem ser eliminados em tubulações especiais, que os encaminharão para a estação de tratamento, que deixará o efluente apto para o lançamento no corpo d'água. Que tal fazer uma compostagem desses resíduos e obter uma adubação orgânica para o plantio de frutas? É uma boa ideia, acho que sr. Humberto aprovará, não é mesmo?

Para remediar o estado das lagoas, podemos aumentar o nível de oxigênio dissolvido (OD) na água (já que a DBO para consumir os resíduos orgânicos é alta), através de aeradores ou simplesmente a instalação de pequenas cascatas artificiais. Devolvendo uma boa quantidade de OD, os microrganismos aeróbios consumirão o excesso de nutrientes.

Avançando na prática

Descartando com consciência

Descrição da situação-problema

Caro aluno, com os conhecimentos adquiridos sobre os resíduos industriais e métodos de descarte, temos agora um novo desafio. Imagine-se trabalhando em uma

multinacional, responsável pelo gerenciamento de resíduos de grandes indústrias. Você é o responsável pela destinação adequada destes resíduos industriais, porém, para isso, você deve classificá-los de acordo com as normas exigidas. Durante o primeiro dia, você recebeu a primeira remessa de uma indústria têxtil, que contém cones e bobinas plásticas utilizadas para enrolar fios; numa segunda remessa, oriunda de uma fabricante de pneus, você recebeu resíduos de borracha; na última e terceira remessa, você recebeu resíduos industriais contendo chumbo, cádmio, tolueno e cromo, de uma indústria que realiza pintura industrial. Qual é a classificação destas três remessas de resíduos industriais segundo a norma vigente?

Lembre-se

Relembrando que a classificação dos resíduos está estabelecida pela NBR 10.004/2004. Analise as remessas recebidas e em quais padrões elas se encaixam.

Resolução da situação-problema

As três remessas irão ser classificadas em tipos diferentes: tanto os resíduos da primeira remessa, bobinas e cones plásticos da indústria têxtil, assim como os da segunda, resíduos de borracha do fabricante de pneus, são considerados resíduos Classe IIB (não perigosos e inertes). Diferentemente da última e terceira remessa, contendo resíduos com chumbo, cádmio, cromo e tolueno, que são classificados como resíduos Classe I (Perigosos).

Faça valer a pena

1. No Brasil, a preocupação governamental com o descarte de resíduos fez com que fosse promulgada:

a) A lei n° 101 no ano de 2000l.

b) A lei nº 12.919 no ano de 2013.

c) A lei n° 9.605 no ano de1998.

d) A lei 12.527 no ano de 2011.

e) A lei nº 12.651 no ano de 2012.

2. Os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com sua periculosidade e constituição em:

a) Radioativos e não radioativos.

b) Classes A, B, C e D.

c) Classes 1, 2 e 3.

d) Degradáveis e não biodegradáveis.

e) Classes I e II (II A e II B).

3. Em contaminações de solo por resíduos, como orgânicos industriais, é comum se utilizar de microrganismos que decompõe aquele material, aos poucos transformando-os em produtos menos tóxicos ou atóxicos.

Enunciado: Esse processo é denominado:

a) Remediação (biorremediação).

b) Degradação continuada.

c) Bioconsumidores de cadeia.

d) Bioenergização.

e) Mutualismo.

Seção 1.4

Impactos ambientais do desenvolvimento tecnológico

Diálogo aberto

Caros alunos, ao longo dos nossos primeiros estudos você percebeu que ao longo da história o ambiente foi sendo modificado pelo homem. Tecnologias foram criadas e ecossistemas foram modificados, muitas vezes, devido à falta de conhecimento ou informação sobre o desenvolvimento sustentável. Trataremos a seguir dos impactos provocados pelo desenvolvimento tecnológico, abordaremos os principais tipos de impactos causados, as ações globais para minimiza-los, além de exemplos das maiores tragédias ambientais ocorridas nos últimos anos.

Continuaremos a acompanhar os passos da Paula, a responsável técnica da Agroevolution, uma empresa que fornece consultoria ambiental para diversas empresas, analisando e buscando soluções para problemas do cotidiano, sempre focando na sustentabilidade da produção tecnológica

Desta vez, Paula deparará com o mau gerenciamento de uma área. Em uma viagem para visitar um cliente, ela passou por uma cidade ribeirinha e observou o seguinte fato: houve uma pequena enchente e a água invadiu várias casas e estabelecimentos, trazendo muitos prejuízos à população local. Ao conversar com os moradores, um deles questiona que não havia chovido tanto, e diz que, em outras épocas, havia um volume muito maior de chuvas e isso não acontecia. Paula resolve então pegar o carro e dirigir pela estrada paralela ao rio, no sentido contrário da correnteza. Ela encontra um local de mata ciliar nativa sendo explorada e várias árvores de grande e médio porte sendo retiradas e levadas a uma fábrica de carvão próxima ao rio. Logo ela pensa que o fato pode ter relação, pois o ambiente em torno do rio estava bem degradado e a vazão suportada pelo rio era baixa com relação ao volume de água observado. Ela retorna ao vilarejo e informa aos moradores sobre a situação, porém vários deles não entendem a ligação entre a retirada das árvores com a inundação ocorrida no vilarejo. Você conseguiria ajudar Paula a explicar o que teria ocorrido? Como é o nome deste fenômeno? Como ele ocorre? Que argumento você utilizaria para convencer os moradores a exigirem medidas das autoridades ambientais?

Para isso, alguns conhecimentos sobre os impactos ambientais decorrentes do desenvolvimento tecnológico são necessários. Na seção atual, você conhecerá quais são estes impactos, suas causas, consequências e quais são as ações que estão sendo tomadas pelos governos e por organizações globais.

Não pode faltar

O desenvolvimento da indústria, agricultura, pecuária, do comércio e das cidades ocasionou grandes impactos na Terra. No Brasil, desde a colonização pelos portugueses, a área verde da mata atlântica, nosso bioma litorâneo, foi desmatada em cerca de 90%. Além disso, o bioma Cerrado é um dos mais ameaçados, por estar na região onde ocorre o maior crescimento populacional.

O desmatamento no Brasil se iniciou no século XVI com a chegada dos portugueses e seus interesses nos recursos naturais da Mata Atlântica, em especial, o pau-brasil. Depois da Mata Atlântica foi a vez da Floresta Amazônica sofrer com o extrativismo de madeiras nobres como o mogno, assim como de frutos, como o cacau e a castanha. O desmatamento também é ocasionado pelo desenvolvimento tecnológico, através da extração da madeira para construção civil, carvoarias, exploração agropecuária, industrial, mineração, comercialização ilegal de madeira, falta de conscientização, manejo inadequado de áreas, urbanização, entre outros.

A consequência do desmatamento é o desequilíbrio ambiental, a destruição de habitats, a redução da biodiversidade local, a **erosão** dos solos pela falta de raízes que sustentam as partículas do terreno – que fica sujeito à lixiviação –, a redução do **sequestro de carbono** – favorecendo o aumento de temperatura –, a desertificação – como em casos de biomas de solo pobre, como a Mata Atlântica e a Amazônia –, alterações da umidade local e do microclima, o assoreamento de rios devido à erosão das encostas sem matas ciliares, fazendo com que o solo se acumule no leito do rio, diminuindo sua vazão e causando enchentes, morte de peixes e prejudicando toda uma cadeia alimentar e um ecossistema etc.

Reflita

Alguns especialistas incluem o desmatamento amazônico na crise de recursos hídricos do Sudeste brasileiro, já que algumas chuvas dependiam da grande quantidade de umidade do ar oriunda do bioma amazônico. Você sabe como as tecnologias podem auxiliar e poupar recursos naturais como a madeira?

Exemplificando

Sequestro de carbono: é a remoção do CO_2 da atmosfera e pode ser realizado, por exemplo, pelas florestas, durante a fotossíntese. As árvores retiram o CO_2 do ar atmosférico com sais minerais e H_2O do solo. Na presença da luz, através de reações de perda e ganho de elétrons, ocorre a formação de glicose e a liberação do gás O_2 na atmosfera.

Erosão: é o desgaste do solo ou o arrastamento das partículas do solo causados por agentes como água, chuvas, gravidade e vento, podendo ser causado devido às ações antrópicas, alterando sua estrutura.

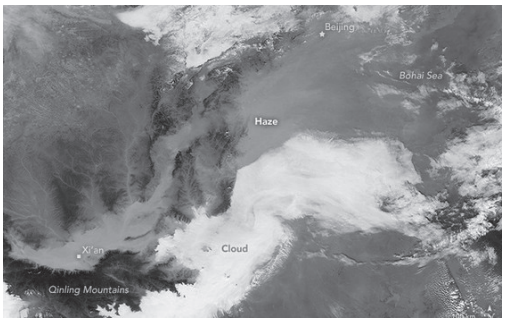
A poluição atmosférica e o aquecimento global

A queima de combustíveis fósseis se iniciou desde a queima de carvão mineral, substituindo o carvão vegetal como fonte de energia na indústria. Largamente utilizado na Revolução Industrial, alguns efeitos foram observados na época, como o evento do Big Smoke (1952, Londres), já discutido anteriormente no início desta Unidade.

Apesar de políticas atuais para melhorar a qualidade do ar e reduzir a emissão de gases de efeito estufa, a poluição atmosférica ainda é uma preocupação global e gera grandes discussões em torno do aquecimento global.

Muitas vezes, a poluição causada pelas indústrias é tão grande que pode ser vista do espaço. Na China, por exemplo, houve emissões muito volumosas de poluentes por fábricas e usinas de carvão e, associadas a poucas chuvas e ventos, puderam ser vistas do espaço (Figura 1.6).

Figura 1.6 | Poluição sobre a China vista do Espaço. A nuvem de poluição vai de Beijing a Xian (aproximadamente mil quilômetros)



Fonte: <http://s2.glbimg.com/w751X5G23QlzHEE-me_0_cVNnro=/560x350/e.glbimg.com/og/ed/f/original/2015/12/09/china_amo_2015341.jpg>. Acesso em: 15 maio. 2016.

Nos últimos anos, catástrofes e mudanças climáticas têm ocorrido numa velocidade jamais vista antes. A Europa enfrenta anualmente ondas de calor que chegam aos 40 °C; existe um número assustador de espécies de animais e plantas sendo extintas

anualmente; as calotas polares vêm derretendo num ritmo crescente e assustador. De acordo com pesquisas (MOLION, 2008), a causa está na queima de combustíveis fósseis e na liberação de gases que causam o aumento do efeito estufa: ozônio (O_3), dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), monóxido de carbono (CO) e vapor de água, que formam uma camada em torno da atmosfera, impedindo o calor de se dissipar, aumentando, assim, a temperatura.

Uma consequência da poluição atmosférica é a chuva ácida. Conceitualmente, toda chuva é levemente ácida, pela presença de ácido carbônico (H_2CO_3). No entanto, com a queima de combustíveis fósseis, há liberação de gases de azoto (NO_X) e enxofre (SO_X), que reagem na atmosfera e formam compostos como o ácido sulfúrico (H_2SO_4). Esses compostos tornam o pH da chuva menor que 5,5, o que é considerado chuva ácida. Os principais impactos da chuva ácida são ambientais, como a alteração de ecossistemas e mortes de plantas, algas, peixes, anfíbios, microrganismos, desfolhamento de árvores, alteração da acidez do solo etc. (Figura 1.7).

Figura 1.7 | Efeitos da chuva ácida na Alemanha

Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Chuva_%C3%A1cida#/media/File:Waldschaeden_Erzgebirge_3.jpg> Acesso em: 26 mar. 2016.

Poluição de corpos d'água e dos solos

A poluição de corpos d'água também é muito frequente devido ao desenvolvimento. A principal causa é o descarte de efluentes industriais e residenciais sem tratamento adequado. Com o crescente consumo de alimentos industrializados há um aumento dos resíduos químicos lançados no esgoto doméstico. Certos tipos de rejeitos e resíduos, como os metais pesados, causam a degradação dos ambientes, bem como da flora e fauna terrestre e aquática. Outros fatores são acidentes, como derramamento de petróleo, lixiviação de agrotóxicos, chuvas ácidas decorrentes da poluição atmosférica etc.

Portanto, a importância do descarte adequado dos resíduos industriais em aterros, por exemplo, como abordado anteriormente (Seção 1.3), é uma das soluções para evitar esse tipo de poluição, sendo que o mesmo se aplica aos resíduos domésticos. O líquido percolado (chorume) liberado deste lixo após degradação é um dos principais poluentes do solo e dos lençóis freáticos, quando não há um destino adequado para os resíduos e os rejeitos. Quanto maior é o avanço tecnológico, maior é a quantidade de resíduos gerados. Portanto, o descarte adequado é fundamental para evitar os impactos no ambiente.

Com relação aos agroquímicos, o seu uso se estende desde a grande Revolução Verde – ocorrida entre 1960 e 1970, em que houve uma explosão na produção agrícola que proporcionou grande oferta de alimento para o globo –, porém alguns impactos surgiram devido ao uso excessivo deste produto tecnológico nas grandes plantações. Com o estabelecimento das monoculturas, a biodiversidade e a teia alimentar é alterada, eliminando os inimigos naturais e favorecendo o surgimento de pragas, como insetos, plantas daninhas, nematoides (vermes) etc. Com isso, estes produtos químicos são utilizados para o controle destas pragas, mas, com o uso maciço destas substâncias sintéticas que podem permanecer por longos períodos no ambiente, pode haver, por exemplo, impacto negativo no crescimento de microrganismos importantes para a microbiota do solo, ligados a degradação de substâncias e, inclusive, à produtividade agrícola.

Alguns agrotóxicos possuem metais pesados em sua composição, como chumbo e cádmio, que se infiltram no solo e podem poluir lençóis freáticos. A preocupação com os impactos ambientais é grande, já que estes produtos são classificados como resíduos perigosos, e algumas medidas foram tomadas. Um exemplo são são as leis 7.802/89 (BRASIL, 1989) e 9.974/2000 (BRASIL, 2000), que dispõem sobre atividades com agrotóxicos no território nacional, desde a sua produção, pesquisa, transporte, registro, classificação, rotulagem, armazenamento, importação, exportação e o destino final de seus resíduos e embalagens. A logística reversa das embalagens é realizada e fiscalizada pelo INPEV (Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias), que tornou acessível a devolução dessas embalagens.

Nos tempos de auge da tecnologia, um tipo de resíduo que merece destaque é o lixo eletrônico. Todo produto que utiliza energia elétrica, ou acumuladores, como fontes de alimentação, e se tornam obsoletos, são considerados lixo eletrônico. O volume desses resíduos se tornou um desafio para o mundo. Se descartados em local inadequado e metais presentes na composição de seus circuitos, como mercúrio, cádmio, arsênio, cobre, chumbo e alumínio podem penetrar no solo e lençóis freáticos. Saídas para o acúmulo desses resíduos são a reciclagem e também políticas de logística reversa, que atualmente é feita pelas empresas fabricantes, com pontos de coleta em locais públicos ou lojas especializadas.

Ações internacionais para a redução do aquecimento global

Ações para minimizar os efeitos negativos do desenvolvimento tecnológico ocorrem desde a criação do Protocolo de Kyoto, um acordo internacional mediado pela ONU (Organização das Nações Unidas) para a redução da emissão de gases de efeito estufa, que entrou em vigor em 2005. Os EUA não aceitaram o acordo, pois isso prejudicaria o desenvolvimento de seu país. Mais tarde, na conferência de Bali em 2007, os EUA cederam às pressões dos outros países e foi estabelecido um cronograma para a redução gradativa de poluentes, que substituiu o protocolo de Kyoto encerrado em 2012.

EM 2009, ocorreu a COP 15, em Copenhagen, Dinamarca. Ocorreram intensos debates em torno das medidas práticas que não foram tomadas, finalizando o encontro com um sentimento geral de fracasso. Um documento sem valor legal foi redigido, estabelecendo, por exemplo, uma contribuição por parte dos países desenvolvidos de U$ 100 bilhões a partir de 2020 para que os países em desenvolvimento possam mitigar e se adaptar aos efeitos das mudanças climáticas, além de fornecimento de tecnologias e capacitação adequadas.

Em dezembro de 2015 ocorreu a COP 21, em Paris. 190 países assinaram um acordo que visa diminuir o aquecimento global. O documento aprovado reconhece as mudanças climáticas provocadas pela emissão de gases do efeito estufa provenientes do avanço industrial e tecnológico, com um objetivo de limitar o aumento do aquecimento global em, no máximo, 2 °C até 2100 (utilizando como referência a temperatura do período pré-industrial), com um comum acordo de esforços para promover um aumento de apenas 1,5 °C. O acordo entrará em vigor em 2020. Países ricos devem garantir financiamento de US$ 100 bilhões por ano e o acordo será revisto a cada 5 anos. Estes níveis, de acordo com especialistas, evitariam consequências climáticas graves para o planeta.

Grandes desastres ambientais

Desastres de grandes proporções surgiram com o desenvolvimento tecnológico. Trataremos a seguir de vários exemplos, iniciando por um desastre ocorrido nos anos 80.

• O vazamento de Bhopal ocorreu em dezembro de 1984 e 45 toneladas de gases tóxicos vazaram de um tanque da fábrica de agrotóxicos da Union Carbide, em Bhopal, na Índia. Após o acidente, a empresa abandonou o local e 2500 pessoas morreram e 150 mil ficaram feridas com queimaduras nos olhos e pulmões. Até hoje existem pressões e protestos pela limpeza do local pelos responsáveis. A água e o solo possuem altos níveis de metais pesados e materiais cancerígenos.

• Uma das mais famosas catástrofes ambientais é o desastre nuclear de Chernobyl, ocorrido em abril de 1986, na Ucrânia (Ex-URSS). Esse caso em que houve a explosão de um dos quatro reatores de Chernobyl é considerado o pior acidente nuclear da história. A radiação liberada dos reatores era 90 vezes maior que a das bombas de Hiroshima e Nagasaki. 32 pessoas morreram na hora, além de 10 mil mortes nos anos seguintes. A nuvem nuclear contaminou milhares de hectares de florestas e causou problemas de saúde em cerca de 40 mil pessoas.

• Em 1989, o petroleiro Exxon Valdez colidiu com rochas no Alasca e ocasionou o mais danoso derramamento de petróleo por um navio. 40 milhões de litros foram liberados, com um prejuízo de 100 mil aves mortas e 2 mil quilômetros de praias contaminadas. Em baixas temperaturas, o óleo é menos solúvel e a biodegradação é mais lenta, agravando o problema. Até hoje cerca de 800 mil litros de petróleo continuam poluindo a costa da região.

• Um grande assoreamento e eutrofização ocorreu no curioso caso do Mar de Aral, um lago de água salgada entre o Cazaquistão e o Uzbequistão (Ásia Central). Uma grande quantidade de água foi desviada dos rios que abasteciam o Mar de Aral, com início em 1918, estendendo-se até os dias atuais, principalmente para produção de grãos e algodão. Atualmente, o Uzbequistão é o 2° maior exportador de algodão do mundo. Com isso, o volume de água dos afluentes do lago reduziu drasticamente, quintuplicou a salinidade do lago e matou a maior parte de sua fauna e flora naturais. A próspera indústria pesqueira faliu, assim como as cidades ao longo das margens. As águas restantes se apresentam poluídas e há dificuldades econômicas devido à insustentabilidade do método de produção no local.

• Em terras nacionais também observamos grandes impactos. Em 1980, a cidade paulista de Cubatão, com suas indústrias petrolíferas, chegaria aos holofotes internacionais com um episódio que o *The New York Times* batizou como "Vale da Morte". As indústrias liberavam diariamente cerca de mil toneladas de gases tóxicos, o que afetava o sistema respiratório da população e gerava bebês com deformidades físicas, além de contaminações da água e do solo da região, trazendo chuvas ácidas e deslizamentos na serra do mar. Com o controle da poluição industrial, a situação melhorou consideravelmente e a cidade se tornou um exemplo de recuperação ambiental, apesar de ainda existirem denúncias de irregularidades.

• Recentemente, em 5 de novembro de 2015, uma grande catástrofe ocorreu devido ao rompimento de uma barreira de uma indústria mineradora no Estado de Minas Gerais. Alguns especialistas já consideram o desastre ambiental de Mariana, o maior ocorrido no Brasil. A exploração mineral é uma das principais atividades do PIB nacional, mas libera muitos resíduos, que são acumulados em uma lama de descarte. Após o rompimento da barragem de uma das maiores mineradoras do país, esses rejeitos foram liberados no ambiente, poluindo o Rio Doce com uma grande quantidade de rejeitos, o que ocasionou o colapso do ecossistema aquático e dos outros sistemas

a ele associados, além de impactos sociais, pois moradores ribeirinhos dependiam do rio para a sobrevivência. No laudo preliminar sobre o desastre, o IBAMA (2015) expõe que 663,2 km de corpo d'água em MG e ES e no estuário do Rio Doce foram afetados. Danos ambientais e sociais foram constatados, como o desparecimento de pessoas, isolamento de áreas habitadas, desalojamento de comunidades, destruição de áreas de preservação permanente e vegetação nativas, mortandade de animais de produção, fauna silvestre, dizimação de ictiofauna (peixes) em período indefeso, entre outros impactos. Análise preliminar das amostras de água de rios afetados no desastre apontam para alterações nos parâmetros Alumínio (Al), Bário (Ba), Cálcio (Ca), Chumbo (Pb), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Estanho (Sn), Ferro (Fe), Magnésio (Mg), Manganês (Mn), Níquel (Ni), Potássio (K), Sódio (Na).

Pesquise mais

Você já ouviu falar dos maiores desastres ambientais do Brasil? Recomendamos esta leitura adicional que trata da gestão de ambientes e dos principais desastres ambientais do país. O *download* é grátis pelo endereço:

Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/geografia/pos/sum_gestao.php>. Acesso em: 26 mar. 2016.

GUIMARÃES, Solange T. de Lima, et al. **Gestão de áreas de riscos e desastres ambientais**. Rio Claro: UNESP, 2012. p. 406

Sem medo de errar

Agora que você já conheceu sobre os principais impactos ambientais decorrentes do desenvolvimento tecnológico, já tem condições de buscar a resolução da situação -problema apresentada no início desta Seção, vamos relembrá-la?

Em uma viagem, a Paula, responsável técnica da Agroevolution, passou por uma pequena comunidade e observou uma pequena enchente em que a água invadiu várias casas e estabelecimentos de uma cidade ribeirinha. Os moradores a informaram que não havia chovido tanto e que há pouco tempo isso não acontecia. Paula resolveu, então, pegar o carro e dirigir pela estrada paralela ao rio, no sentido contrário da correnteza. Ela encontrou um local de mata ciliar nativa sendo explorada e várias árvores de grande e médio porte sendo retiradas e levadas a uma fábrica de carvão próxima ao rio. Logo ela pensou que o fato poderia com a enchente, pois o ambiente em torno do rio estava bem degradado e a vazão suportada pelo rio era baixa com relação ao volume de água observado. Ela retornou ao vilarejo e informou aos moradores sobre a situação e a relação de tal situação com a enchente, porém

vários deles não entendem a ligação entre os dois fatos. Você conseguiria ajudar Paula a explicar o que teria ocorrido? Como é o nome deste fenômeno? Como ele ocorre? Que argumento você utilizaria para convencer os moradores a exigirem medidas das autoridades ambientais?

Atenção

As florestas desempenham um papel muito importante, tanto no clima, como na manutenção dos solos, pois as raízes mantêm as partículas de solo unidas, dando estrutura para ele.

O que possivelmente ocasionou a enchente na cidade foi o fenômeno da erosão do solo devido à retirada da mata ciliar. Como vimos, a erosão ocorre devido ao desgaste do solo ou ao arrastamento das partículas do solo por agentes como água, chuvas, gravidade e vento, podendo ser causada também por ações antrópicas.

Devido à falta de raízes que sustentam as partículas de solo do terreno no entorno do rio, podemos supor que houve o arrastamento e o acúmulo das partículas do solo no fundo do corpo d'água (assoreamento), diminuindo sua vazão de suporte e causando o transbordamento de água (enchente).

Um dos argumentos que você poderia usar para convencer os moradores locais de que existe necessidade de medidas preventivas por parte das autoridades ambientais é falar que as enchentes podem passar a ser frequentes e ocasionar mais problemas. Você pode, por exemplo, informar que pode existir alterações no microclima da região devido ao desmatamento, pode ocorrer alterações na cadeia alimentar do entorno e haver a mortandade de animais, inclusive, de peixes utilizados pela população para alimentação e comércio, o que acarreta também consequências sociais. Estas informações são suficientes para que os moradores possam recorrer aos órgãos de fiscalização da cidade e exigirem medidas corretivas.

Avançando na prática

Precipitações incomuns

Descrição da situação-problema

A Agroevolution, empresa base de Paula, fica próxima a uma grande cidade, que tem cerca de 2 milhões de habitantes e que possui muitas indústrias químicas. Nos arredores da cidade existem algumas áreas de proteção ambiental, que incluem

matas, lagos e rios. Nos últimos anos, o distrito industrial começou a se desenvolver e indústrias do ramo petroquímico se instalaram no local, que fica na periferia da cidade, próxima a um dos maiores lagos, frequentados por muitos habitantes para o seu lazer nos fins de semana.

Estamos em pleno verão e chove muito na região, deixando o clima ameno e a umidade relativa do ar ótima para a prática de esportes. Paula é um desses habitantes que gosta de se movimentar, ela faz um percurso em torno do lago, onde costuma encontrar alguns conhecidos. Um deles é Alexandre, que vem todo fim de semana trazer seu filho Bruno para um piquenique. Ao conversar com os dois, Bruno queixa-se de algumas mudanças ocorridas no local:

— O lago não está mais bonito e vivo como antes. Encontrei alguns peixes mortos na margem, e estão com um cheiro muito ruim, e também vi que várias árvores que estavam verdinhas há algumas semanas perderam suas folhas, tudo isso foi depois das chuvas dessa semana. As árvores não deveriam crescer com as chuvas? – Questiona.

Paula achou curioso e foi averiguar. Realmente, haviam peixes, sapos e alguns moluscos mortos na margem, várias árvores do local perderam boa parte das folhas e as que ainda estavam presas aos galhos tinham sinais de queimaduras como se houvessem sido queimadas por substâncias químicas. Como estamos em um período chuvoso, Paula começou a ter algumas pistas sobre o que pode estar acontecendo. Você tem alguma hipótese?

Lembre-se

A poluição atmosférica nem sempre causa somente consequências no aquecimento global, podendo afetar o ambiente local, o clima, causar problemas respiratórios, entre outros impactos que você deve revisar agora no seu material.

Resolução da situação-problema

Uma hipótese possível é que a queima de combustíveis fósseis por automóveis e as novas indústrias que se instalaram próximo ao lago podem estar causando a liberação de gases como azoto (NO_X) e enxofre (SO_X). Com isso, ocorre uma reação na atmosfera, formando compostos como o ácido sulfúrico (H_2SO_4). Esses compostos tornam o pH da chuva menor que 5,5, alterando o pH dos ecossistemas, fazendo com que ocorra a morte de plantas, algas, peixes, anfíbios, moluscos, microrganismos, desfolhamento de árvores etc. Paula retirou algumas amostras de água para medir a acidez e caso comprove que realmente isso está acontecendo é recomendado contatar os órgãos competentes para averiguar o que está acontecendo com as novas indústrias que se instalaram no distrito.

Faça valer a pena

1. O desmatamento no território brasileiro se iniciou com a colonização portuguesa, pelo extrativismo de madeira no bioma de:

a) Amazônia

b) Cerrado.

c) Mata Atlântica.

d) Campos Sulinos.

e) Pantanal.

2. Uma das consequências do desmatamento é observável no solo, através da:

a) Erosão, pela falta de raízes que mantêm as partículas de solo.

b) Rápida ciclagem de nutrientes.

c) Superpopulação de microrganismos, como fungos.

d) Crescente deposição de matéria orgânica nas camadas mais profundas do solo.

e) Afloração de corpos d'água.

3. O principal processo biológico envolvido no sequestro de carbono atmosférico é:

a) O sistema de filtros de captação de carbono.

b) A chuva ácida.

c) A quimiossíntese realizada por bactérias.

d) A fotossíntese, realizada por vegetais, cianobactérias e algas.

e) O processo de respiração celular de aeróbios.

Referências

ANDRADE, H. de. **Inea multa CSN em R$ 35 mi após contaminação em condomínio em Volta Redonda**. Disponível em: <http://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2013/04/08/inea-multa-csn-em-r-35-mi-apos-contaminacao-em-condominio-em-volta-redonda.htm>. Acesso em: 10 maio. 2016.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: [s.n], 2004.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9800**: critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: [s.n], 1987.

BBC BRASIL. **Wikileaks divulga lista de locais 'vitais' para segurança nacional dos EUA**. Disponível em: <http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2010/12/101206_wikileaks_lista_seguranca_rw.shtml>. Acesso em: 05 mai. 2016.

BECK, M. **Engenheiros americanos transformam alga em petróleo em menos de uma hora**. 2013. Disponível em: <http://oglobo.globo.com/economia/engenheiros-americanos-transformam-alga-em-petroleo-em-menos-de-uma-hora-11113211>. Acesso em: 10 maio 2016.

BRAGA, F. S.; FONSECA, M. H. G. P.; AGOSTINI, R. M.; SILVA, V. V.; LOPES, V. L. Encapsulamento: uma alternativa para o tratamento e destinação final de resíduos oleosos – um enfoque ambiental (estudos preliminares). **Anais**... VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002.

BRASIL. Lei n° 12.305, 2 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. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> Acesso em: 10 maio 2016.

BRASIL. Lei n° 6.803, 02 de julho de 1980. Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6803.htm>. Acesso em: 10 maio 2016.

BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7802.htm>. Acesso em: 10 maio 2016.

BRASIL. Lei n° 9.605, 2 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil,** Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm>. Acesso em: 10 maio 2016.

CANAL O ECO. **Deter 2011 - Alertas de desmatamento na Amazônia local**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=-HRbXtxMHkA>. Acesso em: 10 maio 2016.

CARSON, R. **Primavera silenciosa**. 1. ed. São Paulo: Gaia. 2010. 328 p.

CHADE, J. **77 milhões no País não tem água potável regularmente e de qualidade, diz ONU**. Disponível em: <http://brasil.estadao.com.br/noticias/geral,77-milhoes-no-pais-nao-tem-agua-regularmente-e-de-qualidade-diz-onu,1538478>. Acesso em: 10 maio 2016.

GOMIDE, R. Vazamento de resíduos da CSN atemoriza bairro em Volta Redonda. 2011. Disponível em: http://ultimosegundo.ig.com.br/brasil/rj/vazamento+de+residuos+da+csn+atemoriza+bairro+em+volta+redonda/n1300152194431.html. Acesso em: 10 maio 2016.

GUIMARÃES, S. T. L. et al. **Gestão de áreas de riscos e desastres ambientais**. Rio Claro: IGCE/UNESP/RIO, 2012.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Laudo Técnico Preliminar. Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais**. Diretoria de Proteção Ambiental – DIPRO, Coordenação Geral de Emergências Ambientais – CGEMA. p. 38, 2015.

IPCC. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [STOCKER, T. F.; QIN, D.; PLATTNER, G.-K.; TIGNOR, M.; ALLEN, S. K.; BOSCHUNG, J.; NAUELS, A.; XIA, Y.; BEX, V.; MIDGLEY, P.M. (eds.)]. Cambridge University Press: Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. p. 27, 2013.

LIVING PLANET REPORT. Swiss: World Wide Fund for Nature, 2014. Disponível em: <http://wwf.panda.org/about_our_earth/all_publications/living_planet_report/>. Acesso em: 4 maio 2016.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA, n° 430, 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Conselho Nacional Do Meio Ambiente**. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/propresol_lanceflue_30e31mar11.pdf>. Acesso em: 10 maio 2016.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA, nº 275, 25 abr. de 2001. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na coleta seletiva. **Conselho Nacional Do Meio Ambiente**. Brasília, DF. Disponível em: < http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=273>. Acesso em: 10 maio 2016.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA, nº 313, 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Conselho Nacional Do Meio Ambiente. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=335>. Acesso em: 10 maio 2016.

MARTINZ, L. **Brasil fica em 75º no ranking do IDH, atrás do Sri Lanka**. Disponível em: <http://brasil.estadao.com.br/noticias/geral,brasil-fica-em-75-no-ranking-do-idh--atras-do-sri-lanka,10000004754>. Acesso em: 10 maio 2016.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das Agriculturas do Mundo**: Do neolítico à crise contemporânea. 1 Ed. São Paulo: Editora UNESP, 2010. 568 p.

METAL PRICES: Columbium/ Niobium. London: Argus Media Limited. Disponível em> <https://www.metalprices.com/metal/columbium-niobium/ferro-niobium-66-brazil-fca-china-port>. Acesso em 04 maio 2016.

MIDIA E AMAZÔNIA. **Os satélites da floresta**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=jRd_Dw3-4o4>. Acesso em: 10 maio 2016.

MOLION, L. C. B. Aquecimento Global: Uma visão crítica. Revista **Brasileira de Climatologia**, agosto, 2008.

NOVA CANA. **A evolução da produtividade da cana-de-açúcar**. Disponível em: <https://www.novacana.com/estudos/a-evolucao-da-produtividade-da-cana-de-acucar-160813/>. Acesso em: 29 mar. 2016.

PETROBRAS. Pré-sal. Disponível em: <http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/areas-de-atuacao/exploracao-e-producao-de-petroleo-e-gas/pre-sal/>. Acesso em: 10 maio 2016

PORTAL JORNAL CANA. **Cana-de-açúcar vs, petróleo**. Disponível em: <https://www.novacana.com/estudos/vantagens-da-bioeletricidade-do-bagaco-de-cana-para-o-brasil-120913/>. Acesso em: 10 maio 2016.

Tecnologias e o Gerenciamento Ambiental

Convite ao estudo

Caro aluno, os conteúdos tratados até agora mostram um histórico evolutivo da produção tecnológica, bem como seus impactos positivos e negativos para o meio ambiente. Os resíduos das produções e suas diversas destinações também já foram abordados nos conteúdos anteriores.

A conscientização por uma produção mais sustentável alarmou tanto o consumidor como os fabricantes de produtos e prestadores de serviços, desde os grandes impactos ambientais sofridos com o início da industrialização. A partir de então, vários planos e medidas foram tomados para minimizar e diminuir a ação antrópica nos ecossistemas.

Nesta unidade, com o objetivo de continuar desenvolvendo suas competências de conhecer as tecnologias para a estratégia ambiental preventiva integrada aos processos, produtos e serviços, para aumentar a ecoeficiência e reduzir os riscos ao homem e ao meio ambiente, você conhecerá um pouco mais a respeito das tecnologias limpas, da ecoeficiência, das normas que auxiliam no gerenciamento ambiental das empresas, das estratégias que são utilizadas para atingir a excelência nos processos produtivos, e conhecerá os processos de avaliação para uma melhoria contínua.

Nesta caminhada, apresentamos o Fernando, que trabalha com consultoria ambiental há 20 anos. O Fernando viu muitas mudanças acontecerem durante sua vida profissional e, há alguns anos atrás, montou a sua empresa de consultoria para grandes indústrias, a *Gaia Sustentabilidade & Ambiente*, que tem o objetivo de auxiliar grandes indústrias na gestão ambiental, certificação, avaliação de desempenho, aquisição de tecnologias limpas, planejamento e melhoria

sustentável de processos e produtos, além de melhoria do desempenho das empresas.

É muito comum grandes empresas estarem atrás de melhorias, e o Fernando é constantemente abordado por seus clientes com os seguintes questionamentos: O que são tecnologias limpas? O que é ecoeficiência e *benchmarking* ambiental? O que é a avaliação de desempenho ambiental?

Você deve estar curioso para saber tudo isso, não é mesmo?

Ao longo desta Unidade, todos esses conteúdos serão abordados e, acompanhando o Fernando, saberemos como colocar em prática os conhecimentos adquiridos ao longo das seções.

Vamos iniciar os estudos!

Seção 2.1

Tecnologias limpas

Diálogo aberto

A produção tecnológica trouxe inúmeras melhorias à vida humana, e você conheceu alguns impactos negativos dessa evolução. Nesse contexto, surgem as tecnologias limpas, que você conhecerá a partir de agora. Elas fazem parte dos processos produtivos, que necessitam da sustentabilidade para poupar e explorar melhor os recursos, aumentar a eficiência e qualidade da produção, gerando, assim, produtos melhores e mais qualidade de vida à sociedade, e menos impactos ao meio ambiente.

Nesta seção, você aprenderá sobre as tecnologias limpas, a produção mais limpa (P+L), e as normas da família ISO 14000. Para ajudar você a aplicar esses conhecimentos, acompanharemos o Fernando em um dia de trabalho.

Dessa vez, ele recebeu um *e-mail* de um cliente antigo, o Antônio, proprietário de uma fábrica de materiais de construção. Um de seus principais produtos são telhas, utilizadas para cobrir residências. Segundo Antônio, na última década, seus concorrentes têm ganhado mercado por possuírem selos ambientais, enquanto sua empresa não investiu muito nisso, perdendo muitos consumidores para empresas mais conscientes. Fernando, então, foi chamado justamente para auxiliá-lo a retomar o mercado que perdeu, além das preocupações com a sustentabilidade da empresa, que está em falta com as questões ambientais. O mercado atual preza muito por empresas que apresentem produtos com preço competitivo, mas que tenham responsabilidade ambiental, processos e serviços sustentáveis. Antônio sente que sua empresa está ficando ultrapassada em relação aos concorrentes, perdendo mercado e gastando muito mais energia, insumos, e tendo uma queda na venda dos produtos. Dessa forma, será fundamental utilizar tecnologias adequadas para isso, não é mesmo?

Ao visitar a fábrica, Fernando notou que a matéria-prima das telhas é o amianto, uma substância que pode provocar neoplasias (tumores) no estômago, laringe, brônquios e pulmão, quando inalada. No estoque, ele observou também que o asbesto (ou amianto) está desprotegido e sofre com intemperismos, causando desperdício, pois é mantido apenas no pátio da fábrica. As máquinas que preparam a fibra estão desgastadas e

sem manutenção e deixam escapar resíduos por frestas, o que é perigoso para os funcionários, que, inclusive, trabalham em sua grande maioria sem equipamentos de proteção. Fernando apresenta para Antônio o conceito de P+L (produção mais limpa), salientando que várias melhorias podem ser feitas pela implementação desse projeto. Fernando, inclusive, já adianta que o amianto está sendo proibido, e que existem matérias-primas menos tóxicas, como fios de polipropileno com cimento, por exemplo. Você consegue sugerir medidas de P+L para Antônio de acordo com os problemas vistos na fábrica? Como essas medidas podem fazê-lo recuperar clientes? Será vantajoso para a empresa investir nas tecnologias limpas? Vamos começar!

Não pode faltar

As tecnologias limpas são assim chamadas por se contrapor aos processos de produção relativos à Revolução Industrial, conhecidos por você na unidade anterior. Com todos os impactos gerados, as tecnologias limpas vêm com o objetivo de produzir a mesma quantidade de produtos, com maior qualidade, utilizando uma quantidade racional de recursos naturais e gerando menos resíduos. Um exemplo é a utilização de painéis solares, luzes LED, tijolos vegetais, biodiesel etc.

As tecnologias limpas utilizam compostos não agressivos, de baixo custo, e exigem menos insumos e maior controle da emissão de resíduos, visando ao desenvolvimento sustentável. Não necessariamente estão ligadas a tecnologias sofisticadas, e sim às matérias-primas renováveis, energias limpas, produtos biodegradáveis etc.

Com relação às energias limpas, o seu uso surge como alternativas aos combustíveis fósseis e não renováveis nos dias atuais e, com elas, novos processos vêm sendo desenvolvidos pela indústria para que a necessidade por um determinado produto seja suprida. Consideramos, então, energia limpa como qualquer fonte energética que utilize recursos renováveis e que não lance resíduos poluentes na atmosfera. Alguns tipos de energia limpas e de tecnologias associadas são descritos no Quadro 2.1.

Quadro 2.1 | Fontes de energias limpas

Energia eólica: através da tecnologia dos aerogeradores, a energia dos ventos é convertida em energia elétrica.
Solar: raios solares são utilizados para produção de calor ou energia através de painéis solares fotovoltaicos, concentradores solares térmicos de usinas solares, e os aquecedores solares.
Biomassa: abrange a utilização de derivados orgânicos para a produção de energia, como, por exemplo, na combustão de resíduos de plantas, como o bagaço de cana e a palha de arroz, por exemplo. Apesar de liberar dióxido de carbono na queima, esse composto havia sido absorvido previamente pelas plantas, então o balanço das emissões de CO_2 se torna praticamente nulo. Muitas indústrias utilizam a biomassa como fonte de energia, queimando o bagaço de cana ou lenha, palha de arroz, cascas de árvores, resíduos da produção etc.

Maremotriz: é a geração de energia utilizando o movimento das marés. Pode ser obtida pela energia cinética das ondas, e também pelo represamento de marés altas, que é represada temporariamente e liberada no período de maré baixa, assim aproveitando a gravidade para a movimentação de turbinas. Como algumas desvantagens, afeta o ecossistema marinho e requer investimento alto em comparação à hidrelétrica, e com baixo aproveitamento energético.
Biocombustíveis: é a produção de combustíveis a partir de fontes não fósseis e orgânicas, como o etanol feito a partir da cana, o biodiesel feito a partir de óleos vegetais, o biogás obtido da decomposição de resíduos, o biometanol feito a partir de biomassa, entre outros. O etanol e o biodiesel utilizado na frota de carros, caminhões e ônibus são exemplos da utilização.

O autor.

Exemplificando

Atualmente, os países que mais utilizam energia maremotriz para geração de energia são: Japão, França, Coreia do Sul, Inglaterra e Estados Unidos (principalmente instaladas no Havaí).

1.1 P+L OU PML

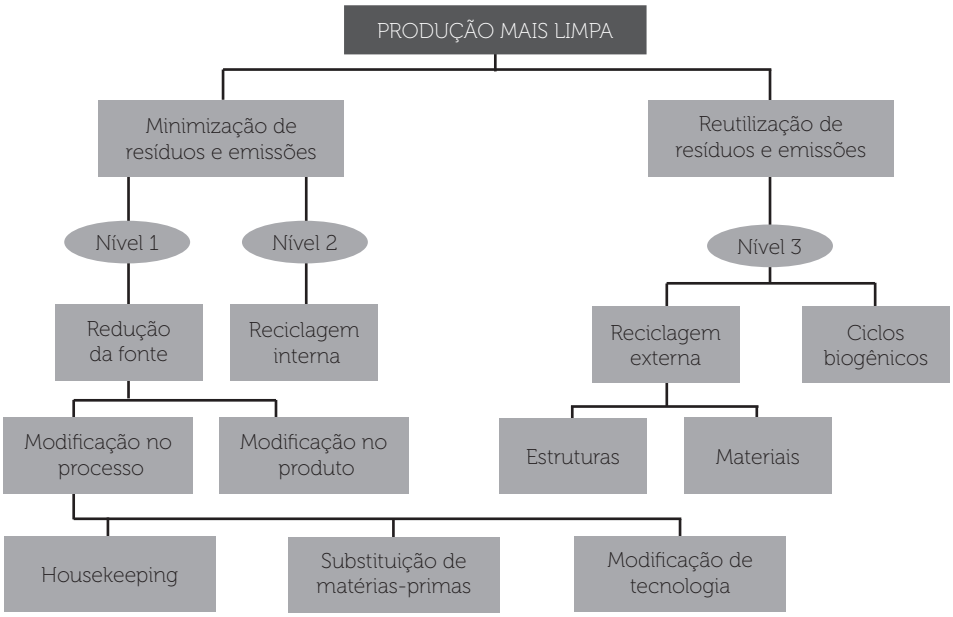
P+L é a sigla que se refere à produção mais limpa (P+L ou PML). É uma expressão consagrada usada para designar práticas de prevenção de impactos ambientais (poluição). Segundo a Divisão de Tecnologia, Indústria e Economia do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP em Inglês), que estimula atitudes voluntárias por parte das indústrias, independente do alcance da legislação ambiental, P+L é a aplicação continuada de uma estratégia ambiental preventiva e integrada aos processos, produtos e serviços, a fim de aumentar a eficiência e reduzir os riscos para o homem e para meio ambiente. Aplica-se, portanto, a processos produtivos, a produtos e a serviços (UNEP, 2016).

A P+L poderá ser aplicada em indústrias, organizações públicas e privadas. Um exemplo de aspectos para uma produção mais limpa é a **utilização dos 3 Rs: reduzir, reutilizar, reciclar**. Os procedimentos da P+L são adotados nos processos de produção e nos produtos finais, nos quais medidas podem ser consideradas para conservação de matérias-primas e dos recursos, como água e energia, visando à eliminação de matérias-primas tóxicas e a redução da emissão de resíduos e da toxicidade deles, entre outras ações. Por fim, com relação aos serviços, medidas podem ser aplicadas pela incorporação da conscientização ambiental em suas fases de planejamento e execução, como a adoção de transporte coletivo aos funcionários.

Muitas empresas passaram a adotar as tecnologias P+L, que previnem a poluição direto na fonte – em substituição às técnicas de remediação de problemas no final do processo (fim de tubo ou *end of pipe*) –, como a técnica de P2 (Prevenção à Poluição). Inclui-se aqui a modernização de equipamentos, o uso de matérias-primas

alternativas, a modernização de processos, o reuso e reciclagem, e estratégias que aumentem a eficiência de uso dos insumos (Figura 2.1).

Figura 2.1 | Escopo de atuação da metodologia de P+L



Fonte: <http://www.senairs.org.br/pt-br/cntl>. Acesso em: 9 abr. 2016.

A mudança de pensamento por parte das indústrias ocorreu devido à importância econômica e mercadológica das técnicas de P+L, pois, além de atrair a atenção dos consumidores pelas suas práticas, poupa gastos nas soluções de problemáticas ambientais do fim do processo, como contemplavam métodos mais antigos e tradicionais de produção. Exemplo prático são as técnicas de fim-de-tubo, mencionadas anteriormente, que não evitam previamente a geração de resíduos, efluentes e emissões na fonte, e sim propiciam tratamento correto aos resíduos que não puderam ser evitados na produção, gerando gastos adicionais com o tratamento ao invés de prevê-los e evitá-los no planejamento do processo produtivo.

As principais vantagens da P+L são: redução dos custos de produção, do consumo de matéria-prima, de energia, de água, da geração de resíduos e das emissões. Nos produtos, reduz o desperdício, riscos e custo final, além de impactar menos o ambiente (utilizando embalagens recicláveis e biodegradáveis, por exemplo).

Como se implementa a P+L? Existem várias etapas que são sugeridas pelo International Institute for Sustainable Development (CLEANER, 2013), e incluem:

1. **Administração de materiais**: inicialmente, evitar o desperdício através de ações como monitoramento da validade, garantir um bom acondicionamento para evitar perdas e contaminações, e até dispensar o uso de materiais não essenciais. Isso evita perdas de materiais e também gastos desnecessários.

2. **Gestão de estoques**: o controle dos produtos estocados e o uso de técnicas JIT (*Just in Time*) garantem a entrega de materiais compatíveis com a demanda da linha de produção, reduzindo o desperdício.

Assimile

O *Just in Time* (JIT) surgiu no Japão na década de 1970, na *Toyota Motor* Corporation, que buscava um sistema de administração para controlar a produção com a demanda específica de modelos e cores de veículos, com o mínimo atraso.

3. ***Housekeeping* ou manutenção**: tratam-se dos procedimentos que mantêm a infraestrutura e os equipamentos de uma empresa com a manutenção adequada, reduzindo perdas ou gastos adicionais, como válvulas e torneiras vazando água.

4. **Separação do resíduo tóxico do não tóxico**: alguns resíduos podem ser reciclados, ou reutilizados. Os resíduos não reaproveitados devem possuir o descarte correto de acordo com as normas vigentes, como visto por você na unidade anterior.

5. **Uso de materiais menos tóxicos**: alternativas de matérias-primas, com menor ou nenhuma toxicidade, evitam custos com o descarte e com o investimento em equipamentos e processos para atender à legislação ambiental e de segurança de trabalho.

6. **Modernização de equipamentos**: a substituição por equipamentos mais novos e eficientes é um investimento que pode minimizar perdas e maximizar a utilização de materiais. Para auxiliar os investimentos, existem linhas de crédito para ações de P+L para pequenas e médias empresas interessadas.

7. **Reciclagem interna**: os resíduos podem ser utilizados dentro do processo produtivo, para gerar energia, por exemplo.

8. **Reciclagem externa**: os resíduos de uma empresa podem servir de insumos para uma empresa distinta, evitando a eliminação de resíduos e garantindo economia, proporcionando lucros adicionais.

9. **Modificação do processo**: a geração de resíduos pode ser evitada no

planejamento do processo de produção, através da modificação ou implementação de técnicas, procedimentos e tecnologias.

10. **Modificação do produto**: a substituição de um produto por alternativos similares que não exijam insumos tóxicos ou processos de produção que denigram o meio ambiente podem tornar a produção mais sustentável.

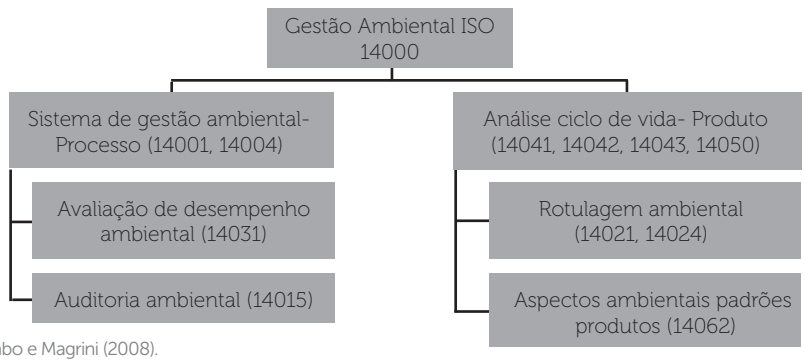
Reflita

Quais os interesses de uma empresa em adquirir um selo sustentável? Isso atrai consumidores conscientes e aumenta o valor da empresa? Imagine que uma empresa de materiais hidráulicos recebeu o selo Sustentax, após materiais tóxicos serem substituídos por solventes de menor impacto. Você escolheria o produto dessa empresa?

1.2 ISO 14000

O sistema ISO (*International Organization for Standardization*) avalia e certifica a qualidade e eficiência de processos, e é utilizado no Brasil e em cerca de 170 países. O representante máximo da ISO no Brasil é a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). A série ISO 14000 possui normas complementares que determinam e orientam a gestão ambiental de uma organização. Engloba determinados assuntos (áreas) da questão ambiental, norteados pelos princípios da P+L, como: especificações para implantação e guia de sistemas de gestão ambiental (ISO 14001), auditorias ambientais (14015), rotulagem ambiental (ISO 14021, 14024), análise de performance ambiental (ISO 14031), análise de ciclo de vida (14040, 14041, 14042, 14043, 14050), e aspectos ambientais e padrões de produtos (ISO 14062), como mostra a Figura 2.2. Tudo isso visa à qualidade/administração ambiental de qualquer organização com relação aos seus produtos, serviços, processos e também a qualidade do próprio ambiente de trabalho, o que agrega valor à empresa, seus serviços e produtos.

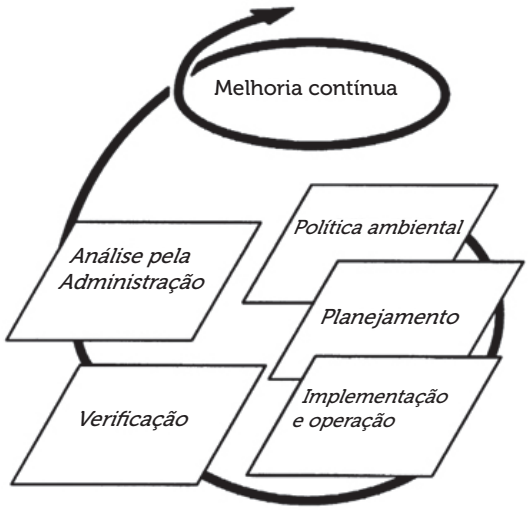
Figura 2.2 | Classificação da família ISO 14000



Fonte: Pombo e Magrini (2008).

A norma ISO 14.001 é a única que permite a certificação de empreendimentos que seguem práticas sustentáveis, sendo essa norma o eixo central das demais normas ambientais da família ISO 14000 (DIAS, 2011). Trata-se de um guia e descreve as/os especificações/requisitos necessárias/os para implantação do Sistema de Gestão Ambiental (SGA). O processo de implementação ISO 14001 dura, em geral, de um a dois anos. Isso depende do tamanho da empresa, dos recursos humanos disponíveis para o trabalho e do grau de envolvimento da direção. Cabe a uma consultoria todo o processo de implementação e pré-auditoria. Já a certificação é feita por organismos de certificação independentes. A norma é baseada na metodologia de PDCA (Plan-*Do-Check-Act*), dividida em passos: **(1) Planejar**, em que se estabelecem objetivos para atingir os resultados em concordância com a política ambiental da organização; **(2) Executar** o plano com a implementação dos processos; **(3) Verificar** os processos para monitorar se estão em conformidade com os objetivos, metas e requisita legais, entre outros; e, por fim, **(4) Agir**, incrementando sistematicamente o desempenho, num ciclo de melhoria contínua (Figura 2.3).

Figura 2.3 | Etapas do ciclo de melhoria contínua



Fonte: <http://www.revista.oswaldocruz.br/Content/pdf/Maria%20das%20Gra%C3%A7as%20da%20Silva.pdf>. Acesso em: 7 jun. 2016.

Por fim, a norma 14001 é uma ferramenta importante para auxiliar as empresas que buscam uma certificação para agregar valor à sua marca, e para estabelecer planos para um sistema de produção mais sustentável. A necessidade da cultura ambiental nas organizações é inerente para o desenvolvimento de empresas limpas no futuro, pois é muito bem vista pelos consumidores, que estão cada vez mais exigentes e preocupados com o meio ambiente.

Pesquise mais

O livro indicado a seguir trata sobre a P+L e exemplos de implementação, através do uso de normas da ISO 14000.

SEIFFERT, M. E. B. **Sistemas de Gestão Ambiental (SGA-ISO 14001**): Melhoria Contínua e Produção Mais Limpa na Prática e Experiências de 24 Empresas. São Paulo: Editora Atlas, 2011.

O vídeo a seguir trata sobre a ISO 14001, e a importância da certificação para as empresas: Disponível em : <http://www.revista.oswaldocruz.br/Content/pdf/Maria%20das%20Gra%C3%A7as%20da%20Silva.pdf>. Acesso em: 7 jun. 2016.

Sem medo de errar

Prezado aluno, vimos, ao longo desta seção, que as tecnologias limpas são ferramentas que levam a um processo de produção sustentável, produzindo com consciência, utilizando menos insumos, gerando menos resíduos. Não é mesmo? Você também aprendeu como é possível implementar algumas medidas para isso. Agora, então, você pode auxiliar Fernando a melhorar a empresa de Antônio: a fábrica de materiais para construção. Vamos relembrar a situação:

Antônio está com algumas preocupações, pois perdeu mercado. Ele deseja reconquistar clientes que estão consumindo de seus concorrentes, por utilizarem sistemas mais sustentáveis e obterem o reconhecimento dessas boas práticas, tendo, consequentemente, produtos mais interessantes para os clientes. Fernando visita a fábrica de Antônio e encontra vários problemas que podem ser contornados. Notou que a matéria-prima das telhas é o amianto, uma substância que pode provocar neoplasias (tumores) quando inalada. No estoque, ele observou que o asbesto (ou amianto) está desprotegido e sofre com intemperismos, causando desperdício, pois é mantido no pátio da fábrica. As máquinas estão desgastadas e sem manutenção e deixam escapar resíduos por frestas, o que é perigoso para os funcionários, que, inclusive, trabalham em sua grande maioria sem equipamentos de proteção. Você consegue sugerir medidas de P+L para Antônio de acordo com os problemas vistos na fábrica? Como essas medidas podem fazê-lo recuperar clientes? Será vantajoso para a empresa investir nas tecnologias limpas?

Atenção!

Esteja atento aos passos de implementação da P+L e quais ações são oportunas para a situação observada por Fernando.

Fernando pode apresentar inicialmente a Antônio o conceito de P+L e alguns dos seus princípios podem ser aplicados ao caso apresentado. Primeiramente, a **administração de materiais** deve ter maior cuidado, pois o desperdício pode ser evitado através de um bom acondicionamento da matéria-prima, sendo essencial a construção de um local para armazenamento específico. Isso evita perdas de materiais e também gastos desnecessários. Além do fato de estarmos falando de um material prejudicial à saúde humana, o amianto. É preciso realizar ***housekeeping***, pois, como vimos, as máquinas que estão liberando resíduos precisam de manutenção, tanto para a proteção do trabalhador como também para evitar desperdícios de material. O uso de equipamentos de proteção também deve ser exigido para todos os empregados. A **modernização de equipamentos** auxiliará no processo, sendo que, com a substituição por equipamentos mais novos, esse investimento pode minimizar perdas e maximizar a utilização de materiais. Por fim, uma boa estratégia seria a **modificação do produto**, devido às telhas de amianto possuírem proibições e causarem danos à saúde. Alterando a matéria-prima, será mais fácil atrair uma nova clientela. A saída é utilizar matérias-primas alternativas, como os fios de polipropileno, proposto por Fernando.

Todas essas medidas exigem investimentos em tecnologias limpas, e os resultados serão obtidos com uma clientela mais satisfeita, melhor imagem da empresa, agregação de valor aos produtos, redução no uso de energia e matérias-primas, entre outras vantagens.

Avançando na prática

Normatizando a situação

Descrição da situação-problema

Ainda na fábrica do Sr. Antônio, imagine agora que o proprietário deseja obter uma certificação das práticas sustentáveis adotadas, para ter maior competitividade com seus concorrentes. Fernando, nosso consultor ambiental da Gaia Sustentabilidade & Ambiente, sugere, então, auxiliar a empresa a implementar um Sistema de Gestão Ambiental (SGA), necessário para a certificação e que auxilia na imagem da empresa, atraindo ainda mais os clientes que anteriormente foram perdidos para os concorrentes, que estão cada vez mais atentos ao mercado consumidor e preocupados com a questão ambiental.

Fernando, então, explica para Antônio que existe uma série de normas que auxiliam na obtenção da qualidade ambiental de qualquer organização com relação aos seus produtos, serviços, processos e auxiliam também na qualidade do próprio ambiente de trabalho. Tais normas são complementares à norma que estabelece as especificações para a implantação do SGA.

Com base nos conhecimentos adquiridos nesta seção, você sabe informar qual é o nome dessa série de normas e da norma que estabelece as especificações para implantação de um SGA, que permitirá a certificação da empresa de Antônio? Qual o seu representante no Brasil? Explique o que cada norma complementar regula.

Resolução da situação-problema

A série de normas em questão é a família ISO 14000. A ISO (Organização Internacional para Padronização) é representada no Brasil pela ABNT, e a série ISO 14000 é formada por algumas normas complementares que fornecem ferramentas para administração ambiental de uma organização. A ISO 14000 é a única que permite a certificação, o selo ISO 14001, que leva de um a dois anos para ser implementado. Ela fornece as especificações para a implantação do Sistema de Gestão Ambiental (SGA), sendo uma espécie de guia. Ela permitirá a certificação da empresa de Antônio.

Vimos que a ISO 14000 é o eixo central das demais normas ambientais da família ISO 14000, sendo elas:

- ISO 14015: normatiza as auditorias ambientais.
- ISO 14021 e 14024: são normas para a rotulagem ambiental dos produtos.
- ISO 14031: fornece orientação para análise de performance ambiental da organização.
- ISO 14040, 14041, 14042, 14043, 14050: estabelecem normas para análise de ciclo de vida dos produtos.
- ISO 14062 possui informações sobre aspectos ambientais e padrões de produtos.

Seguindo todas as normas da série, a empresa implementará um programa sustentável de produção, e, dentro de algum tempo, os processos gerarão economias, resultados na produção e interesse pelo mercado consumidor devido às práticas da empresa, aumentando o valor de mercado e também dos produtos.

Faça valer a pena

1. Quais das seguintes opções vêm a ser uma das prioridades de tecnologias limpas? Assinale a alternativa correta.

a) Produtos feitos com matérias-primas que não são facilmente degradáveis no ambiente.

b) Uma produção menor, que gere menos impacto.

c) Continuidade do volume de produção, conservando matérias-primas e diminuindo quantidade de resíduos.

d) Não reciclar resíduos que possam ser utilizados como matéria-prima para outras indústrias.

e) Utilizar mais matéria-prima que o usual para garantir bons produtos.

2. Qual dos exemplos abaixo pode ser uma tecnologia limpa?

a) Fabricas de tintas à base de chumbo.

b) A produção de gás natural, através da exploração mineral.

c) A produção de energia a partir da queima de palha de arroz.

d) Máquinas movidas a óleo diesel.

e) Termoelétricas, que utilizam combustíveis fósseis.

3. Com relação às técnicas de P+L, é possível destacar que:

a) Devem obrigatoriamente seguir normas propostas pela ISO 14000.

b) Utilizam principalmente técnicas de fim de tubo.

c) Previnem impactos no planejamento de processos produtivos, tornando-os mais eficientes.

d) São estratégias previstas na implementação de energias renováveis.

e) São úteis para empresas poluidoras tratarem seus efluentes.

Seção 2.2

Ecoeficiência

Diálogo aberto

Os processos produtivos devem estar alinhados à sustentabilidade, cada vez mais prezada pelo mercado consumidor, e às leis de proteção ao meio ambiente. As empresas devem acolher as exigências do mercado, alterando seus processos produtivos, atendendo à demanda, utilizando menos insumos e gerando menos resíduos e produtos mais competitivos.

O desenvolvimento tecnológico aliado à sustentabilidade pode ser bom para a empresa, o cliente e para o meio ambiente. É nesse mercado que trabalha nosso personagem, o Fernando. Lembra dele? Ele fornece consultoria para grandes indústrias através da empresa *Gaia Sustentabilidade & Ambiente*. Hoje, Fernando começa seu dia de trabalho com a agenda compromissada; ele partirá em uma viagem para visitar um dos clientes da empresa, que marcou uma reunião há alguns dias.

Fernando se desloca para a capital, onde se encontra uma das maiores empresas do ramo alimentício, que trabalha com beneficiamento de grãos (como soja e amendoim), embalagem e distribuição dos produtos. Boa parte da produção dos grãos da empresa vem de terras próprias, cerca de 80%, e torna a propriedade muito grande. O Fernando oferece consultoria há cerca de um ano para essa grande empresa, e conhece o seu diretor-geral, Tarcísio, há algum tempo. Vários processos já foram modificados na empresa do Tarcísio, como a modernização de alguns equipamentos, que gerou economia de combustíveis e insumos; treinamento de funcionários etc.

Ao receber Fernando, o diretor inicia a reunião: "Estou muito feliz com os resultados e a economia de energia e recursos que obtive, e esse ano quero aumentar a eficiência da produção ainda mais! Li que é possível converter meus resíduos em biomassa, e quero economizar energia com isso, pois atualmente meus geradores são movidos a óleo diesel, que é não renovável e gera GEE (Gases de Efeito Estufa)". Fernando complementa – "Ótima ideia, isso pode inclusive ser fonte de renda para sua empresa, uma nova oportunidade de negócio, pois você pode entrar no mercado de créditos de carbono". Tarcísio se mostra um pouco surpreso com a informação, e diz: "Eu tenho cerca de 100 mil toneladas por mês de resíduos vegetais que envio para aterros,

mas creio que posso fazer uma reciclagem interna. Créditos de carbono? O que é isto? Como posso fazer dinheiro assim?".

Fernando traçará todo um planejamento para a empresa de Tarcísio. Que elementos nesse contexto estão contribuindo para aumentar a ecoeficiência da empresa? Identifique os principais. O que são créditos de carbono? Como uma empresa pode ganhar com isso? As dúvidas do Sr. Tarcísio são muito oportunas, pois nesta seção trabalharemos com a ecoeficiência dos processos, observando vários exemplos de aplicação. Ao final desta seção de estudos, você será capaz de responder os questionamentos. Vamos iniciar, então, nossos estudos?

Não pode faltar

2.2.1 ECOEFICIÊNCIA

Desde os primeiros grandes impactos ambientais surgidos com a Revolução Industrial, os problemas do desenvolvimento tecnológico tornaram-se motivo de preocupação para as empresas e para o Estado. A publicação de "Os Limites do Crescimento" (*Limits to Growth*) (MEADOWS et al., 1972), pelo MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts), sob encomenda do Clube de Roma, apresentou um modelo baseado em cinco variáveis: população mundial, industrialização, poluição, produção de alimentos, e escassez de alimentos. Essas variáveis teriam crescimento exponencial, enquanto a tecnologia não poderia podia fornecer esses recursos na mesma proporção. Com a publicação do relatório *Bruntland*, documento intitulado Nosso Futuro Comum (*Our Common Future*), em 1987, é proposto pela primeira vez de forma mais elaborada o conceito de desenvolvimento sustentável.

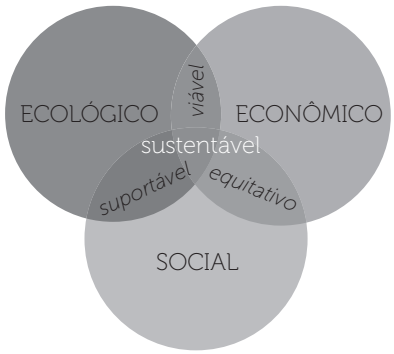
A partir dessas publicações, culmina em 1992 a realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), a Rio-92, que formaliza o conceito de Desenvolvimento Sustentável, apresentado pelo Relatório *Bruntland*: "o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades". Um dos resultados da conferência foi a Agenda 21, que constituiu um marco ao apresentar o planejamento e a gestão participativa como forma de sedimentar, em políticas e programas de desenvolvimento, o conceito de Desenvolvimento Sustentável, integrando os aspectos ambientais, sociais e econômicos, seja no âmbito público ou privado (COSTA, et al., 2012).

Uma das ferramentas para as empresas utilizarem de modo sustentável seus recursos e criar um valor agregado para os seus negócios é a ecoeficiência. Esse termo foi elaborado pelo *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD)

em 1993, sendo definido como a produção e entrega de bens e serviços a preços competitivos que satisfaçam às necessidades humanas, promovendo qualidade de vida, ao mesmo tempo que, progressivamente, reduzindo impactos ambientais e a utilização de recursos naturais em todo o ciclo de vida, em consonância com a capacidade estimada da terra em prover estes recursos e absorver os impactos (UNEP-DTIE, 2001). Implementar a ecoeficiência na gestão dos negócios é basicamente buscar as oportunidades em quatro áreas: no projeto e *design* de produtos; no processo produtivo; na cooperação com as demais empresas; e atender à demanda dos consumidores.

A ecoeficiência pode servir de base para o desenvolvimento de processos de produção e produtos que reduzam os impactos na natureza, com foco em tecnológicas limpas, P+L, práticas sociais, na transparência dos negócios, na contabilização ambiental e na cooperação com os demais segmentos da sociedade. O conceito de sustentável pode ser interpretado como uma junção da função social, com o respeito ao meio ambiente e o equilíbrio econômico da organização. Dessa forma, o cliente recebe um produto igualmente funcional, feito com menos materiais e menor quantidade de recursos (Figura 2.4).

Figura 2.4 | Tridimensionalidade da sustentabilidade



Fonte: Adaptado de Elkington e Triple (2009).

Reflita

Muitas mudanças podem ser boas para o meio ambiente e para a população, mas podem aumentar muito o custo de produção de certo produto. Isso é viável para grandes empresas? Os retornos, aumento de valor de mercado, compensarão o capital investido?

De acordo com Rosele Wittée, do Centro Nacional de Tecnologias Limpas Senai (CNTL) em uma reportagem feita por Martin (2013), para a revista O Papel, o significado

de P+L e ecoeficiência é basicamente o mesmo, sendo que a distinção está no fato dos termos terem sido estabelecidos por instituições distintas (P+L pela UNEP; ecoeficiência pelo WBCSD). Para Dias (2011), a diferença da ecoeficiência com relação à P+L está no fato de que o primeiro foca na criação do valor agregado nos negócios e para a sociedade, mantendo padrões de competitividade. Como vimos na seção anterior, aluno, o foco da P+L está, basicamente, no operacional (processo produtivo). Perceba, com os exemplos a seguir, que é preciso a implementação de P+L para se alcançar a eficiência na produção. Veremos, então, que P+L e ecoeficiência são complementares.

2.2.2 APLICAÇÃO

Para serem colocadas em prática as estratégias em ecoeficiência estabelecidas pelas organizações, encontram-se disponíveis vários métodos ou ferramentas, como tecnologias limpas, sistemas de gestão ambiental, avaliação do impacto ambiental etc. Cada método ou ferramenta apresenta características diferentes, e sua seleção deve se basear no acompanhamento do ciclo de vida do produto e ou serviço, tendo como pressuposto que a escolha da ferramenta em ecoeficiência deve ser projetada a suprir as necessidades da empresa (BRATTEB, 2005).

Além dos fatores acima mencionados para aplicação da ecoeficiência, é preciso levar em consideração critérios, como: a tridimensionalidade (social, ambiental e econômico), a escala no tempo e espaço no desenvolvimento da ecoeficiência na empresa, o critério de robustez, adequação e flexibilidade no que diz respeito à implementação de melhorias na sua aplicação e, por último, o critério de transparência e coerências com métodos aceitos pela comunidade internacional (BRATTEB, 2005).

A aplicação da ecoeficiência nas empresas pode ser muito ampla, envolvendo, por exemplo, etapas como a reorganização dos processos industriais, revalorização de subprodutos, redesenho dos produtos, mudanças na cultura empresarial, a capacitação profissional, a realização de pesquisa e desenvolvimento para identificar formas de redução do consumo de matéria-prima e energia, mudança da política de compra e venda (exigir de fornecedores ecoeficientes também), oferecimento de serviços de pós-venda (DIAS, 2011).

Assim, considerando a estreita relação entre sustentabilidade e economia, as sete dimensões da ecoeficiência podem ser aplicadas para toda empresa, produtos e serviço. Os sete elementos aconselhados pela WBCSD (2000) para implementação da ecoeficiência são:

1. Reduzir a intensidade do consumo de materiais em produtos e serviços.
2. Reduzir a intensidade do consumo de energia em produtos e serviços.

3. **Reduzir a dispersão de compostos tóxicos e gases de efeito estufa.**
4. **Promover e aumentar a reciclagem (como a interna e externa).**
5. **Priorizar o uso de recursos e energias renováveis.**
6. **Estender a durabilidade dos produtos.**
7. **Aumento do uso de serviços** (como no programa suíço de locação e compartilhamento de carros, que permitiu o uso mais racional do transporte, aumentou o uso do transporte público e reduziu o consumo de combustíveis) (CARRO, 2008).

Exemplificando

Algumas indústrias oferecem aos funcionários transporte coletivo, como ônibus, reduzindo significativamente o número de veículos no deslocamento de funcionários, evitando emissões de gases de efeito estufa.

Na prática, podemos citar alguns exemplos de medidas que podem ser tomadas:

- Substituir equipamentos convencionais por mais modernos, como torneiras com fechamentos automáticos, lâmpadas de acionamento e desligamento automáticos etc.;
- utilizar energias alternativas (solar, eólica, biomassa etc.);
- implantar sistema de iluminação automático ou que utilize a luz natural;
- substituição de lâmpadas convencionais por lâmpadas de baixo consumo;
- destinação adequada de resíduos sólidos e efluentes;
- evitar desperdícios no processo produtivo;
- minimização de emissões de gases de efeito estufa;
- reciclagem, reutilização e reduzir uso de insumos (3 Rs);
- fazer compostagem de lixo orgânico;
- estender ações à comunidade local, e se possível, expandir os programas a toda a sociedade;
- políticas de reflorestamento e reposição de outros recursos renováveis no ambiente;

- melhorias no valor do produto sem alterar sua funcionalidade, utilizando menos insumos.

Uma das recompensas às empresas pela sua ecoeficiência são os créditos de carbono. Os créditos de carbono ou Redução Certificada de Emissões (RCE) são certificados emitidos para uma pessoa ou empresa que reduziu a sua emissão de gases do efeito estufa. Uma tonelada de dióxido de carbono (quantificado como tCO_2e ou tonelada de CO_2 equivalente) corresponde a 1 crédito de carbono, que pode ser negociada no mercado mundial através desses certificados. São considerados *commodities* (mercadorias negociadas com preços estabelecidos pelo mercado internacional). O mercado é regulado pelo Conselho Executivo do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Os países poluidores possuem uma cota máxima de compra de RCEs, e as empresas grandes, emissoras de gases, devem comprar os créditos excedentes das que emitem menos.

Assimile

Os RCEs seguem a lógica dos *commodities*, sem grandes variações em seu valor com a oscilação de oferta e demanda. Além disso, seus compradores não levam em conta a origem ou tipo de projeto no qual se origina o crédito a ser comprado.

No Brasil, a compra e a venda são promovidas em leilões eletrônicos pela BM&FBOVESPA, a pedido de entidades públicas ou privadas, e os projetos são reconhecidos pela Comissão Interministerial de Mudança do Clima. O proponente deve ser uma pessoa jurídica – o que significa que projetos de MDL podem ser propostos por governos, ONGs, cooperativas, associações e empresas ou outras instituições formais, mas não por indivíduos ou entidades informais.

2.2.3 EXEMPLOS DE MEDIDAS PARA ECOEFICIÊNCIA

Sistemas de produção ecoeficientes podem ser implantados em todo tipo de processo, e em todas as fases da produção, desde o planejamento ao produto final. Empresas que têm produção mais limpa e ecoeficiência, além de vantagens econômicas, possuem um diferencial competitivo em relação às empresas com métodos não sustentáveis de produção. A ecoeficiência também pode ser utilizada pela sociedade e por órgãos governamentais, pois se trata de um programa de responsabilidade social. Alguns casos de sucesso de ecoeficiência serão apresentados a seguir.

A busca por ecoeficiência pode necessitar de altos investimentos, porém o retorno futuro é esperado, uma vez que atrai novos clientes pelas boas práticas da

empresa, produtos mais sustentáveis, o maior valor da marca, melhores qualidades de trabalho etc.

Um exemplo que pode ser citado é o projeto *Big Green*, realizado pela IBM. O objetivo era modernizar e substituir os servidores. Um bilhão de dólares foram investidos para substituir 3.900 servidores no Brasil, nos Estados Unidos, no Reino Unido, no Japão e na Austrália, por 30 mainframes na primeira década de 2000. O resultado foi uma economia de energia de 80% no mundo todo. Em 2008, o Brasil recebeu um investimento de 140 milhões de dólares para substituir 200 servidores. A economia gerada foi de 1200 quilowatts por ano, que equivale ao consumo de uma cidade de 8.000 habitantes. A medida também poupou emissão de 5.000 toneladas de gás carbônico, correspondentes à circulação de 1.700 carros durante um ano (IBM, 2008).

Vocabulário

Mainframe: são supercomputadores, capazes de processar um volume massivo de informações.

A Apple possui na China (em Hongyuan) uma usina solar capaz de abastecer todas as instalações da empresa no país, desde a indústria até lojas comerciais. Além disso, a empresa investiu em sistemas de calefação, refrigeração e iluminação modernos, vazamentos de ar comprimido e recuperação e redirecionamento do calor residual. No primeiro ano do programa de consumo consciente da empresa, as mudanças em 13 instalações reduziram as emissões de carbono em mais de 13.800 toneladas. Em 2015, o Programa Energia Limpa foi implantado pela empresa para reduzir as emissões de carbono, sendo utilizado em toda a cadeia de fornecimento, que compõe cerca de ¾ das emissões da empresa (APPLE, 2016).

Outro caso que pode ser tomado como exemplo é o da AmBev, uma das maiores companhias de bebidas do mundo. Um projeto para a substituição de geradores de energia a óleo diesel por geradores à biomassa (utilizando casca de coco, lascas de madeira e palha de arroz) reduziu 35% das emissões de CO_2 em oito fábricas da empresa em todo o Brasil. As vantagens da ecoeficiência não são só ambientais. No Rio Grande do Sul, o investimento de 5 milhões de reais na usina de biomassa permitiu que a empresa fosse autorizada pelo governo brasileiro e pela ONU a entrar no mercado de créditos de carbono (EMPRESAS, 2009).

Em 2014, a empresa O Boticário modificou equipamentos visando economizar água em descargas de banheiros, lavagem de pisos, jardinagem, torres de resfriamento, e reutilizou 22.971 m^3 de água em uma das unidades no Paraná, o que representa 70% do efluente tratado. 1700 m^3 de águas pluviais foram captadas, e, em algumas das unidades, 23% da água utilizada vinham da captação de chuvas. A luz natural

passou a ser utilizada para a iluminação dos ambientes, poupando 250 mil kWh/ano somente em um dos complexos. Os resíduos gerados passaram a ser destinados para compostagem, gerando adubo orgânico para a produção de plantas, reduzindo em 40% os resíduos que são destinados à coleta municipal. As medidas foram recompensadas com premiações e selos de certificação ambiental (RELATÓRIO, 2014).

Pesquise mais

A obra a seguir aborda profundamente a aplicação de tecnologias aplicadas à gestão ambiental, no âmbito da redução de prevenção da geração de resíduos.

KIPERSTOK, A. et al. **Prevenção à poluição**. Brasília: SENAI/DN, 2002, 290 p. Disponível em: <http://teclim.ufba.br/site/publicacoes/Prevencao_da_Poluicao.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2016.

Sem medo de errar

Como você pode observar, novas tecnologias e mudanças nos processos são necessárias para se atingir a ecoeficiência. Você viu que existem diversas ferramentas disponíveis, sendo preciso adequar os métodos de acordo com os objetivos de cada organização ou empresa. Vamos agora retomar a situação inicial que surgiu na empresa *Gaia Sustentabilidade & Ambiente*?

Fernando recebe o desafio de reaproveitar resíduos vegetais do processo de produção na empresa alimentícia do diretor Tarcísio, que possui uma fábrica de beneficiamento de grãos, e muitos resíduos de seus grãos são enviados para aterros. Fernando, então, o informa que é possível reduzir os gastos e ainda gerar lucros para a empresa, reduzindo as emissões de gases e convertendo em créditos de carbono.

Os questionamentos apresentados a você foram: que elementos nesse contexto estão contribuindo para aumentar a ecoeficiência da empresa? Identifique os principais. O que são créditos de carbono e como uma empresa pode ganhar com isso?

Bom, diante dos sete elementos da ecoeficiência aconselhados pela WBCSD (2000), vistos nesta seção, você pode perceber, aluno, que os principais elementos que estão contribuindo para aumentar a ecoeficiência da empresa de Tarcísio são: promover e aumentar a reciclagem e priorizar o uso de recursos e energias renováveis.

Podemos perceber isso logo na primeira etapa para realizar as modificações

desejadas pelo diretor: a modificação da fonte de energia atual, obtida de geradores a óleo diesel, pela queima da biomassa, um recurso renovável. Você já aprendeu que a biomassa é uma fonte de energia limpa, pois o CO_2 liberado na queima apenas reequilibra o processo, devolvendo à atmosfera o dióxido de carbono fixado pela planta. Os resíduos vegetais da empresa de Tarcísio podem, então, ser convertidos em bioenergia para o processo produtivo, e o excesso de energia produzido pode ser, inclusive, vendido para cidades próximas. Isso pode recolocar a empresa em um novo mercado, sendo uma oportunidade de negócio, um diferencial competitivo; uma característica de empresas ecoeficientes. Não é mesmo?

Com a redução da emissão de gases tóxicos e de efeito estufa – oriundos da queima do combustível fóssil –, você pode notar também outro elemento aconselhado pela WBCSD (2000) para implementação da ecoeficiência: reduzir a dispersão de compostos tóxicos e gases de efeito estufa. Com o uso da biomassa, a empresa de Tarcísio começará a diminuir a poluição, e pode converter as toneladas de CO_2 que deixaram de ser emitidas em créditos de carbono, que são certificados emitidos para uma pessoa ou empresa que reduziu a sua emissão de gases do efeito estufa. Cada tonelada de CO_2 é equivalente a 1 crédito de carbono, que pode ser negociado no mercado mundial, podendo, assim, gerar lucro, além do reconhecimento do processo produtivo como sendo sustentável, o que atrai mais consumidores e aumenta o valor da empresa.

Avançando na prática

Otimizando com inteligência

Descrição da situação-problema

Imagine agora, aluno, que, após um certo tempo da implantação do projeto de Fernando, a empresa do diretor Tarcísio ganhou prêmios de sustentabilidade oferecido por algumas ONGs, gerando muita mídia e interesse por parte de alguns empresários do exterior. Atualmente, a empresa economizou 400 Kwh/ano de energia e poupou, em relação ao ano passado, a emissão de 12 toneladas de CO_2. Para otimizar ainda mais sua produção, ele deseja agora partir para outros setores.

A equipe de planejamento da indústria mostrou alguns resultados para Fernando, apresentando uma projeção que, para o próximo ano, a nova energia utilizada através da biomassa não será suficiente, e será necessário utilizar outras formas de energia limpa. A fábrica está construindo um grande galpão para receber as remessas que chegam entre os períodos da manhã até a tarde. O local irá necessitar de grande número de lâmpadas para iluminação. Há alguma maneira de aproveitar outro tipo de

energia? A visita continua, e, conversando com funcionários, um problema foi relatado pelas faxineiras dos banheiros: "Parece que, mesmo com toda a preocupação com a água, tem gente que não aprende. Vários dias temos visto torneiras abertas nos banheiros, desperdiçando esse bem importante".

Fernando, então, prontamente já inclui a informação no seu planejamento e parte para a tomada de medidas. Diante desse contexto, quais soluções para os problemas você sugere que Fernando inclua no projeto do novo galpão a ser apresentado a Tarcísio? Quais ações você sugere para solucionar o problema dos banheiros?

Lembre-se

Retome os conteúdos sobre implementação da ecoeficiência e exemplos de medidas ecoeficientes.

Resolução da situação-problema

Diante dos exemplos de empresas ecoeficientes apresentados para você nesta seção, você pode sugerir que sejam adicionadas no projeto do novo galpão da empresa de Tarcísio algumas tecnologias para melhorar o desempenho e incrementar a ecoeficiência da empresa. Uma vez que com o novo galpão mais energia será necessária, como para a iluminação, por exemplo, essas energias, que devem ser alternativas à biomassa, podem vir da iluminação natural, aproveitando a luz solar, já que as remessas chegarão pela manhã e virão até o período da tarde, evitando ligar a iluminação durante o dia. Isso poupará grande quantidade de KWh no ano, como visto em exemplos anteriores.

Já para solucionar os problemas dos banheiros, Fernando pode sugerir duas ações: a primeira, fazer um treinamento de funcionários, informando sobre comportamentos que geram desperdícios, e, além disso, pode-se evitar as torneiras abertas por meio de equipamentos com fechamento automático, minimizando o problema. Tarcísio deverá ficar muito satisfeito com as novas melhorias.

Faça você mesmo

A redução de emissões pode ser vantajosa ambientalmente como economicamente para as empresas. De acordo com o WBCSD (2000), que outra medida pode ser considerada para aumentar ainda mais a ecoeficiência da empresa alimentícia? Você consegue formular algumas ideias? Reveja o conteúdo aprendido e pense um pouco mais.

Faça valer a pena

1. A quantia de 10 créditos de carbono seria equivalente à (ao):

a) Redução da emissão de 20 toneladas de CO_2.

b) Aumento da emissão de 10 toneladas de CO_2.

c) Redução da emissão de 10 toneladas de CO_2.

d) Redução da emissão de 1 toneladas de CO_2.

e) Aumento da emissão de 1 toneladas de CO_2.

2. Dentre as vantagens da ecoeficiência, o retorno do investimento pela empresa pode ocorrer por:

a) Compras de créditos de carbono.

b) Isenção de impostos de exportação.

c) Aumento do valor do produto e ampliação da gama de consumidores.

d) Aumento da alíquota nos produtos sustentáveis.

e) Redução do investimento em produção mais limpa.

3. O termo ecoeficiência pode ser resumido como:

a) Produzir menos para conscientizar um consumo consciente de bens e produtos.

b) Produzir mais produtos, remediando as consequências da produção, como os resíduos.

c) Atender à demanda utilizando menos recursos e gerando menos resíduos.

d) Tornar processos produtivos mais economicamente viáveis.

e) Transformar cadeias de produção em sistemas gerenciados por sistemas *just in time*.

Seção 2.3

Benchmarking ambiental

Diálogo aberto

Existem muitas ferramentas para uma empresa evoluir seus processos tecnológicos, tornando sua produção mais ecoeficiente. Uma delas é o *benchmarking* ambiental. Você já ouviu falar ou conhece alguma ação de *benchmarking*? É uma das práticas mais utilizadas pelas indústrias, e nesta seção abordaremos um pouco sobre esse conteúdo.

O aprendizado não pode se limitar a quatro paredes, diz nosso consultor, o Fernando; ainda lembra dele? É o proprietário da empresa *Gaia & Sustentabilidade*. Segundo ele, estudar estratégias utilizadas por outros setores da empresa, por concorrentes e também por empresas de setores diferentes são boas maneiras de renovar os conceitos.

Esses conselhos serão úteis para o novo cliente que chega à empresa, para planejar seu novo empreendimento. O cliente em questão é um novo empresário, que deseja investir em uma indústria com produção mais limpa e, consequentemente, ecoeficiente, que concorrerá com uma grande fabricante de sucos e refrigerantes. A demanda por novos produtos está crescendo e ele deseja entrar no mercado, produzindo inicialmente alguns refrigerantes e sucos naturais, cuidando também da distribuição deles. Ele procura Fernando para pedir orientações. Fernando diz que, como um bom iniciante, ele deve seguir o que há de melhor no mercado, e estabelecer estratégias e adaptações das melhores ideias, o que é chamado de *benchmarking*.

Fernando apresenta algumas boas ideias que tem observado nos clientes de sua empresa: "Ultimamente tenho passado por empresas com belas ideias para ser mais ecoeficiente. Uma empresa de pilhas e baterias implantou um programa de logística reversa para o recolhimento de seus produtos depois de utilizados, ressarcindo o consumidor por descartar corretamente em pontos de coleta; incentivando a educação ambiental e o consumo consciente. Uma casa da moeda estadual está realizando reflorestamento voluntário para compensação das emissões de gases

efeito estufa; isso gerou repercussão na mídia devido à preocupação ambiental dessa organização. Nossa prefeitura está substituindo o diesel utilizado no transporte público por combustíveis renováveis, como o biodiesel; várias empresas da cidade se interessaram em adotar esta boa prática. A fabricante de papel e celulose aqui da região também está dando treinamento aos funcionários e escolas sobre consumo sustentável e compostagem dos resíduos; contribuindo para a formação de uma nova geração de consumidores. E nós aqui da *Gaia Sustentabilidade & Ambiente* já começamos a reutilizar alguns dos nossos efluentes. Acho que com isso temos várias ideias para realizar um *benchmarking* ambiental, para aproveitar essas boas práticas em sua organização, por exemplo, completa Fernando.

O empresário ficou interessado, mas em dúvida sobre como isso pode ser aplicado na sua empresa. Fernando o acalma: "Fique tranquilo, pois trabalharemos no seu projeto, e vou lhe explicar nossa estratégia".

E você, caro estudante, sabe que o que é *benchmarking* e que tipo de *benchmarking* ocorre neste diálogo? Como adaptar essas dicas de Fernando na empresa do empresário que procurou o nosso consultor?

Ao final desta seção, você terá mais informações e poderá se juntar a Fernando na preparação deste projeto. Vamos lá?!

Não pode faltar

Após os acontecimentos que sucederam a Revolução Industrial, a preocupação com a escassez de recursos e degradação do ambiente, os modelos de produção foram se modificando, e as estratégias e tecnologias passaram a levar em conta os impactos da produção, a destinação dos resíduos e dos produtos produzidos. Isso já está bem claro até aqui, não é mesmo?

As empresas lidam com o desafio de produzir seus bens e serviços, mantendo-se estáveis economicamente, e gerenciando seus processos para que sejam sustentáveis, utilizando menos insumos e gerando menos resíduos. Em resposta a essa preocupação, surgiram os SGAs: sistemas de gerenciamento ambiental, seguindo um planejamento estratégico para avaliar e melhorar continuamente os ciclos produtivos, e o *benchmarking* foi adotado pelas empresas para contribuir no processo.

O surgimento da metodologia de *benchmarking* ocorreu nos EUA, na década de 1970, quando a empresa Xerox iniciou um processo sistemático de pesquisa sobre os processos de gestão e produção empregados, tanto pelas empresas concorrentes como também por outras organizações de destaque mundial em áreas de interesse

comum. Essa prática teve uma difusão maior pelo mundo a partir da década de 1980, e, na década de 1990, o uso foi consolidado por uma grande quantidade de empresas, em especial, europeias e norte americanas. Os japoneses basearam-se nessa prática para conquistar o mercado americano automotivo na década de 1980. As companhias possuíam a filosofia do *dantotsu*, que significa lutar para tornar-se o "melhor dos melhores".

A filosofia por trás do *dantotsu* consiste em estabelecer uma base de autoavaliação e aprimoramento, que busca pesquisar, localizar, identificar e superar os pontos fortes dos concorrentes, ou seja, as melhores práticas da indústria servem como referência a serem adaptadas e, se possível, incorporadas de forma otimizada.

Reflita

Grande parte das organizações utiliza o *benchmarking* como estratégia para competição e aprimoramento. Trata-se de, simples e puramente, copiar o concorrente? Ou de adaptações para manter-se competitivo no mercado? A simples cópia de processos pode manter uma empresa por anos no mercado?

O que, de fato, é o *benchmarking*?

"É um processo sistemático e contínuo para avaliar produtos, serviços e processos de trabalho das organizações que são reconhecidas como representantes das melhores práticas com o propósito de realizar melhorias organizacionais" (LAVORATO et al., 2004). Desse modo, as práticas ecoeficientes de uma empresa líder, que se destaca na área de sistemas de gerenciamento ambiental, podem gerar aprendizado a empresas que desejem implementar suas práticas.

Benchmarking é também uma ferramenta de gestão para estabelecer metas, utilizando-se de normas externas, internas e objetivas para aprender novos processos de gestão. Segundo Boxwell (1996), *benchmarking* trata-se de uma ferramenta que serve para descobrir, analisar, comparar, aprender com empresas líderes em seus segmentos, métodos e processos competitivos, e assim adaptar esse novo conhecimento nos próprios processos para aumentar a competitividade de seu negócio. *Benchmarking* é hoje reconhecido no meio empresarial como um método essencial para a prática da melhoria contínua.

Portanto, podemos definir o *benchmarking* como um processo de identificar, compreender e adaptar os processos, serviços, práticas e produtos de outras organizações modelo para ajudar na melhoria de uma determinada empresa. Não se trata de cópia, ou espionagem, mas sim de aprendizado e adaptação de metodologias,

envolvendo uma abertura no pensamento da empresa, em reconhecer que existem em outras organizações, processos melhores e mais eficazes de produção, e, através da observação e comparação, é possível aprender e aplicar as tecnologias e processos.

Em termos de mercado, o *benchmarking* é considerado um saudável exercício empresarial na medida em que troca, soma, reconhece, gera vínculos, respeita a multidiversidade, integra setores, constrói novos conhecimentos, e, principalmente, cria o hábito das relações éticas, transparentes e solidárias entre empresas e seus diversos segmentos (LAVORATO et al., 2004).

2.3.1 PRINCÍPIOS DO *BENCHMARKING*

O *benchmarking* pode ser classificado em dois tipos: interno e externo. O *benchmarking* interno ocorre dentro da própria empresa, utilizando e adaptando ideias de setores ou de outras unidades da empresa, como filiais, por exemplo, podendo aproveitar estratégias de organização, produtos e serviços, disseminando para todas as áreas da empresa as boas práticas identificadas. Exemplos: o setor de *marketing* de uma empresa pode aprender técnicas de como separar seu lixo adequadamente com a gestão de resíduos, ou o setor de informática aprender sobre organização e identificação com o setor de enfermagem, como padronizar etiquetas e gavetas. Outro exemplo: uma unidade de uma multinacional de determinado país, na qual a gestão ambiental é mais rígida devido à legislação, pode transferir conhecimentos de processos para outras unidades de outros países com o processo em desenvolvimento, aprendendo com os mais competitivos em determinado processo, o que pode passar a atrair os consumidores mais exigentes com relação à problemática ambiental que vivemos atualmente.

O *benchmarking* externo tem foco na conquista de mercado e possui dois subtipos: competitivo e funcional (chamado também de genérico ou global). O *benchmarking* externo competitivo se baseia em analisar a performance de outras instituições de sucesso da mesma área de atividade – as concorrentes –, observando os sucessos obtidos, para poder inserir seus processos e tecnologias na empresa desejada, sendo obrigatório o conhecimento, o monitoramento da concorrência, a comparação e as adaptações necessárias, como para o porte da empresa ou mercado consumidor. Por exemplo, empresas do ramo de celulose começaram a oferecer treinamentos de educação ambiental para seus funcionários e população dos arredores. A medida foi adotada por empresas do mesmo ramo para manter-se na competição pelo consumidor consciente.

O *benchmarking* externo funcional procura soluções ou melhorias fora do seu mercado de atuação, analisando as melhores empresas e multinacionais, líderes no campo de atuação, onde, através de análises, comparações e adaptações, é

possível inserir aprendizados importantes na tecnologia de produção e gestão da empresa. Por exemplo, grandes usinas de açúcar que adotaram o uso de resíduos como fertilizante serviram de exemplo para empresas menores realizarem a compostagem de seus resíduos, mesmo em quantidades reduzidas.

Algumas etapas são necessárias para a implementação de *benchmarking*:

1. **Definir a área, o propósito e os objetivos.**
2. **Criar uma equipe de trabalho para analisar as empresas.**
3. **Identificar as instituições a serem estudadas.**
4. **Definir uma metodologia de trabalho (coleta e organização de dados).**
5. **Realizar a coleta de dados.**
6. **Comparar as principais diferenças entre processos desenvolvidos.**
7. **Implementar novo(s) processo(s).**

Exemplificando

Charles Christ, presidente da Xerox, ao ler o *New York Times*, viu um anúncio da Canon, que oferecia copiadoras iguais em termos de função e desempenho, sendo vendidas no varejo por menos do que lhe custava fabricá-las! Em resposta, enviou uma equipe ao Japão para estudar, nos mínimos detalhes, o processo, o produto e o material, para obter um referencial (*benchmarking*) de onde estabelecer estratégias para retomar o mercado.

O *benchmarking* ambiental é muito utilizado pelas empresas, principalmente se baseando nas práticas de multinacionais de países com grandes restrições sobre o uso de matérias-primas e normas rígidas de descarte de resíduos. Outras áreas também são foco do *benchmarking* ambiental. Alguns exemplos comuns das áreas de atuação são:

1. **Utilização de insumos**: materiais melhores e maior eficiência na utilização.
2. **Funcionamento das operações**: técnicas mais eficazes e tecnologias e equipamentos mais modernos.
3. **Rendimento**: os custos e produtividade, treinamento de funcionários etc.

4. **Gestão da segurança**: uso de equipamentos de proteção individuais e coletivos, treinamento etc.
5. **Gestão de resíduos**: redução de insumos, reuso de materiais e reciclagem de resíduos.
6. **Adoção de normas**: uso de sistemas de gestão ambiental (SGA), como a série ISO 14000, entre outras.
7. **Flexibilidade e agilidade da atuação mercadológica**: sistemas *Just in time*, pesquisa de mercado, modificações nos produtos etc.

Assimile

Como visto na seção 2.1, sistemas *Just in time* lidam com a demanda do mercado, entregando produtos somente na quantidade que é necessário, reduzindo o desperdício e custos dispensáveis.

A conjugação de melhor desempenho ambiental com uma maior competitividade no mercado só é possível com mudanças tecnológicas e gerenciais. Daí a importância da adoção do *benchmarking* ambiental para a melhoria contínua das boas práticas ambientais encontradas nos sistemas de gestão ambiental das empresas. O gerenciamento ambiental é baseado principalmente em: (1) resolver os problemas quando eles ocorrem; (2) cumprir com as exigências legais e regulatórias (3) praticar uma gestão ambiental consistente, em que ações são tomadas apenas depois de considerados seus efeitos ao meio ambiente (P+L); (4) perseguir o desenvolvimento sustentável, isto é, adotar ações que tragam efeitos benéficos a longo-prazo na economia, ao meio ambiente e a sociedade.

2.3.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS

Cada tipo de *benchmarking* possuirá suas vantagens e desvantagens, que são apresentadas no Quadro 2.2.

Quadro 2.2 | Tipos de *benchmarking*, com suas vantagens e desvantagens

Tipo	Definição	Vantagens	Desvantagens
Competitivo	Concorrentes diretos vendendo para uma mesma base de clientes.	• Informações relevantes para os resultados de negócios. • Tecnologias/práticas comparáveis. • Histórico da coleta de informações.	• Dificuldades de coletas de dados. • Questões éticas. • Attudes antagônicas.
Interno	Atividades similares em diferentes locais, departamentos, unidades operacionais, países etc.	• Dados quase sempre fáceis de coletar. • Bons resultados para companhias com práticas diversificadas.	• Fico limitado. • Visão tendenciosa (interna).
Funcional ou Genérico	Organizações reconhecidas como tendo os mais avançados produtos, processos ou serviços.	• Alto potencial para descobrir prátocas inovadoras. • Tecnologias/práticas de fácil transferência. • Desenvolvimento de redes de contatos profissionais. • Acesso a bancos de dados relevantes. • Resultados estimulantes.	• Dificuldades na transferência de práticas para ambientes diferentes. • Algumas informações não podem ser transferidas. • Consome bastante tempo.

Fonte: Adaptado de Spendolini (1993).

Pesquise mais

No artigo de Marilena Lavorato (organizadora do programa *benchmarking* Brasil), algumas vantagens do *benchmarking* ambiental são apresentadas, como uma ferramenta de melhoria contínua e para aumento de competitividade para as corporações.

LAVORATO, M. L. A. et al. As vantagens do *benchmarking* ambiental. **Revista produção on-line**, v. 4, n. 2, Universidade Federal de Santa Catarina, 2004. DOI: Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v4i2.307>. Acesso em: 24 maio 2016

A pesquisa de *benchmarking* pode ser realizada através de várias maneiras, e também possui suas vantagens e desvantagens:

Quadro 2.3 | Vantagens e desvantagens dos métodos de pesquisa do *benchmarking*

Método	Vantagens	Desvantagens
Entrevistas pelo telefone	• Fáceis de planejar e realizar. • Permite o contato com um grande número de recursos. • Podem ser conduzidas praticamente a qualquer hora. • Relativamente baratas.	• Entrevistador despreparado (“*cold caller*”) pode ser inconveniente. • Difícil obter retorno das ligações. • Pode haver interrupções. • Pouco tempo para pessoas dispenderem ao telefone.
Reuniões pessoais e visitas	• Estabelece um relacionamento pessoal e profissional. • Melhor rendimento. • Tem probabilidade de produzir boa quantidade de informações.	• Custo alto. • Demandam mais tempo. • Pode haver dificuldades no agendamento. • Baixa taxa de retorno.
Pesquisas	• Habilidade em coletar informações de uma grande população. • Fáceis de realizar. • Relativamente baratas. • Fácil transferência de informações para análise.	• Impessoal. • Sem possibilidade de fazer perguntas de acompanhamento. • Validade de algumas informações é questionável. • Deve ser relativamente breve. • Pouca possibilidade de resposta detalhada.
Publicações/Mídia	• Facilidade de coleta/acesso. • Variedade de recursos. • Assistência disponível com as fontes de dados. • Coleta barata. • Acesso público às informações. • Grande quantidade de informações produzidas para muitos tipos de indústrias.	• Excesso de informações de algumas indústrias. • Necessidade de validar fontes/dados estatísticos. • Muitas referências obscuras. • Pode tomar muito tempo. • Necessidade de traduzir material em língua estrangeira.
Arquivos	• Facilidade de coleta (interna). • Baixo custo.	• Falta de dados. • Dados mal organizados. • Pode levar tempo. • Quase sempre limitado a análises internas.

Fonte: Benchmarking (2007).

O *benchmarking* ambiental é uma das estratégias mais positivas e eficazes para uma empresa melhorar seus processos, produtos e serviços, promovendo a sustentabilidade. Adicionalmente, possibilita a conquista de mercados e proporciona a ecoeficiência. Vamos agora testar os conhecimentos adquiridos nesta seção?

Sem medo de errar

Caro aluno, voltamos agora à reunião com Fernando e o empresário que deseja iniciar investimentos em uma empresa de sucos e refrigerantes. Esse empresário deseja investir em uma indústria com produção mais limpa e, consequentemente, ecoeficiente, que concorrerá com uma grande fabricante de sucos e refrigerantes. No planejamento de uma empresa, algumas ferramentas podem ser utilizadas para se atingir a ecoeficiência dos serviços, processos e produtos. Buscando informações sobre isso é que o empresário procura o Fernando.

Na sua visita à empresa *Gaia Sustentabilidade & Ambiente*, ele encontra o nosso consultor. Inicialmente, Fernando propôs algumas ideias de boas práticas que observou e implementou em clientes anteriores. Esses clientes de Fernando eram organizações de diferentes nichos de mercado (indústrias de celulose, baterias, financeiras, prefeituras etc.).

Diante desse contexto, aluno, foram apresentados os seguintes questionamentos para você: o que é *benchmarking*? Que tipo de *benchmarking* ocorre nesse diálogo? Como adaptar essas dicas de Fernando na empresa do empresário que procurou o nosso consultor?

Atenção!

Existem vários tipos de *benchmarking*, sendo que alguns podem necessitar de adaptações para serem aplicados, e não podem ser simplesmente cópias de processos, pois isso não levará ao sucesso das ações planejadas. Reveja os tipos e principais vantagens e desvantagens de cada um.

Vimos nesta seção que *benchmarking* é um processo sistemático e contínuo para avaliar produtos, serviços e processos de trabalho das organizações que são reconhecidas como representantes das melhores práticas, com o propósito de realizar melhorias organizacionais (LAVORATO et al., 2004). No caso desse problema, o tipo de *benchmarking* que ocorre é o externo funcional, que traz estratégias utilizadas em outras empresas, não concorrentes, e necessita de adaptação dos processos para serem implementados.

Alguns aprendizados podem ser tirados das empresas citadas por Fernando e adaptados à empresa de sucos e refrigerantes que será planejada. No caso do exemplo da empresa que criou um sistema de devolução de pilhas e baterias, onde um sistema de logística reversa foi criado para o gerenciamento ambiental, a empresa pode assumir a sua responsabilidade pelos resíduos produzidos após a venda do produto. Como a

empresa de sucos e refrigerantes produzirá embalagens e recipientes, esse sistema de logística reversa pode ser implantado para o recolhimento dos produtos nos pontos de venda, podendo, inclusive, o cliente ser ressarcido pela devolução, como ocorre em muitos países.

O exemplo da empresa que faz reflorestamento para compensar as emissões de carbono também é válido, já que a empresa de sucos e refrigerantes também gerará resíduos na atmosfera e pode liberar gases de efeito estufa tanto na cadeia de produção quanto na distribuição dos produtos. Isso é uma maneira de compensar a poluição.

O combustível utilizado pela frota do empresário também pode ser renovável, como no caso da prefeitura (como o biodiesel, por exemplo). Lembra? Além disso, os efluentes também podem ser reutilizados, como já foi visto anteriormente, reduzindo o uso de insumos e gerando economia de recursos, como a água potável. Já o exemplo de treinamento pessoal e programas de educação ambiental realizado por uma fabricante de papel e celulose da região pode ser adaptado à empresa de bebidas, podendo levar a melhorias ao ambiente de trabalho, à sociedade em torno da empresa, além de contribuir para as boas práticas que levam à sustentabilidade do processo e visibilidade da empresa.

Como você pode notar, aluno, o *benchmarking* não se trata de cópia, espionagem, plágio de ideias, e sim de aprendizado com os líderes do mercado, de adaptação de ideias e estratégias que podem contribuir, no caso do *benchmarking* ambiental, para um planejamento mais completo, desenvolvendo programas de gestão com grandes resultados.

Avançando na prática

Por dentro dos problemas

Descrição da situação-problema

Imagine, agora, estudante, que, após um determinado tempo de instalação da empresa, Fernando volta a se reunir com o empresário desta empresa de sucos e refrigerantes. Ele aderiu a várias ideias que foram sugeridas no *benchmarking* ambiental externo. Hoje em dia, a empresa já adquiriu uma faixa de mercado, através do reconhecimento de algumas ações de gestão ambiental, como o reflorestamento para neutralizar as emissões de carbono, a frota que utiliza biodiesel, os programas de educação ambiental que realiza nas escolas e a logística reversa de embalagens descartáveis e recicláveis que instalou nos mercados, onde o consumidor recebe uma pequena quantia por retornar as embalagens em pequenas máquinas automáticas, entre outras ações.

Nessa nova visita, Fernando explica ao empresário da empresa de sucos e refrigerantes que o *benchmarking* lida com melhoria contínua, e é possível aprender com alguns setores, de dentro da empresa. Diante desse novo contexto, você sabe informar qual é o tipo de *benchmarking* com essa estratégia: praticado dentro da empresa? Quais as suas vantagens e desvantagens?

Resolução da situação-problema

O tipo de *benchmarking* em questão é o interno, que é feito dentro de uma mesma organização, podendo adquirir conhecimentos e aprimorar suas práticas se baseando em setores de uma mesma unidade, ou em unidades da organização localizadas em outros lugares. Algumas vantagens desse tipo de *benchmarking* é o fácil acesso aos dados, já que o banco de informações é totalmente acessível. Além disso, em companhias diversificadas, a chance de sucesso em trazer novas tecnologias e práticas aplicáveis são grandes.

Existem algumas desvantagens, como o foco limitado, pois empresas que não possuem muitos setores diversos, ou unidades em locais distintos, costumam possuir pouca diversificação de métodos. Além disso, por compartilharem de uma mesma filosofia ou objetivo, é comum ocorrer uma visão tendenciosa. Apesar disso, o *benchmarking* interno constantemente gera bons resultados. Claro que certas vezes adaptações, uma boa observação e criatividade são necessárias.

Faça você mesmo

Agora que você trabalhou o *benchmarking* interno e externo, vamos trabalhar com outra situação. No caso de uma pequena empresa, em que os investimentos iniciais não devem ser altos, que tipo de pesquisa de *benchmarking* você indicaria? Quais as desvantagens dessa tipologia e como reverter essas desvantagens?

Faça valer a pena

1. O *benchmarking*, historicamente, teve início:

a) Na década de 1960, em empresas japonesas que buscavam melhorias;

b) Na década de 1970, na Xerox, em um sistema de avaliação e melhoria contínua.

c) Na década de 1970, quando a Xerox plagiou um sistema de melhorias da concorrente.

d) Na Revolução Industrial, através da espionagem dos processos produtivos.

e) Quando durante a Guerra Fria, empresas russas foram copiadas por americanas.

2. A filosofia do *dantotsu* foi utilizada por empresas japonesas para conquistar o mercado americano, e baseava-se em:

a) "Lutar" para ser o maior entre os maiores.

b) Melhorar para ser sustentável.

c) "Lutar" para ser o melhor entre os melhores.

d) Mudar para evoluir.

e) Copiar para ser o melhor.

3. O *benchmarking* ambiental pode ser melhor descrito como:

a) Um estudo que visa copiar processos produtivos.

b) Uma concorrência acirrada que luta pelo mercado, através de produtos idênticos.

c) Um plágio de estratégias, estabelecido como estratégia de sobrevivência.

d) O estudo, análise, adaptação e melhorias para um processo sustentável através do aprendizado com os melhores do mercado, implantando as melhores estratégias.

e) Uma aplicação de ações obtidas através de empresas líderes de vendas, desde que tenham sucesso econômico.

Seção 2.4

Avaliação de desempenho ambiental

Diálogo aberto

É cada vez mais frequente a preocupação com a gestão ambiental das organizações, tanto pela própria empresa como pelo mercado consumidor mais exigente. Para se manter em um mercado competitivo e exigente, as empresas devem utilizar o máximo de ferramentas para atingir a ecoeficiência de seus processos. Como avaliar se os objetivos estão sendo atingidos? Para isso, existe uma ferramenta chamada avaliação de desempenho ambiental (ADA), que trabalharemos nesta seção atual.

Em se tratando de desempenho ambiental, conheceremos várias expressões, como ciclo de melhoria contínua, indicadores ambientais, entre outros. Quem nos ajudará nessa tarefa será novamente o Fernando, nosso consultor da empresa *Gaia Sustentabilidade & Ambiente*, que possui muitos clientes de grandes empresas, as quais desejam estabelecer estratégias e garantir melhorias para seus processos, produtos e serviços.

Hoje, Fernando vai a uma grande cidade para realizar uma auditoria em uma grande empresa de siderurgia. A empresa fabrica peças e barras metálicas que são insumos para outras fábricas e indústrias, e lida com um grande número de matérias-primas. A empresa se instalou na cidade há dez anos, e desde então não houve modernização de equipamentos, mas a manutenção é feita periodicamente. Contudo, uma Organização Não Governamental (ONG) realizou alguns testes nos arredores da fábrica, devido à reclamação de alguns moradores do local. Fernando foi informado e recebeu as análises, que detectaram que o ruído está ultrapassando o limite permitido por lei. Na fábrica, ele também observa que as máquinas fazem muito barulho e que os trabalhadores não utilizam os EPIs (equipamentos de proteção individual) fornecidos. Adicionalmente, foi detectada a presença de resíduos de metais em um corpo-d'água que passa lateralmente à empresa, onde alguns efluentes são eliminados. Devido a isso, já foram aplicadas duas penalidades à empresa.

Fernando finaliza a auditoria e informa à empresa que os Indicadores de Condições Ambientais (ICA) são preocupantes, e que a empresa precisa trabalhar melhor seus indicadores de desempenho operacional e gerencial, para numa próxima auditoria

apresentar uma avaliação melhor. Afinal, o que são Indicadores de Condição Ambiental? E indicadores de desempenho operacional e gerencial? Como eles estão relacionados? E como a empresa pode melhorar o seu desempenho ambiental para a próxima avaliação?

A partir de agora, você conhecerá conceitos e exemplos de como é feita uma avaliação ambiental e o que são indicadores, seus tipos, utilidades e exemplos. Vamos começar a nossa aula para saber como a empresa pode melhorar. Boa leitura!

Não pode faltar

No mercado atual, as empresas e organizações que possuem sistemas de gerenciamento ambiental, e utilizam práticas sustentáveis (como métodos de P+L, aplicação da ecoeficiência, uso do *benchmarking*, SGA como a ISO 14001), devem possuir ferramentas para avaliar se os resultados estão acontecendo.

Nesse contexto, a avaliação de desempenho ambiental é definida como um processo ou ferramenta de gestão interna, com o objetivo de gerir, através de informações confiáveis e também verificáveis, se o desempenho ambiental de determinada organização está adequado aos critérios estabelecidos pela organização. De que se trata o desempenho ambiental?

O desempenho ambiental, por sua vez, são os resultados de um sistema de gestão de uma organização sobre os seus aspectos ambientais, que são os elementos das atividades da organização com potencial de interação com o meio ambiente, podendo gerar impacto. A norma NBR ISO 14001 (ABNT, 2004a) define desempenho ambiental como: "resultados mensuráveis de uma organização sobre seus aspectos ambientais". Os resultados podem ser medidos a partir da política, objetivos e metas ambientais da organização em questão.

A ADA possui alguns instrumentos, como a AIA (Avaliação de Impacto Ambiental), os Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) e a ACV (Avaliação do Ciclo de Vida), mas, com a elaboração da norma ISO 14031 (ABNT, 2004b), a avaliação do desempenho ambiental passa a ser concretizada e orientada.

A norma ISO 14031 (ABNT, 2004b) possui foco nas principais técnicas e procedimentos para se realizar uma ADA, porém não padroniza ou estabelece regras para a realização. Ela auxilia e oferece consultoria para empresas que seguem sistemas de gerenciamento ambiental das normas ISO 14001 (ABNT, 2004a) e à norma ISO 14004 (ABNT, 2005), porém pode ser utilizada independentemente. A ADA, realizada

de acordo com a norma, trata-se de um processo interno de gestão, que pode auxiliar a organização no(a):

- identificação dos aspectos ambientais (emissão de resíduos, uso de recursos etc.);
- determinação dos aspectos que serão tratados como significativos;
- estabelecimento de critérios para seu desempenho ambiental;
- avaliação do seu desempenho ambiental com base nesses critérios.

Exemplificando

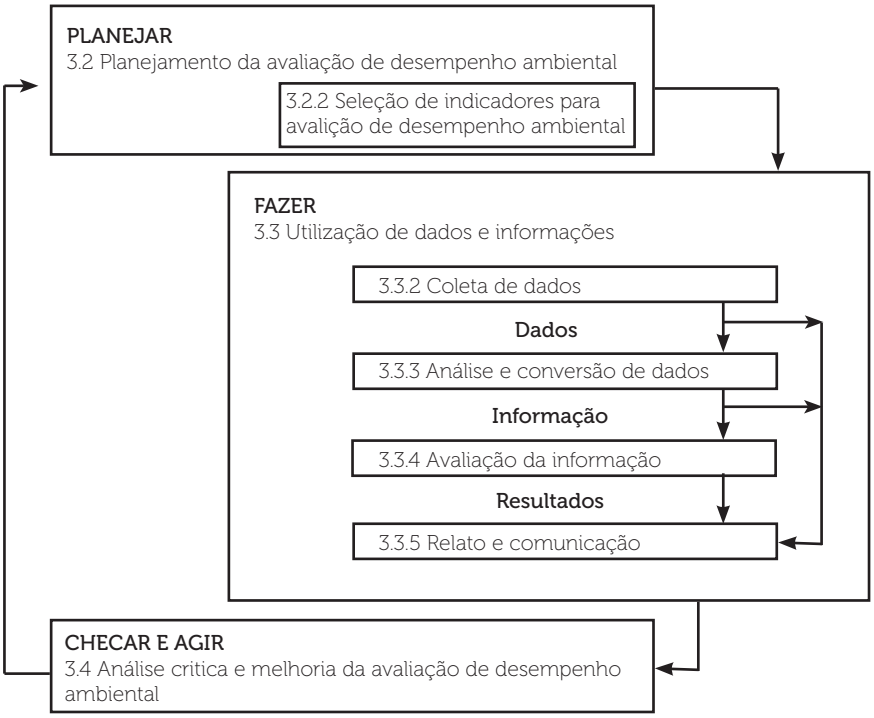
Uma empresa "A" pode utilizar a norma ISO 14001 e a ADA, mas a ADA pode ser feita por uma empresa "B" que não segue a mesma norma, avaliando metas e objetivos internos da empresa.

Na prática, a ADA e as auditorias ambientais mostram resultados de qual o *status* do desempenho ambiental de uma empresa, indústria, instituição, fornecendo, assim, informações que ajudam a identificar quais áreas apresentam falhas e devem ser melhoradas. O processo de coleta e avaliação é contínuo, fornecendo informações atuais. Dessa maneira, a empresa pode atingir os objetivos propostos, identificar aspectos significativos (positivos e negativos), observar tendências e oportunidades para melhorar sua gestão, e incrementar a eficiência da empresa. Vale lembrar que a norma ISO 14031 (ABNT, 2004b) não contempla a certificação do desempenho ambiental atingido.

A avaliação do desempenho ambiental deve seguir alguns passos. Ela comparará o desempenho ambiental analisado anteriormente, através de dados coletados no passado, e compará-los aos dados atuais, verificando o desempenho ambiental atual.

A ADA pode ser realizada em qualquer tipo de organização, independentemente do tamanho, dimensão, estrutura organizacional, atividade econômica, entre outras categorias e subcategorias, seguindo o modelo gerencial PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), já visto anteriormente na NBR ISO 14001 (2004a). Na Figura 2.5, é possível constatar um esquema que representa as etapas de implementação de uma ADA segundo a norma ISO 14031 (ABNT, 2004b).

Figura 2.5 | Esquema das etapas da implementação da avaliação de desempenho ambiental (ADA)



Fonte: NBR ISO 14031 (ABNT, 2004b).

2.4.1 ETAPA DE PLANEJAR

Durante a fase de planejamento da ADA, que inclui a seleção de indicadores para posteriormente verificar os dados de desempenho, é recomendado que a organização leve em conta os aspectos ambientais significativos e influentes, a visão das partes interessadas e os critérios de desempenho ambiental. Também é possível no planejamento se considerar a total abrangência das atividades, produtos, serviços e a estrutura organizacional, suas estratégias de negócios e política ambiental, os requisitos legais, acordos ambientais internacionais relevantes, custos e benefícios ambientais, fatores culturais, informações históricas relacionadas ao desempenho ambiental, informações necessárias para análise de efeitos financeiros, condições do ambiente (local, regional, nacional ou global), dentre outros.

2.4.2 ETAPA DE FAZER

Essa fase possui quatro tempos e se inicia com a coleta de dados (1), que são

passados por uma análise e conversão estatística (2), passando pela avaliação da informação (3), e pela apresentação de resultados (4), que são relatados e comunicados aos interessados.

Assimile

Coletas de dados podem ser feitas de diversas maneiras, como monitoramentos, relatórios, pesquisas, registros de compra e venda, auditorias, estudos científicos, entrevistas com clientes, consumidores, cooperativas e partes interessadas etc.

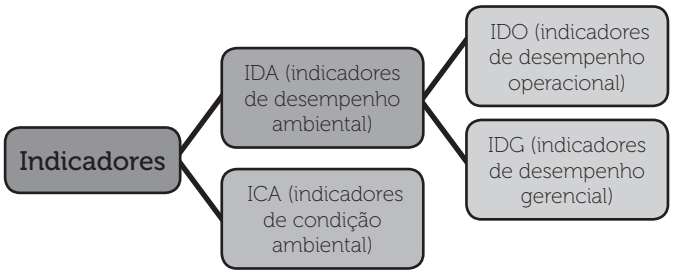
2.4.3 ETAPA DE CHECAR E AGIR

Nessa fase, são feitas a análise dos dados e a tomada de decisões a partir dos resultados obtidos. Aqui ocorre a melhoria dos processos que buscarão melhorias para a próxima avaliação. É fundamental que todos os interessados (*stakeholders*) verifiquem se os objetivos foram cumpridos e estabeleçam novas metas, para que a melhoria seja contínua. Por isso, os resultados das ADAs devem ser publicados internamente e externamente, para que atinjam, por exemplo, corpo diretivo, acionistas, clientes e consumidores em potencial, fornecedores, Organizações não Governamentais (ONGs) etc.

O que são os indicadores utilizados na ADA?

Os indicadores utilizados na ADA informam de forma relevante e compreensível sobre o desempenho ambiental da organização, refletindo a escala e a natureza de suas operações. Eles são divididos em duas categorias gerais: (i) indicadores de desempenho ambiental (IDA) (classificados em **IDG** – indicadores de desempenho gerencial, e **IDO** – indicadores de desempenho operacional); e (ii) indicadores de condição ambiental (**ICA**), conforme esquematizado na Figura 2.6.

Figura 2.6 | Indicadores e suas categorias



Fonte: NBR ISO 14031 (ABNT, 2004b)

Alguns exemplos de indicadores de desempenho ambiental (IDO e IDG) e de indicadores de condição ambiental (ICA) são apresentados nos Quadros 2.4 e 2.5, respectivamente.

Quadro 2.4 | Exemplos de indicadores de desempenho ambiental (IDA)

Indicadores de Desempenho Operacional (IDO)	Indicadores de Desempenho Gerencial (IDG)
Quantidade de matéria-prima utilizada por produto	Números de treinamentos realizados aos funcionários (capacitação profissional)
Quantidade de matéria reutilizada e reciclada	Número de ações para modernização de equipamentos
Quantidade de energia consumida	Número de programas sustentáveis desenvolvidos
Quantidade de água consumida	Números de ações de extensão à comunidade
Quantidade de insumos perigosos no processo produtivo	Número de iniciativas de prevenção à poluição
Quantidade de resíduos eliminados (efluentes, emissões etc.)	Número de metas atingidas
Quantidade de recursos reutilizados (água, insumos)	Número de multas ou penalidades ambientais
Quantidade de produtos com defeito	Frequência de manutenção de equipamentos

Fonte: Adaptado de NBR ISO 14031 (ABNT, 2004b).

Quadro 2.5 | Exemplos de indicadores de condição ambiental (ICA)

Concentração de poluentes no ar	Concentração de contaminantes no solo
Concentração de poluentes na água	Níveis de odores nos arredores da organização
Níveis de ruído em arredores da organização	Nível de oxigênio dissolvido em corpos-d'água próximos
Temperatura nos arredores da organização	Número de espécimes de fauna e flora nos arredores

Fonte: Adaptado de NBR ISO 14031 (ABNT, 2004b).

Como você pôde notar no Quadro 2.4, os **IDGs**, de acordo com a norma ISO 14031 (ABNT, 2004b), fornecem instruções sobre a capacidade e esforços da empresa em gerenciar assuntos como treinamento, requisitos legais, alocação, utilização dos recursos, gestão de custos ambientais, compras, desenvolvimento de produtos, documentação, ou ação corretiva. Os **IDOs** fornecem informações sobre o desempenho ambiental das operações da organização, como: entrada de materiais e insumos (processados, reciclados, reutilizados, renováveis, não renováveis), energia e serviços, *housekeeping*, produtos e subprodutos do processo (emissões, efluentes, ruídos, vibrações, calor, radiação, luz), resultantes do funcionamento da organização.

Reflita

Note que vários dos indicadores ambientais avaliados são fatores de outras tecnologias já estudadas anteriormente. Tente criar a conexão entre essas tecnologias, como a P+L. Até que ponto uma tecnologia pode influenciar nos ICAs? Você conseguiria fornecer três exemplos de ICAs que marcaram o período da Revolução Industrial para o seu professor? E da Idade Contemporânea? Quais seriam? Você acha que hoje existe uma pressão maior por parte dos consumidores para que as empresas melhorem os seus IDGs e IDOs? Por quê? Qual a sua opinião?

Os **ICA** fornecem informações sobre as condições ambientais, sendo elas em uma escala local, regional, nacional ou global. É importante ter em mente que as condições do ambiente mudarão ao longo do tempo, ou com eventos específicos. Portanto, ICAs não são medições de impacto ambiental, mas, sim, informações sobre a relação entre a condição do meio ambiente e as atividades, produtos e serviços de uma organização. Essas informações frequentemente são obtidas por pesquisas, função das agências governamentais e não governamentais, instituições públicas e provadas etc. Se forem detectadas relações entre as mudanças ambientais com as atividades da organização, devem ser identificados IDA (IDO e IDG) que estejam relacionadas com essas mudanças.

Para finalizar, utilizaremos um exemplo prático: as *alterações climáticas ocorridas em um determinado país*. O aumento de temperatura e de poluição atmosférica são ICAs que podem ser detectados por ONGs ou institutos de pesquisa. Com isso, organizações podem avaliar seus IDOs, como a quantidade de resíduos eliminados (Quadro 2.4) e traçar estratégias, como a adoção de energias e tecnologias limpas, manutenção de equipamentos ou substituição por mais econômicos e eficientes, para prevenir a poluição, reduzir a quantidade dos resíduos gerados e, consequentemente, a de recursos utilizados. Isso pode ser possível graças ao aprimoramento dos IDG da empresa, que pode, por exemplo, ser melhorado por meio da implementação de sistemas de treinamento sobre uso correto de equipamentos, implementação de transporte público subsidiado pela empresa, esforços para redução do consumo de combustível e matérias-primas, programas para uso e pesquisa de combustíveis alternativos e menos poluentes, implementação de programas sustentáveis, estabelecimento de metas corporativas etc.

Pesquise mais

O livro a seguir propõe que a ADA não seja baseada nas metas da organização, e sim nas metas da agenda 21:

FRANK, B. **Avaliação do desempenho ambiental ampliado:** uma comparação setorial entre empresas do Brasil e da Alemanha.

Esse link traz a notícia sobre o futuro a ADA no Brasil. O INMETRO irá avaliar o desempenho ambiental de produtos no país. Disponível em:

<http://meioambienterio.com/2016/01/13147/inmetro-avaliar-desempenho-ambiental-produtos/>. Acesso em: 18 jun. 2016.

Como ferramenta para a implementação, a norma ISO 14031 pode auxiliar nas auditorias, servindo como diretriz na avaliação de desempenho ambiental, auxiliando uma empresa a analisar se as metas propostas foram atingidas, e fornecendo subsídios às melhorias nos IDG, que irão consequentemente incrementar os resultados positivos nos IDO, favorecendo, assim, o meio ambiente.

Sem medo de errar

Caro aluno, você conheceu algumas estratégias que podem ser utilizadas em uma ADA e algumas das características da implementação desse processo. Agora é hora de testarmos o que foi aprendido e retomar ao problema proposto no início da nossa seção. Retornemos à visita de Fernando à fábrica, e vamos analisar novamente os questionamentos. Vamos lá?

Fernando realizará uma auditoria em uma fábrica de peças e barras metálicas, instalada há dez anos em uma grande cidade. Ele foi informado que uma ONG detectou alguns problemas, como ruído excessivo nos arredores da empresa, resíduos de metais na água de um corpo-d'água próximo, o que rendeu duas penalidades à empresa. O nosso consultor, ao finalizar a auditoria, diz então que os indicadores de condições ambientais não estão bons, e que a empresa necessita melhorar seus indicadores de desempenho operacional e indicadores de desempenho gerencial. O que são estes indicadores de condição ambiental? E os indicadores de desempenho operacional e gerencial? Como eles estão relacionados? E como a empresa pode melhorar seu desempenho ambiental para a próxima avaliação?

Atenção

Reveja os conceitos sobre indicadores ambientais, e seus exemplos.

Como foi informado por Fernando, os indicadores de condição ambiental (ICAs), que fornecem informações sobre as condições ambientais, não estão bons. No problema proposto, os indicadores constatados foram que o ruído da empresa está acima do permitido, além de resíduos de metais no corpo-d'água próximo à empresa, onde ela libera alguns efluentes.

Os IDAs são os indicadores de desempenho ambiental, que avaliam a eficiência da empresa de acordo com seu gerenciamento (IDG) e operações (IDO). Os Indicadores de Desempenho Gerencial (IDGs) são ações relativas a um planejamento, com o objetivo de tornar o processo produtivo mais eficiente e ambientalmente responsável, como treinamento de funcionários para a utilização correta dos EPI, quantidade de multas recebidas, número de ações para modernização de equipamento e produção mais limpa, para o estabelecimento de programas sustentáveis, de iniciativas de prevenção à poluição etc. Os Indicadores de Desempenho Operacional (IDOs) são relativos ao funcionamento da organização, sendo exemplos a quantidade de insumos utilizados, gasto de energia, emissão de poluentes, entre outros. Quando há boas práticas nos IDGs, ou seja, quando ocorre um planejamento prévio da produção, os IDOs refletem nos resultados práticos, e, assim, os riscos ao meio ambiente são reduzidos significativamente e os ICAs serão positivos.

No presente caso, IDGs necessários seriam o investimento em campanhas ou treinamentos de funcionários para uso dos EPIs, investimento em programas de gestão adequada de resíduos e redução de ruídos, investimentos em ações para melhoria de equipamentos e promoção de ações/metas para a redução de multas pelos órgãos ambientais. Isso pode ser um método de melhorar as operações de funcionamento. Com isso, os ICAs devem mostrar bons resultados após certo período, pois, com o planejamento, os resíduos devem deixar de ser eliminados, ou passar a ser eliminados corretamente, e com máquinas mais modernas os ruídos devem ser diminuídos. A empresa pode melhorar seus dados para a próxima auditoria trabalhando alguns desses indicadores, que foram vistos em alguns exemplos anteriormente (Quadros 2.4 e 2.5).

Avançando na prática

Sob os ombros de gigantes

Descrição da situação-problema

Como vimos, a avaliação de desempenho ambiental deve ser feita com base em indicadores, que devem ser relevantes para as metas e objetivos desejados pela organização, por isso deve ser bem planejada.

Para realizar a auditoria na fábrica de peças de metais, imagine agora que Fernando utilizou como base a ISO 14031(ABNT, 2004b), norma que orienta como deve ser feita uma avaliação de desempenho ambiental. Você aprendeu que essa norma utiliza o modelo PDCA. Afinal, o que é o modelo PDCA? Qual norma estudada nesta unidade também utiliza esse modelo? Quais são características principais de cada fase da implementação de uma avaliação de desempenho ambiental, de acordo com a norma ISO 14031 (ABNT, 2004b)?

Lembre-se

Revise as seções anteriores para analisar qual outra norma abordada utiliza o sistema PDCA.

Resolução da situação-problema

O modelo PDCA, utilizado para a avaliação de desempenho ambiental da ISO 14031 (ABNT, 2004b), é o mesmo modelo gerencial seguido pela norma ISO 14001 (ABNT, 2004a), que indica as especificações para a implantação de um sistema de gestão ambiental (SGA). Esse modelo gerencial se trata de uma implementação baseada em Planejar (1), Fazer (2), Checar (3) e agir (4) (do inglês, *Plan-Do-Check-Act*). Você lembra, aluno, que estudamos a norma ISO 14001 no início desta unidade, na seção de tecnologias limpas?

Com relação às características principais de cada fase da implementação de uma avaliação de desempenho ambiental, na etapa de planejamento (1) da ADA, ocorre a escolha de indicadores, utilizados mais tarde para verificar o desempenho. É recomendado que a organização leve em conta os aspectos ambientais significativos e influentes, os interesses de todas as partes envolvidas, e os critérios de desempenho ambiental. Na etapa de fazer (2), ocorrem a coleta de dados, análise e conversão estatística, passando pela avaliação dos resultados obtidos e apresentação deles aos interessados. Na fase de checar e agir (3), ocorrem a análise dos dados e a tomada de decisões a partir dos resultados obtidos, ou seja, são feitas as melhorias que irão ser analisadas na próxima avaliação. Ocorre a verificação para observar se os objetivos foram cumpridos e estabelecem-se novas metas, para que a melhoria seja contínua.

Faça valer a pena

1. A função da avaliação de desempenho ambiental é:

a) Verificar se a empresa está cumprindo as metas de acordos globais de emissão de resíduos.

b) Verificar se as metas internas da empresa estão sendo cumpridas adequadamente.

c) Avaliar se as organizações estão seguindo as normas estabelecidas pela ISO 14031.

d) Avaliar se a empresa está cumprindo as determinações da ISO 14000.

e) Avaliar se as metas propostas pelos órgãos governamentais estão sendo cumpridas.

2. A respeito da avaliação de desempenho ambiental, podemos afirmar que:

a) É baseada em critérios específicos de normas estabelecidas pela ABNT.

b) Não é recomendado utilizar metas internas da empresa.

c) Utiliza como base para a avaliação das operações, os indicadores de desempenho gerencial.

d) É obrigatório o uso das regras da ISO 14031.

e) É possível levar em conta fatores e metas presentes no sistema de gestão ambiental da ISO 14001.

3. A ADA verifica processos em vários aspectos, mas não realiza:

a) A identificação dos aspectos ambientais.

b) A determinação dos aspectos que serão tratados como significativos.

c) A emissão certificação ambiental de seus processos.

d) O estabelecimento de critérios para incrementar seu desempenho gerencial.

e) A avaliação do seu desempenho ambiental com base em indicadores ambientais.

Referências

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14001**: Sistemas da gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro: [s.n.], 2004a.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14004**: Sistemas de gestão ambiental – Diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio.Rio de Janeiro: [s.n.], 2005.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14031: Gestão Ambiental – Avaliação de Desempenho Ambiental - Diretrizes. Rio de Janeiro: [s.n.], 2004b.

APPLE. **Meio ambiente, saúde e segurança**: respeito ao meio ambiente, dentro e fora do trabalho. 2016. Disponível em: <http://www.apple.com/br/supplier-responsibility/environment-health-and-safety/>. Acesso em: 22 jun. 2016.

BENCHMARKING. Rio de Janeiro: Macroplan, 2007. Disponível em: <http://www.macroplan.com.br/Documentos/ArtigoMacroplan2010211175145.pdf>. Acesso em: 7 maio 2016.

BOXWELL JR., R. J. **Vantagem competitiva através do benchmarking**. São Paulo: Makron Books, 1996.

BRATTEBØ, H. Toward a Methods Framework for Eco-Efficiency Analysis? **Journal of Industrial Ecology**, Malden, v. 9, n. 4, p. 9-11, 2005.

CARRO compartilhado, um serviço mão na roda. **Veja**. São Paulo, 2008. Disponível em: <http://veja.abril.com.br/blog/de-paris/franca/carro-compartilhado-um-servico-mao-na-roda/>. Acesso em: 29 maio 2016.

CLEANER production. Winnipeg: International Institute for Sustainable Development, 2013. Disponível em: <https://www.iisd.org/business/tools/bt_cp.aspx>. Acesso em: 12 maio 2016.

COSTA, M. I. L.; SILVA, E. R.; MATTOS, U. A. O. 20 anos de ecoeficiência no Brasil: de estratégia de negócios a princípio de política pública. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 2-28, jan./abr. 2012.

DIAS, R. **Gestão ambiental**: responsabilidade social e ambiental. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

CARNEIRO, F. Empresas ampliaram projetos voltados para a ecoeficiência.

Revista Exame, São Paulo, 2009. Disponível em: <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/desenvolvimento/crise-ecoeficiencia-projetos-metas-517046.shtml?func=1&pag=0&fnt=14px>. Acesso em: 29 maio 2016.

FIESP – Centro Nacional de Tecnologias Limpas – CNTL, 2016. Disponível em: <http://www.senairs.org.br/pt-br/cntl>. Acesso em: 22 jun. 2016.

IBM ajuda seus clientes a serem "green". São Paulo: IBM, 2008. Disponível em: <https://www-03.ibm.com/press/br/pt/pressrelease/23666.wss>. Acesso em: 29 maio 2016.

LAVORATO, M. L. A. et al. As vantagens do benchmarking ambiental. **Revista produção online**, Florianópolis Universidade Federal de Santa Catarina, v. 4, n. 2, p.17, dez. 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v4i2.307>. Acesso em: 7 jun. 2016.

MARTIN C. Indústria ecoeficiente. **O Papel**. São Paulo, p. 32-40, out. 2013.

MEADOWS et al. **Limits to growth**. New York: Universe Books, 1972.

MILAGRE, J. A. Panorama jurídico e normativo da política de TI verde. **Webinsider**, 28 fev. 2008. Disponível em <http://webinsider.uol.com.br/2008/02/28/o-panorama-juridico-e-normativo-da-politica-de-ti-verde>. Acesso em: 5 maio 2012.

POMBO, F. R.; MAGRINI, A. Panorama de aplicação da norma ISO 14001 no Brasil. **Gestão da Produção**, São Carlos, v. 15, n. 1, p. 1-10, jan./abr. 2008.

RELATÓRIO de sustentabilidade 2014. Curitiba: Grupo Boticário, 2014. Disponível em: <http://www.grupoboticario.com.br/pt-br/sustentabilidade/Documents/Relatorio-Sustentabilidade-Grupo-Boticario-2014.pdf>. Acesso em: 29 maio 2016.

RESOURCE Efficient & Cleaner Production. United Nations Environment Programme. Disponível em: <http://www.unep.org/recp/>. Acesso em: 12 maio 2016.

SPENDOLINI, Michael J. **Benchmarking**. São Paulo: Makron Books, 1993.

TRIPLE bott bottom line. Londres: The Economist. Disponível em: <http://www.economist.com/noe/14301663>. Acesso em: 18 maio 2016.

UNEP – United Nations Environmental Programmes. **International Environmental Governance**: Report of the Executive Director. Paris. France UNEP: 2001.

WBCSD – World Business Council for Sustainable Development. **Measuring eco-efficiency**: a guide to reporting company performance, 2¬000. Disponível em: <http://www.wbcsd.org/web/publications/measuring_eco_efficiency.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2016.

Rotulagem ambiental

Convite ao estudo

Caro aluno, ao longo de nossos estudos, você conheceu um pouco sobre as tecnologias aplicadas ao meio ambiente, como também as tecnologias/ferramentas envolvidas com o gerenciamento ambiental. Você já se perguntou como uma empresa pode provar ao consumidor que ela pratica ações sustentáveis, que investe em tecnologias limpas e, principalmente, que possui um sistema de gerenciamento ambiental? A partir desta unidade você saberá um pouco mais sobre esse assunto.

Continuamos a desenvolver suas competências de conhecer tecnologias para a estratégia ambiental preventiva integrada aos processos, produtos e serviços, para aumentar a ecoeficiência e reduzir os impactos negativos ao homem e ao meio ambiente. Nesta unidade, você conhecerá um pouco mais sobre a rotulagem ambiental, quais são os principais rótulos, como eles são emitidos e quais são os principais "selos verdes" do Brasil e do mundo. Além disso, conhecerá um pouco mais a fundo a Avaliação de Ciclo de Vida de produtos e a rotulagem ambiental no Brasil, com suas principais características e perspectivas.

Nessa caminhada, apresentaremos nossa nova personagem, Patrícia. Ela é líder de uma equipe de planejamento em uma empresa de consultoria especializada em rotulagem ambiental, chamada *Ecology Tag*. A empresa tem o objetivo de auxiliar organizações de diversos setores a certificarem seus processos e conseguirem rótulos ambientais em seus produtos. Para isso, utiliza várias ferramentas aplicadas, como: SGA (Sistema de Gestão Ambiental), tecnologias limpas, ISO 14000, Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), entre outras, para que, assim, obtenha os resultados desejados pela clientela.

Você já conhece algumas dessas tecnologias de nossas unidades passadas, certo? Algumas das normas da ISO 14000 já foram tratadas anteriormente. E como uma organização pode mostrar ao consumidor que ela utiliza tecnologias limpas? Já ouviu falar dos rótulos ambientais? A quem são direcionados? E o que é o Ciclo de Vida de um produto? Estes e outros conceitos serão abordados posteriormente, e Patrícia lhe ajudará na sua compreensão. Nesta unidade, iremos tratar especificamente dos programas de rotulagem ambiental, das Avaliações de Ciclo de Vida, dos Rótulos Ambientais utilizados no Brasil e no mundo, e as perspectivas para o futuro. Iniciamos, aqui, mais uma etapa. Acompanhe-nos, então.

Seção 3.1

Rotulagem ambiental

Diálogo aberto

Organizações que utilizam práticas sustentáveis possuem várias vantagens, como as que você conheceu anteriormente: reduzir o impacto de sua produção, utilizar menos matérias-primas, aumentar o valor de mercado de sua empresa, além de competir com vantagens no mercado, atraindo consumidores mais conscientes.

E como uma empresa pode mostrar isso ao seu consumidor? Essa é uma questão importante, que será salientada nesta seção.

Para ajudar a respondê-la, vamos acompanhar nossa personagem Patrícia, citada anteriormente, que comanda uma equipe especializada em rotulagem ambiental e certificação de processos numa empresa de consultoria, que utiliza várias ferramentas, como: ISO 14000, Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) etc. Algumas delas você já conheceu anteriormente, e algumas serão apresentadas nesta seção.

Patrícia iniciará um treinamento de novos funcionários, parte de seu trabalho na *Ecology Tag*. Ela explicará aos novatos, em uma palestra, alguns conceitos básicos sobre rotulagem ambiental. O diretor da empresa desejou que fosse abordado sobre os rótulos ambientais e apresentou a Paula o seguinte roteiro para o evento:

1. Para quem são direcionados os rótulos ambientais ou "selos verdes"?
2. Quais os principais "selos verdes" utilizados pelo mundo, como Alemanha, Brasil, e União Europeia?
3. Quem é o órgão responsável pela emissão desses selos no Brasil?
4. Existem normas que norteiam a emissão desses selos?

Quais seriam as respostas mais apropriadas para estes questionamentos? O que você acha? Lembre-se! Esses dados deverão estar presentes na palestra que Patrícia apresentará. Então, venha conosco para garantir o sucesso do treinamento dos novatos da empresa.

Não pode faltar

Como você acompanhou nas seções anteriores, o movimento ambiental que se iniciou nos anos 1970, e conseguiu maior importância nos anos 1990, modificou o pensamento das organizações sobre seus métodos de produção. A partir disso, as empresas observaram o nicho de mercado de produzir utilizando tecnologias limpas, oferecendo produtos que utilizem menos insumos e que sejam ambientalmente corretos e saudáveis para seus consumidores.

Em países desenvolvidos, a preocupação com o consumo consciente de produtos é maior, e a população mostra a conscientização por meio do poder de compra, optando por empresas ou produtos ambientalmente corretos.

Uma maneira de informar ao consumidor as especificações que um produto seguiu são os rótulos ambientais, os quais indicam que para ser produzido, houve uma preocupação em gerar menos resíduos ou efluentes, ou em utilizar matérias-primas menos tóxicas, entre outras especificações.

Reflita

Por que em países mais desenvolvidos, como a Alemanha, a consciência ambiental dos consumidores é mais desenvolvida? A Rotulagem Ambiental pode auxiliar no início de um processo de mudança de pensamento do consumidor em países como o Brasil?

Historicamente, a emissão do primeiro rótulo ou selo ambiental ocorreu no final dos anos 70, quando a Alemanha lançou o primeiro selo verde, instituído pela sua Agência Ambiental, chamado o selo "Anjo Azul" (*Der Blaue Engel*), que atesta produtos oriundos da reciclagem e aqueles com baixa toxidade. Em 1989, os países Escandinavos (Suécia, Noruega e Finlândia), juntamente com Dinamarca e Islândia, estabeleceram seu selo comum, o "Cisne Branco" (*Nordic Swan* ou *White Swan*). Os Estados Unidos também possuem um selo próprio desde 1989, o *Green Seal*; já o Japão instituiu, no mesmo ano, o *Eco-Mark*. A união europeia também estabeleceu um selo comum para seu bloco econômico, sendo criado em 1992, o *Ecolabel* (Figura 3.1).

Figura 3.1 | Os primeiros selos ambientais estabelecidos no mundo

Fonte: Adaptado de:
<http://goo.gl/QF481b>. Acesso em: 8 jul. 2016.
<http://goo.gl/9PtiRz>. Acesso em: 8 jul. 2016.
<http://goo.gl/CY2wbQ>. Acesso em: 8 jul. 2016.
<http://goo.gl/Mp6VfM>. Acesso em: 8 jul. 2016.
<http://goo.gl/74D9V9>. Acesso em: 7 jul. 2016.

Em resposta a essa demanda, os selos verdes ou rótulos ambientais começaram a ser utilizados pelas organizações para demonstrar sua preocupação com as questões de sustentabilidade e ecoeficiência de seus processos, produtos e serviços.

Aliás, você já parou para pensar se existia um padrão de normas para o mercado internacional? Um produto teoricamente "sustentável", produzido no Brasil, pode ser considerado com a mesma característica pelo mercado europeu? Existem normas que regulam os rótulos ambientais no mundo todo? A resposta é que cada país pode emitir certos tipos de rótulos, de acordo com as próprias normas e demandas regionais ou nacionais. Todavia, existem organizações que emitem normas para regular os diversos tipos de rótulos, tentando padronizar suas características, facilitando assim o comércio internacional.

Após um período de Pós-revolução Industrial, com a ocorrência dos primeiros grandes desastres ambientais antrópicos, as pressões de diversos órgãos ambientais internacionais causaram preocupação das organizações industriais da necessidade da criação de normas para sistemas de gestão ambiental; o que foi somado ao fato do processo de globalização e grande exportação e importação de produtos entre os países, continentes e blocos econômicos. Foi necessário então estabelecer normas sistêmicas sobre políticas ambientais e de certificação, levando à criação da ISO 14000, em 1993, que teve o objetivo de harmonizar e padronizar os critérios ambientais estabelecidos pelas organizações, direcionando os procedimentos gerenciais e operacionais para que todos os *stakeholders* tenham seus interesses cumpridos, e os produtos rotulados possam ser comercializados sem restrição entre os países.

Vocabulário

Stakeholders: são as partes interessadas envolvidas no processo. Literalmente significa público estratégico, relativo a uma pessoa física ou organização que fez um investimento ou tem ações ou interesse em uma empresa, negócio ou indústria.

Qual a definição de rotulagem ambiental? Ela varia de acordo com alguns autores, e, de acordo com Markandya (1997), pode ser definida como a prática de fornecer informação sobre características ambientais, constituindo um importante instrumento na implementação de políticas de desenvolvimento sustentável, pois permite estimular a indústria a alterar voluntariamente métodos e processos de produção, por intermédio da demanda, ou seja, diante da preferência dos consumidores por produtos identificados como ambientalmente superiores a seus similares no mercado. Em outras palavras, é uma maneira de informar ao consumidor as especificações que um produto seguiu.

Exemplificando

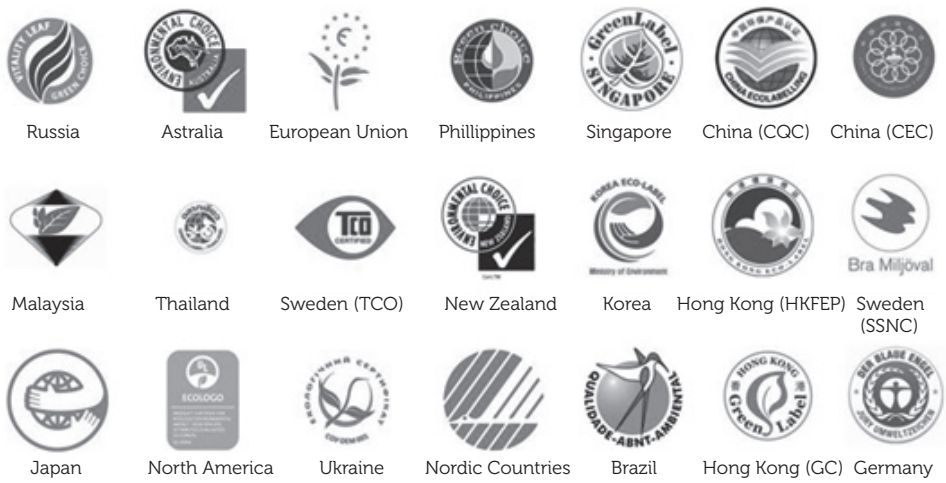
Rótulos ambientais auxiliam no desenvolvimento ou adoção de tecnologias limpas, como o uso de embalagens recicláveis ou retornáveis. Desse modo, empresas que estão em constante competição com a concorrência podem utilizar diversas estratégias, como o *benchmarking* ou a P+L, não é mesmo?

É importante ressaltar que a rotulagem ambiental possui alguns termos sinônimos. Os rótulos também podem ser tratados por Selo Verde, Selo Ambiental, Rotulagem Ambiental, Rótulo Ambiental e Rótulo Ecológico. Como vimos anteriormente, sua emissão é praticada em vários países desenvolvidos, como Alemanha, Suécia, Japão, Canadá e Holanda.

Com o intuito de melhorar, promover e desenvolver a rotulagem ambiental de produtos considerados verdes, provenientes de processos/serviços sustentáveis (ou seja, de baixo impacto ambiental), em 1994 é fundada a GEN – *Global Ecolabelling Network*, uma entidade mundial sem fins lucrativos, que representa as maiores instituições de Rotulagem Ambiental do mundo.

A GEN e sua rede internacional de membros possibilita a troca de informações, a cooperação entre as organizações, o desenvolvimento dos programas, além da elaboração de acordos de reconhecimentos mútuos entre entidades de diferentes países, o que auxilia na abertura do mercado internacional para as empresas. Vários países pelo globo são parceiros da GEN, inclusive o Brasil. Alguns rótulos ambientais dos países membros estão na Figura 3.2.

Figura 3.2 | Rótulos ambientais dos países membros da *Global Ecolabelling Network* (GEN)



Fonte: Adaptado de Global Ecolabelling Network (2016).

Em toda a América do Sul, a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) é o único membro do GEN, fazendo parte da diretoria da entidade. A ABNT possui papel também nas certificações ISO 9001 e ISO 14001, cujas informações dos certificados podem ser encontradas no Certifiq - Sistema de Gerenciamento de Certificados, criado pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia), em parceria com os Comitês da Qualidade ABNT/CB-25 e ABNT/CB-38. Você conhecerá um pouco mais sobre o papel da ABNT e seu programa de rotulagem ambiental, além de seu selo emitido no Brasil, na seção 4 desta Unidade.

Existem formas de classificar as rotulagens existentes, segundo Baena (2000), os programas de rotulagem ambiental diferenciam-se conforme características relacionadas a aspectos de mercado, utilizadas tanto na avaliação dos atributos ambientais dos produtos como no processo de concessão dos rótulos. Você conhecerá um pouco mais sobre os tipos de rótulos e as partes envolvidas na seção 2 desta Unidade.

É muito importante fazer uma diferenciação entre certificação e rotulagem ambiental. Para isso, vamos relembrar a série das normas ISO 14000, que também estabelece diretrizes sobre a área de gestão ambiental de organizações e possui normas para certificação ambiental (*eco-certification*), que são voltadas para as organizações e seus processos de produção, como a NBR ISO 14001, por exemplo. Para a rotulagem, ela possui as normas 14020, 14021, 14024 e 14025 (a norma ISO 14021 substitui as versões prévias da ISO 14021, ISO 14022, e ISO 14023). Trataremos dessas normas nas próximas seções.

Ambas as certificações são voluntárias, mas diferentemente da *eco-certification*, a rotulagem ambiental (*eco-labelling*) é voltada para os consumidores, informando ao comprador sobre as características do produto, ou das suas etapas de produção.

Portanto, a rotulagem ambiental ou *eco-labelling* é um método de certificação da performance ambiental praticado no mundo todo, como já vimos anteriormente nos exemplos dos países membros da GEN. O rótulo conferido à organização identifica para o consumidor aspectos ambientais relacionados aos impactos gerados pela produção dos produtos, dentro de uma categoria específica.

Como considerações finais, devemos salientar a importância em um âmbito global da Rotulagem Ambiental. Ela possui uma grande contribuição para o mercado brasileiro, pois além de contribuir com o meio ambiente por exigir práticas sustentáveis, a busca pela obtenção de selos ambientais incentiva as organizações a gerar novas tecnologias e inovações, levando à ecoeficiência. Além disso, o mercado consumidor recebe produtos de maior qualidade e auxilia no desenvolvimento de uma consciência ambiental na população.

Pesquise mais

O artigo a seguir sugerido para leitura aponta a rotulagem ambiental como estratégia competitiva para empresas.

NEUENFELD, D. R. et al. Rotulagem ambiental como estratégia competitiva. **III Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**. Rio de Janeiro: Resende, 2006. p. 1-12. Disponível em: <http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos06/520_SEGET_rotulagem.pdf>. Acesso em: 8 jul. 2016.

Sem medo de errar

Agora, vamos retomar ao nosso problema inicial.

Patrícia recebeu do diretor da empresa *Ecology Tag* a tarefa de treinar os novos funcionários numa palestra. Ele pediu que ela abordasse alguns assuntos referentes à Rotulagem Ambiental. Para isso, ela deve responder a alguns questionamentos propostos por ele:

1) Para quem são direcionados os rótulos ambientais ou selos verdes?

2) Quais os principais "selos verdes" utilizados pelo mundo, em países como a Alemanha, o Brasil, e a União Europeia?

3) Quem é o órgão responsável pela emissão desses selos no Brasil?

4) Existem normas que norteiam a emissão desses selos?

Quais seriam as respostas mais apropriadas para estes questionamentos? O que você acha?

Atenção

Para facilitar a resolução dos questionamentos, relembre quais são os alvos da Rotulagem Ambiental tratados no livro didático. Além disso, reveja as figuras que tratam sobre os rótulos dos países membros da GEN.

Os selos verdes são direcionados ao mercado consumidor para informar sobre características do produto ou de seu processo produtivo. Os principais selos verdes utilizados no mundo são o "*Der Blaue Engel*" (Alemanha), o "Qualidade Ambiental – ABNT" (Brasil), e o *EU Ecolabel* (União Europeia). O órgão responsável pela emissão de selos/rótulos ambientais no Brasil é a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), e assim emite um selo com as características requeridas pela organização. Exemplos de normas utilizadas para a Rotulagem Ambiental são a ISO 14020, 14021, 14024 e 14025.

Avançando na prática

Diferenciando tecnologias

Descrição da situação-problema

Patrícia apresentou os pontos básicos de sua palestra, conforme solicitado pelo diretor da empresa, e os novatos agora já possuem na bagagem algumas informações sobre Rótulos Ambientais. No entanto, algumas dúvidas surgem entre os seus ouvintes. Um deles questiona: "– Como pode ser definido um rótulo ambiental? Quais as diferenças entre esses rótulos e as certificações que são fornecidas pela ISO, como a ISO 14001?".

Lembre-se

Para responder aos questionamentos, relembre a quem se destina a *eco-labelling* e a *eco-certification*.

Resolução da situação-problema

Um rótulo ambiental pode ser definido como um método ou ferramenta para informar ao consumidor sobre os aspectos ambientais de um produto. É essencial na implementação de políticas de desenvolvimento sustentável, fortalece as pesquisas e o desenvolvimento de inovações para a ecoeficiência dos processos.

A **ISO 14001** é uma certificação ambiental, também chamada de *eco-certification*, que **certifica um sistema de gestão ambiental (SGA)**, ou seja, está ligada aos processos de uma empresa. A certificação ambiental, como a ISO 14001, portanto, confere certificação ao SGA de uma organização, enquanto a rotulagem ambiental certifica o produto, utilizando ou não a Avaliação do Ciclo de Vida.

Os rótulos ambientais, ou selos verdes, seguem normas como a ISO 14020, 14024 e 14025 e, diferentemente da *eco-certification*, como vimos, a rotulagem ambiental (ou *eco-labelling*) é voltada para os consumidores, informando ao comprador as características do produto (utilização de matérias-primas renováveis, por exemplo), ou das etapas de produção sustentável (utilização de energias limpas, por exemplo).

Faça você mesmo

Você lembra quais foram os primeiros selos ambientais emitidos no planeta? Relembre e veja quais são os países que os emitiram. Eles, atualmente, são considerados países com processos sustentáveis e utilização de energias limpas?

Faça valer a pena

1. Os rótulos ambientais, também chamados de selos verdes, são direcionados para:

a) O mercado consumidor.

b) Indústrias poluidoras.

c) A indústria de recursos.

d) Órgãos de saúde pública.

e) Órgãos de Defesa do Consumidor.

2. No ano de 1994, para desenvolver e promover a política de rotulagem ambiental, foi fundada uma organização sem fins lucrativos, que hoje que representa uma das maiores instituições de Rotulagem Ambiental do mundo.

Com base no texto citado anteriormente, podemos afirmar que a organização mencionada é:

a) A UEA (União Europeia para o Meio Ambiente).

b) A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

c) A GEN (*Global Ecolabelling Network*).

d) A BLAUE ENGEL (Fundação Alemã para rotulagem ambiental).

e) A OMS (Organização Mundial da Saúde).

3. O primeiro rótulo ambiental lançado no final dos anos 70 foi:

a) O selo europeu *Ecolabel*.

b) O selo Qualidade Ambiental – ABNT.

c) O selo escandinavo *Nordic Ecolabel*.

d) O selo Alemão *Der Blaue Engel*.

e) O selo Estaduanista *Green Seal*.

Seção 3.2

Programas de rotulagem ambiental

Diálogo aberto

Os rótulos ambientais são essenciais para informar ao consumidor sobre um produto e seus aspectos ambientais decorrentes de sua produção. Existem alguns tipos de selos e diferentes partes envolvidas na sua emissão. Nesta seção, você aprofundará seus conhecimentos nessas classificações e nas normas que regem a rotulagem ambiental.

Continuaremos nossa caminhada com Patrícia. Vamos relembrar um pouco sobre ela, que lidera uma equipe de planejamento em uma empresa de consultoria especializada em rotulagem ambiental, a *Ecology Tag*. O escopo da empresa é auxiliar organizações de diversos setores a certificarem seus processos e conseguirem rótulos ambientais em seus produtos. Para isso, utiliza várias ferramentas, como: SGA, tecnologias limpas, ISO 14000, Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), e outras tecnologias que você já estudou em seções anteriores.

Um novo desafio surge para Patrícia, quando a empresa recebe seu mais novo cliente, Alexandre, um empresário do ramo da silvicultura, que recebeu ofertas para exportar para a Europa. A silvicultura é o ramo do agronegócio que estuda, desenvolve e cultiva árvores de importância econômica. No caso, Alexandre cultiva seringueiras, para extração de látex, matéria-prima da borracha. No entanto, há uma pequena barreira que impede sua entrada no mercado. Seus clientes em potencial lhe informaram sobre a necessidade de seu produto possuir selos verdes para entrar no mercado da União Europeia, então lhe indicaram a *Ecology Tag*. Os importadores exigiram que os selos avaliassem o ciclo de vida do produto, e essa avaliação deveria ser feita por terceiros. Neste caso, você sabe quais tipos de selo Patrícia pode auxiliar a empresa a obter? Quais normas classificam os selos ambientais em questão? Quais são as diferenças entre eles?

Os problemas apresentados por Alexandre serão de fácil resolução, já que sua empresa sempre seguiu métodos sustentáveis de produção, e ele não terá que fazer investimentos na mudança de seu processo produtivo para obter os selos. Você saberá responder os questionamentos após acompanhar conosco os conteúdos tratados

nesta seção, que falaremos com mais detalhes sobre os Programas de Rotulagem Ambiental, as partes envolvidas, as normas que regem e suas devidas classificações e exemplos desses programas pelo mundo. Vamos começar mais uma seção!

Não pode faltar

Na seção anterior, você conheceu um pouco sobre a rotulagem ambiental e as vantagens de se obter certa certificação em seus produtos. Você sabia que existem diferentes tipos de selo? Cada um emitido por uma primeira, segunda, ou terceira parte? Você saberia dizer o que são essas partes e tipos de selo?

As partes envolvidas na expedição dos selos se referem a quem está de fato emitindo o rótulo ambiental, existindo, assim, diferentes tipos de programas de rotulagem. A subsérie ISO 14020, composta pela ISO 14024, 14021 e 14025, classifica os programas de rotulagem em três tipos: os que são realizados pela **primeira parte** (quando o próprio fabricante declara que o produto atende a determinados critérios ou possui determinadas qualidades); por uma **segunda parte** (quando envolve a rotulagem de produtos ou embalagens que são concedidos por associações comerciais, não diretamente ligadas à fabricação ou venda do produto, e a informação pode ser estabelecida pelo setor industrial ou organismos independentes, mas não uma terceira parte); ou por uma **terceira parte** (quando entidades independentes, baseadas em critérios ambientais ou normas, concedem a utilização de rótulos aos produtos), vejamos alguns exemplos na Figura 3.3.

Figura 3.3 | Exemplos de selos ambientais disponibilizados pela primeira, segunda e terceira parte

Fonte: Adaptado de Certificações (2016); ABRE (2012).

Os selos aplicados por esses programas podem ser apresentados na forma de um símbolo ou de uma declaração. A norma ISO 14020 apresenta princípios básicos, aplicáveis a todos os tipos de rotulagem ambiental, e recomenda que, quando apropriado, seja levada em consideração a Análise de Ciclo de Vida (ACV). Há três grandes tipos de rotulagem (*eco-labelling*), regidos pelas respectivas normas:

Tipo I – Rótulos Ambientais Certificados (Norma ISO 14024): são rótulos multicriteriosos e certificados por uma terceira parte, entidades como a ABNT, que possuem um programa de rotulagem

ambiental, que estabelece critérios e verifica os procedimentos. Em função desse conjunto de critérios, os produtos podem ser comparados com outros de mesma categoria, sendo rotulados os que são ambientalmente adequados. Sua emissão recomenda que, quando for apropriado, sejam levadas em conta considerações da Análise do Ciclo de Vida (ACV), também tratada "de berço ao túmulo" no Brasil. A ACV será tema da próxima seção. Ex.: Selo Qualidade Ambiental – ABNT, Selo PROCEL de eficiência.

Tipo II – Autodeclarações (Norma ISO 14021): trata das autodeclarações das organizações, que podem descrever apenas um aspecto ambiental do seu produto, não obrigando à realização de uma Avaliação do Ciclo de Vida, reduzindo, assim, os custos para atender de uma forma rápida às demandas do *marketing*. Não são verificados por uma terceira parte, sendo o menos informativo dos três tipos. Apresentam informações ambientais qualitativas de um produto, que segue critérios da norma 14021, que normatiza textos, imagens, símbolos, termos selecionados que devem ser utilizados nessas declarações. Ex.: Alumínio reciclável, embalagem longa vida 100% reciclável.

Tipo III – Declarações Ambientais do Produto (Norma ISO 14025): são os rótulos que quantificam dados ambientais de um produto ou serviço, sob alguns parâmetros preestabelecidos e baseados na ACV. Esses tipos de selos são os mais informativos e sofisticados entre os três tipos, dando um parecer exato e com grande número de dados a respeito dos impactos que causam. As informações são verificadas por uma terceira parte independente. Devido à sua complexidade, é mais utilizado entre empresas, para derrubar barreiras para exportação e importação, por exemplo. Todavia, a comunicação entre empresa e consumidores não é impedida.

Reflita

Você já observou algum desses selos? Sabe se são confiáveis, e se realmente são verificados por algum órgão?

Assimile

Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma técnica de avaliação e quantificação de impactos ambientais possíveis associados a um produto ou processo, desde a entrada da matéria-prima até seu descarte final pelo consumidor.

Como vimos, a ISO classifica os selos verdes em três categorias, vamos relembrar no Quadro 3.1

Quadro 3.1 | Documentos da série ISO 14020 e seus respectivos objetivos de rotulagem

Documento e ano de publicação	Tipo
ISO 14020 (2000)	Rótulos e declarações ambientais – Princípios básicos
ISO 14021 (2004 e 2013)	Rótulos e Declarações Ambientais – Autodeclarações Ambientais – Rotulagem Ambiental Tipo II
ISO 14024 (2004)	Rótulos e Declarações Ambientais – Rotulagem Ambiental Tipo I – Princípios e Procedimentos
ISO 14025 (2015)	Rótulos e Declarações Ambientais – Rotulagem Ambiental Tipo III – Princípios e Procedimentos

Fonte: Adaptado da norma ISO 14020 (2002).

Do ponto de vista da iniciativa da implementação dos rótulos, os processos podem:

- Ser conduzidos pelo Estado – como o selo do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) no Brasil (Figura 3.4);
- Funcionar de forma independente, mas podendo possuir assistência técnica governamental, como o Ecolabel, da União Europeia;
- Ser implementados pelo próprio setor industrial ou produtivo (produtores, associações comerciais, podendo contar com informações dos fabricantes), por meio das chamadas autodeclarações ambientais (primeira e segunda parte).

Figura 3.4 | O selo PROCEL, conduzido pelo governo

Selo CONPET Selo PROCEL

Fonte: INMETRO, 2016. Disponível em: <http://goo.gl/fB064b>. Acesso em: 8 ago. 2016.

Será que existem somente rotulagens sobre boas características? Nem sempre, caro aluno. De acordo com Barboza (2001), o Relatório EPA (1998), que relata as práticas, políticas e problemas da rotulagem ambiental, divide os programas e emite um dos três tipos de selos:

1. **Selos positivos**: selos que certificam se os produtos possuem uma ou mais características ambientalmente positivas. Podem emitir **selos de aprovação** (mais comuns, licenciam o uso de uma logomarca para produtos que são menos prejudiciais em termos ambientais) e **certificações de um único atributo**

(selos que atestam que o produto possui uma característica específica, como "reciclável" ou "biodegradável").

2. **Selos Negativos**: têm o propósito de indicar características negativas e encorajar o uso seguro de produtos potencialmente perigosos, servindo de alerta ao consumidor. São considerados como **aviso de risco**. Muitas vezes, esses selos são **obrigatórios** (para produtos prejudiciais ou perigosos, que normalmente são classificados por agências governamentais, como pesticidas e cigarros, por exemplo).

3. **Selos neutros**: apresentam descrições acerca do produto, permitindo aos consumidores fazer sua livre escolha de compra de acordo com seu julgamento. Esses selos podem conter informações para fabricantes e outros interessados, que possam usar a informação para usos específicos (como pesquisas de *benchmarking*). Nessa categoria, temos os **selos informativos**, que fornecem informações sobre os atributos do produto, deixando claro aos usuários sobre suas características; e também podem ser **cartões de relatório ambiental**, que são selos padronizados para categorizar e quantificar os vários impactos que o produto causa no meio ambiente, por meio de informações diretas, detalhadas e específicas.

E qual a importância dos rótulos para a economia e desenvolvimento? A rotulagem ambiental se baseia em um tripé composto pelos fatores: órgãos governamentais; setor produtivo; e consumidores. Cada um possui um papel importante no desenvolvimento dos selos verdes. Para as organizações, as restrições do comércio internacional são a principal barreira que impulsionam o interesse em certificar seus produtos, já que o Brasil possui uma ampla gama de produtos exportados, como café, produtos têxteis, madeira e celulose, produtos de couro e calçados, carnes, entre outros.

Exemplificando

O Brasil será o principal exportador de alimentos do mundo na próxima década. Para esses produtos entrarem em determinados mercados, selos que atestem tanto a qualidade do produto, como também seu ciclo de vida são necessários (BRASIL, 2015).

Existem diversos exemplos de programas de rotulagem ambiental pelo mundo, como veremos no Quadro 3.2. Como pode ser observado, no Brasil, ele é feito pela ABNT, emitindo o já conhecido selo "Qualidade Ambiental – ABNT". Você já conheceu alguns dos rótulos pioneiros na seção anterior, como o *Der Blaue Engel* (Alemanha); *Norge Swan* (Países Nórdicos); o *Eco Mark* (Japão e, posteriormente, adotado por Coréia do Sul e Índia). Quais são os programas que os emitem?

Quadro 3.2 | Exemplos de Programas de Rotulagem Ambiental

País/Região	Programa de Rotulagem
Brasil	Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)
China	*China Environmental United Certification Center*
União Europeia	*European Commission*
Japão	*Japan Environment Association*
Países Nórdicos	*Nordic Ecolabelling Board*
América do Norte	*UL Environment*
Rússia	*Ecological Union*

Fonte: GEN (2016).

Programas de rotulagem são uma maneira de estabelecer uma rotulagem ambiental confiável. No entanto, para a implementação desses programas, é preciso que haja uma conscientização do mercado. O consumidor talvez seja o fator mais delicado do tripé da rotulagem ambiental (formado pelo governo, fabricantes e consumidor), no que se refere às necessidades para implantação de um processo de rotulagem ambiental. O foco na informação ao cliente e o esclarecimento do poder de escolha e compra podem melhorar os métodos de produção das indústrias brasileiras, levando a uma maior sustentabilidade dos processos.

Pesquise mais

O artigo a seguir trata dos principais selos e apresenta ideias a respeito de etiquetas socioambientais, como uma forte tendência que influencia o mercado consumidor.

DEUS, N. S.; FELIZOLA, M. P. M.; SILVA, C. E. O consumidor socioambientale seu comportamento frente aos selos de produtos responsáveis. **Revista Brasileira de Administração Científica**, v. 1, n. 1, p. 33-54, 2010. Disponível em: <http://sustenere.co/journals/index.php/rbadm/article/view/ESS2179-684X.2010.001.0002>. Acesso em: 3 ago. 2016.

Sem medo de errar

Patrícia recebe na *Ecology* Tag o empresário do ramo da silvicultura, Alexandre. Ele deseja entrar no mercado europeu, exportando látex para empresas estrangeiras. Os importadores exigiram rótulos ambientais que avaliassem o ciclo de vida do produto (ACV), e essa avaliação deveria ser feita por terceiros. Diante desta proposta, você sabe

quais tipos de selo Patrícia pode auxiliar a empresa a obter? Quais normas classificam os selos ambientais em questão? Quais são as diferenças entre eles?

Atenção

Relembre os rótulos que levam em conta a ACV, os diferentes tipos de rótulos emitidos e as diferenças entre suas tipologias.

Patrícia pode informar a Alexandre que existem dois tipos cabíveis de rótulo ambiental, nesse caso, o Tipo I e o Tipo III, os quais são regidos por normas distintas:

Os selos Tipo I, chamados Rótulos Ambientais Certificados, são regidos pela norma ISO 14024, avaliam múltiplos critérios, e são certificados por uma terceira parte. Para emitir este selo, pode-se considerar aspectos ambientais na Análise do Ciclo de Vida do produto, característica que foi requisitada pelos potenciais clientes.

Já o Tipo III, chamados de Declaração Ambiental do Produto, são regidos pela norma ISO 14025. Podem ser voluntariamente emitidos pela segunda parte e ser verificados por uma terceira parte. Esse tipo de selo é mais complexo, pois deve envolver obrigatoriamente a ACV, incluindo assim informações detalhadas obtidas da análise. Devido à sua complexidade, esse tipo de selo é mais utilizado entre empresas, para derrubar barreiras para a exportação e importação, por exemplo. Todavia, a comunicação entre empresa e consumidores não é impedida.

Avançando na prática

O futuro está selado

Descrição da situação-problema

Existem muitos tipos de rótulos que uma empresa pode obter para trabalhar seu *marketing* ambiental e também adentrar novos mercados competitivamente. Patrícia explica que a tendência é que o mercado consumidor futuro será mais consciente, assim como nos países europeus. Como ela é especialista em rótulos ambientais, conhece bem cada um deles e tenta explicar suas tipologias a Alexandre:

- Sr. Alexandre, nós possuímos três tipos de rótulos atualmente: o primeiro tipo é o mais sofisticado, pois necessita de um grande banco de dados sobre o produto e seu processo produtivo, os quais são emitidos por terceira parte. Eles necessitam da Avaliação do Ciclo de Vida e informam sobre detalhes ambientais do produto. Já o

segundo tipo é emitido por terceira parte, sendo multicriterioso, que recomenda a análise de aspectos do "berço a túmulo". E o terceiro rótulo é caracterizado por ser mais simples, onde empresas ou organizações informam sobre alguma característica de seu produto, não é exigida a Análise do Ciclo de Vida, nem são verificados por terceira parte.

Você sabe, respectivamente, quais as classificações dos rótulos descritos por Patrícia? Em qual tipo se enquadra o rótulo Qualidade Ambiental – ABNT?

Lembre-se

Relembre os tipos de rótulos, seus detalhes e partes envolvidas.

Resolução da situação-problema

Os rótulos descritos por Patrícia são, respectivamente: Tipo III (os mais sofisticados, que avaliam um extenso banco de dados e informam diversas características ambientais dos produtos, e regidos pela norma ISO 14025. Eles são verificados por terceiras partes independentes). Eles devem obrigatoriamente possuir a ACV. Já o segundo exemplo, trata-se do rótulo Tipo I, também são rótulos emitidos por terceira parte, baseados na norma ISO 12024, envolve multicritérios dos impactos dos produtos certificados, sendo recomendado avaliar aspectos da Análise do Ciclo de Vida (ACV), também tratada por "de berço ao túmulo" no Brasil; e o Tipo II, as chamadas autodeclarações, emitidas pela primeira ou segunda parte.

O rótulo emitido pela ABNT (Qualidade Ambiental – ABNT) é o rótulo do tipo I.

Faça você mesmo

Em que se baseia o tripé da rotulagem ambiental? Quais são os 3 setores mais importantes e qual merece uma maior atenção no mercado brasileiro?

Faça valer a pena

1. Rótulos que possuem a avaliação chamada de "berço ao túmulo" levam esse nome, pois levam em conta a:

a) Reciclagem da matéria-prima.

b) Avaliação de Desempenho Ambiental.

c) Norma ISO 14001.

d) Avaliação do Ciclo de Vida.

e) Criação de um produto novo.

2. Os rótulos ambientais tipo I, chamados de Rótulos ambientais Certificados, são baseados na norma:

a) ISO 14021.

b) ISO 14024.

c) ISO 14025.

d) ISO 14001.

e) ISO 14022.

3. A respeito de rótulos ambientais tipo II, um dos tipos mais comuns de selos verdes, é correto afirmar que:

a) São emitidos por terceira parte.

b) Levam em conta o ciclo de vida do produto.

c) Possuem várias informações ambientais sobre um produto.

d) São conhecidos como autodeclarações.

e) São emitidos por Programas de Rotulagem que emitem selos Tipo I.

Seção 3.3

Avaliações de ciclo de vida e selos ambientais

Diálogo aberto

Durante nosso caminho por esta Unidade, tratamos sobre a Rotulagem Ambiental e, muitas vezes, você deve ter observado que para a obtenção de determinados selos ambientais, era necessário levar em consideração a Análise do Ciclo de Vida de determinado processo ou produto. Nesta seção, iremos discorrer sobre esse tema, trazendo informações sobre o conceito, as etapas de implementação, as aplicações e os objetivos de uma Avaliação de Ciclo de Vida (ACV).

Como você já sabe, a *Ecology Tag*, empresa onde trabalha nossa personagem Patrícia, lida diariamente com a certificação de produtos e processos, e utiliza diversas tecnologias/ferramentas para atingir seu objetivo, muitas vezes lidando com a emissão de selos ambientais.

Um dos objetivos da ACV será trabalhado por Patrícia no seu atual projeto. Ela realizará uma consultoria em uma empresa que busca realizar algumas melhorias para tornar-se mais ecoeficiente. A empresa em questão é uma indústria de peças metálicas para construção, que fabrica desde ferramentas até vigas metálicas e obtém sua matéria-prima (ligas metálicas) de siderúrgicas nacionais e de ferros-velhos (resíduos metálicos), as utilizando para fabricar e distribuir as peças para o mercado interno e externo. A empresa possui um Sistema de Gestão Ambiental baseado nas normas ISO 14001, e o diretor está elaborando um planejamento para o próximo ano. Ele deseja comparar a fabricação do mesmo produto (vigas metálicas) advindo de dois processos produtivos: (i) o que utiliza a matéria-prima vinda das siderúrgicas, (ii) com aquele que utiliza resíduos metálicos provenientes de sucatas ou ferros-velhos, verificando qual têm menor impacto ambiental.

Na comparação entre processos e produtos para avaliar qual possui menores impactos econômicos e ambientais, é possível utilizar a Avaliação do Ciclo de Vida? Ela possui normas para sua realização? É possível realizar esse trabalho com a ajuda de algumas tecnologias, como *softwares*? Quais? Essas são questões que Patrícia lhe ajudará a solucionar ao longo de seus trabalhos.

Para entender melhor o que está ocorrendo em todo processo, acompanhe conosco esta seção, pois trataremos mais profundamente sobre a Avaliação do Ciclo de Vida, seu histórico e fases de implementação, e as tecnologias que podem auxiliar na comparação de produtos e processos.

Não pode faltar

Caro aluno, conhecendo um pouco mais sobre as tecnologias aplicadas ao meio ambiente, imagine a seguinte situação: você deverá escolher qual carro possui menor impacto ambiental: o movido à gasolina, a álcool ou à eletricidade? Você provavelmente escolheria o movido à eletricidade, certo? No entanto, quando falamos de impactos ao meio ambiente, devemos levar em conta todo o processo realizado. A energia para mover o carro elétrico tem qual fonte? Termoelétricas a óleo diesel, por exemplo? Será que essa seria a melhor alternativa nesse contexto? Não é simples tomar a decisão sobre qual o melhor processo ou produto, então, para facilitar nessas escolhas, existe uma análise chamada Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), que está presente no processo de rotulagem de certos tipos de selos verdes.

A primeira Avaliação do Ciclo de Vida, ou um estudo que pode ser considerado como tal, foi feito pela Coca-Cola Company®, no ano de 1969. Na época, foi realizada uma pesquisa para determinar que tipo de embalagem de seus produtos causaria menor impacto ambiental e utilizaria menos insumos na sua fabricação. Uma análise das matérias-primas, combustíveis e encargos ambientais na produção de cada tipo de embalagem foi levada em conta, e o processo foi nomeado REPA (*Resource and Environmental Profile Analysis*) (CURRAN, 2006).

Reflita

Qual o interesse com os primeiros estudos de Avaliação de Ciclo de Vida? Houve alguma importância das pressões ambientais e das pesquisas na mudança de comportamento das empresas? O consumidor possui um papel muito relevante nos caminhos enveredados pela tecnologia?

Com sucesso nos estudos da ACV, ela passa a ter maior destaque e passa a atrair mais atenção, e vários estudos são conduzidos para diferentes produtos, quando alguns dos primeiros problemas da técnica apareceram: a falta de confiabilidade de resultados, que eram discrepantes para um mesmo produto avaliado (BENOIST, 2009). Buscando maior organização dos métodos de pesquisa em ACV, a SETAC (*Society of Environmental Toxicology and Chemistry*) promoveu em 1989 o primeiro evento específico para tratar sobre a Avaliação do Ciclo de Vida. Anualmente, os encontros

eram realizados na América do Norte e na Europa, buscando o desenvolvimento de uma metodologia padrão de ACV (GUINÉE et al., 2004).

A partir de 1990, há um grande avanço na ACV, principalmente pelo lançamento de livros, periódicos e guias sobre o tema (BENOIST, 2009). Enfim, surge uma padronização no ano de 1997, quando a ISO (*International Organization for Standardization*) lançou a norma ISO 14040 (ABNT, 2009), contendo princípios gerais sobre a Avaliação do Ciclo de Vida. A última publicação sobre é a ISO 14044 (ABNT, 2014) com os requerimentos e diretrizes para a condução de um estudo de ACV, substituindo as normas ISO 14041, ISO 14042 e ISO 14043.

Mundialmente, em 2002, ocorre a associação entre o UNEP (*United Nations Environment Programme*) e a SETAC, lançando o programa de LCI (*Life Cycle Initiative - LCI*), ou Iniciativa para o Ciclo de Vida, com a meta de promover a prática de ACV pelo globo (UNEP, 2005). A UNEP é a responsável pela promoção de eventos, execução de projetos e apoio a redes para a consolidação do LCI (UNEP, 2012).

O que é de fato uma Avaliação do Ciclo de Vida? Qual a definição de ACV? De acordo com a SETAC (1993), "A avaliação inclui o ciclo de vida completo do produto, processo ou atividade, ou seja, a extração e o processamento de matérias-primas, a fabricação, o transporte e a distribuição; o uso, o reemprego, a manutenção; a reciclagem, a reutilização e a disposição final". De certo modo, a ACV é uma técnica que analisa todos os impactos ao meio ambiente e saúde humana, associados a um processo ou a um produto.

Alguns selos ambientais utilizam a ACV para informar melhor sobre os aspectos ambientais dos produtos, e podem fornecer informações completas, desde a obtenção do insumo ao descarte. Os selos que podem incluir a ACV são os tipos I e III, já abordado na nossa seção anterior. Um estudo de ACV é utilizado por várias empresas pelo mundo, e embora não seja uma obrigatoriedade à produção ou comercialização de produtos, há uma série de medidas que tornam o estudo de ACV uma prática relevante.

No âmbito da Rotulagem Ambiental, os selos tipo I recomendam a ACV, levando em conta alguns aspectos e critérios preestabelecidos, mas não necessariamente leva em conta toda a ACV. Já os selos tipo III, regulados pela norma ISO 14025 (ABNT, 2015), são integralmente baseados na Avaliação do Ciclo de Vida, sendo um fator relevante e requisito para o mercado internacional. No Brasil, podemos citar o exemplo da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), já tratada anteriormente na Unidade 1, em que a responsabilidade pelo ciclo de vida dos produtos passou a ser compartilhada entre todos os envolvidos no processo, desde o fabricante, até o governo, favorecendo a redução dos rejeitos e um maior controle na liberação de resíduos no ambiente.

A ACV no Brasil teve um início bem mais remoto, mais especificamente em 1994, com a implantação de um subcomitê específico ao tema, integrado ao GANA - Grupo

de Apoio à Normalização Ambiental (SEO e KULAY, 2006). O grupo trabalhou na análise da série ISO 14000 (ABNT, 2004), que traz as famosas diretrizes à gestão ambiental para organizações. Em 1998, é lançada a primeira publicação didática sobre a metodologia da ACV no Brasil, com o livro "Análise e Ciclo de Vida Produtos – Ferramenta Gerencial da ISO 14000" (CHEHEBE, 1998).

Somente em 2001 a ABNT lança a tradução da norma ISO 14040 (ABNT, 2009), e com a versão traduzida da norma internacional, o Brasil passar a seguir as diretrizes propostas para realização da ACV. Vinculado à ABNT, existe o Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental – CB-38, o qual representa o Brasil nos eventos e debates sobre a Avaliação do Ciclo De Vida. Ele funciona nos modelos do Comitê Técnico 207 da ISO, o qual tem um subcomitê dedicado à ACV.

Com o esforço de pessoas físicas e jurídicas interessadas na consolidação da ACV no Brasil, lideradas pelo Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental – CB-38, é criada, em 2002, a Associação Brasileira de Ciclo de Vida, a ABCV, com o objetivo de contribuir para a prática efetiva da ACV. A entidade tem participação no comitê gestor da Rede Iberoamericana de ACV, que tem como países membros a Argentina, Chile, Peru, Colômbia, México, Costa Rica, Cuba, Bolívia, Portugal e Espanha. A ABCV também faz parte, na qualidade de *sponsor*, do *International Board to Life Cycle Initiative*, um tipo de Junta Internacional de Iniciativa do Ciclo de Vida, resultado da parceria entre a UNEP e a SETAC. A ABCV ainda tem o objetivo de fomentar a ACV nos diversos setores de mercado, como indústrias, Estado e institutos de ensino e pesquisa, além de promover cursos de capacitação e a organização do Congresso Brasileiro de Gestão do Ciclo de Vida – CBGCV (ABCV).

Vocabulário

Sponsor: é um termo para designar um patrocinador, ou quem apoia determinado projeto dentro de uma organização.

Uma relevante evolução ocorre em 2003, quando o IBICT (Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia) inclui na sua linha de pesquisa os estudos de ACV. Realizando uma parceria com o Laboratório Federal da Suíça para Ciência e Tecnologia de Materiais (EMPA), foi criada uma base de dados brasileira com Inventários de Ciclo de Vida (ICV), a qual consiste no Banco Nacional de Inventários do Ciclo de Vida, SICV Brasil. Esta ferramenta tem a missão de manter e assegurar o acesso aos dados de inventários de produtos e processos da indústria brasileira, bem como validar as informações a serem inseridas. O objetivo do SICV é implantar no país um sistema reconhecido em âmbito internacional, capaz de organizar, armazenar e disseminar informações padronizadas sobre inventários do Ciclo de Vida da produção industrial brasileira (IBICT, 2016). Os ICV possuem informações detalhadas sobre o fluxo de entrada e saída de materiais e energias em um sistema de produção.

Assimile

A evolução da ACV no país está em pleno acontecimento. O Brasil sediou, em 2016, o Fórum Internacional de Cooperação em ACV, IBICT, em conjunto com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA).

E de que maneira são implementados os estudos de ACV? Antes de entender a implementação, vamos compreender quais fases de uma cadeia produtiva são englobadas pela Avaliação do Ciclo de Vida, também chamada de "berço ao túmulo", vejamos:

1. **Aquisição ou extração da matéria-prima**, podendo incluir plantio de árvores e extração de petróleo, dependendo do produto.
2. **Manufatura dos produtos**, quando a matéria-prima é processada e transformada para a fabricação dos produtos desejáveis, como plásticos, papéis, ferramentas, peças metálicas, entre outros.
3. **Embalagem**, acondicionamento, transporte e distribuição do produto, que podem ou não ser de responsabilidade do fabricante.
4. **O uso do produto ou serviço pelo consumidor**, podendo estar atrelada a esta fase a manutenção e a reutilização, quando possível.
5. **Descarte ou reciclagem do produto**, incluindo no ciclo a disposição final dos resíduos.

Exemplificando

Em todas as etapas é possível realizar estudos de comparação, como o transporte realizado por trens, caminhões com diesel ou biodiesel, e seus devidos impactos e eficiência do processo.

Como você pode observar, a ACV leva em conta todo o processo, com muitas variáveis e fatores a serem incluídos na análise. Isso leva em conta muitos dados, e possui uma estrutura complexa. Para auxiliar no processo, as normas ISO 14040 (ABNT, 2009) e 14044 (ABNT, 2014) dividem essas etapas em quatro diferentes fases. Elas são interdependentes e o resultado de uma fase pode influenciar no início da execução da próxima, e até mesmo corrigir fases anteriores.

1. Definição de objetivo e escopo

Na fase inicial, os objetivos e pretensões são definidos ao determinar o contexto da avaliação, o alvo e como será feita a publicação dos resultados. São definidos detalhes técnicos que servirão de base para a próxima fase, como unidade funcional, limites do sistema, procedimentos de alocação, métodos e categorias de impacto.

2. Realização do inventário

A análise do ICV (Inventário do Ciclo de Vida) envolve descrição detalhada de entradas e saídas de energia e materiais relevantes para o sistema em estudo, como água, matérias-primas, e as liberações no ar, solo, água etc.

3. Avaliação do impacto ambiental

Nessa fase, os possíveis impactos ao meio ambiente são avaliados (que estão estritamente associados às entradas e saídas de energia e materiais), e é feita uma análise comparativa de produtos ou processos. Ocorre a avaliação dos potenciais impactos envolvidos, de acordo com as emissões identificadas e o consumo de recursos naturais, por exemplo. É feita uma seleção das categorias, além de uma classificação e uma caracterização desses impactos.

4. Interpretação

Nessa última fase, ocorre uma análise sistemática, que busca identificar, quantificar, checar, sumarizar, e avaliar a informação contida na Análise do Inventário e na Avaliação de Impacto. Essa fase é de extrema relevância, pois é quando conclui-se quais as recomendações serão conduzidas para os tomadores de decisão.

Quadro 3.3 | Alguns softwares que são utilizados para conduzir uma ACV

Software	Prós	Contras
Umberto NXT	Interface agradável e análise baseada em um fluxograma de processos, de fácil utilização para usuários iniciantes. Também realiza diagramas de Sankey e análise de custos.	Difícil de obter informações detalhadas sobre cada processo, e não é possível fazer uma edição ou adaptação detalhada.
GaBi 6	Interface amigável, e sistema de produto em forma de fluxograma, tornando os resultados mais comunicáveis para os *stakeholders*.	Difícil de editar e adaptar os fluxos de matéria e energia. Agumas dificuldades para iniciantes.
SimaPro 8	Um dos mais utilizados no mercado. Fácil de criar ou editar novos processos.	Disponível apenas para Windows®, requer grande espaço no HD, e possui visual pouco amigável. É necessário ter um fluxograma do processo produtivo em mãos para facilitar a análise de informações.

Fonte: Adaptado de ENCICLO (2015).

Uma análise do ciclo de vida pode responder a algumas perguntas, como quais produtos possuem menor impacto ambiental; quanto de água consome na sua fabricação; qual a quantidade de matéria-prima utilizada; quanto de CO_2 é emitido para a produção; qual tipo de matéria-prima gera menos resíduos; qual fonte energética é mais eficiente e tem menor impacto ambiental, dentre outras comparações.

Por fim, uma ACV eficiente deve possuir algumas características, como ser facilmente aplicável e ter dados consistentes para diferentes equipes de avaliação; permitir comparações diretas entre produtos; abranger todos os estágios de ciclo de vida do processo ou produto; possuir em seus dados aspectos ambientais importantes; ser simples e permitir avaliações relativamente rápidas e baratas. A ACV se apresenta como uma ótima ferramenta para otimizar processos e realizar tomada de decisões. Em um mercado atual cada vez mais exigente, a possibilidade de utilização dessa ferramenta deve ser levada em conta como instrumento para atingir a tão buscada ecoeficiência dos processos.

Um exemplo de como a ACV pode ser aplicada é na comparação de qual tipo de embalagem gera menor impacto. Um estudo desenvolvido pela ABRALATAS (Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alta Reciclabilidade) detectou que a lata de alumínio é a que possui menor impacto ambiental. O estudo de 2004 verificou que a embalagem PET tem maior consumo de energia durante o ciclo de vida, consumindo 3,5 vezes mais que uma lata de alumínio e 4,5 vezes mais que uma garrafa de vidro. A produção da garrafa PET necessita de 4,5 vezes mais recursos naturais do que a fabricação de uma lata de alumínio e 3,7 vezes mais se comparada com a garrafa de vidro. Quando ao consumo hídrico, a PET utiliza 6,3 vezes mais água que uma lata de alumínio e 1,8 vezes mais que uma garrafa de vidro (ABRALATAS, 2007).

Pesquise mais

O livro disponível online pelo IBICT, ACV no Brasil, possui um comparativo entre a experiência de ACV na Europa e no Brasil, com diversos estudos de caso.

CHERUBINI, E.; RIBEIRO, P. T. **Diálogos setoriais Brasil e União Europeia**: Desafios e soluções para o fortalecimento da ACV no Brasil. Brasília: IBICT, 2015. 188 p. Disponível em: <http://www.youblisher.com/p/1105008-ACV-NO-BRASIL/>. Acesso em: 22 ago. 2016.

Sem medo de errar

Quando se deseja comparar processos produtivos, algumas ferramentas que aprendemos podem ser utilizadas para auxiliar nos trabalhos de análise e na tomada de decisão. Vamos retomar os questionamentos levantados no início desta seção.

Patrícia deve auxiliar uma empresa de peças metálicas na comparação e análise dos impactos ambientais de dois processos de produção: (i) matéria-prima diretamente da siderúrgica, e (ii) a produção do mesmo produto, mas a partir de metal reciclado advindo de sucata. Na comparação entre processos e produtos para avaliar qual possui menores impactos econômicos e ambientais, é possível utilizar Avaliação do Ciclo de Vida? Ela possui normas para a sua realização? É possível realizar esse trabalho com a ajuda de algumas tecnologias, como *softwares*, devido ao grande volume de dados? Quais?

Atenção

Reveja algumas normas relacionadas à ACV e quais análises podem ser abordadas por essa avaliação.

Na comparação entre produtos e processos, como entre as peças metálicas advindas da siderurgia e de ferros-velhos, é possível utilizar a ACV (Avaliação do Ciclo de Vida). Esse método é também chamado de "berço ao túmulo", pois analisa desde a obtenção da matéria-prima, sua aquisição ou extração; manufatura dos produtos; embalagem; acondicionamento; transporte e distribuição do produto; até o uso do produto ou serviço pelo consumidor e seu descarte ou reciclagem.

Uma análise de Ciclo de Vida compara diferentes processos de produção, vendo diversos aspectos e respondendo a questões, como o exemplo questionado, sobre qual matéria-prima gera o menor impacto para produzir o mesmo produto. Além disso, ela pode comparar produtos em torno do seu consumo de energia elétrica, água, geração de resíduos, entre outras características.

Existem normas para a elaboração de uma ACV, a NBR ISO 14040 (ABNT, 2009), contendo princípios gerais sobre a Avaliação do Ciclo de Vida, e a NBR ISO 14044 (ABNT, 2014) com os requerimentos e diretrizes para sua implementação.

Devido ao grande número de variáveis, alguns *softwares* devem ser utilizados para a realização do processo. Alguns disponíveis são o GaBi, o Umberto NXT e o SimaPro, que você acompanhou alguns pontos positivos e negativos em seu LD. Todavia, é válido ressaltar que existe uma diversidade grande de *softwares* à disposição no mercado.

Avançando na prática

Passo a passo de um ciclo

Descrição da situação-problema

Realizar uma ACV leva em conta muitos fatores, como você observou anteriormente na situação vivida por Patrícia. A comparação de produtos deve levar em conta desde a obtenção da matéria-prima até seu descarte. No caso do cliente da *Ecology Tag*, uma ACV será necessária para a escolha da melhor matéria-prima para a produção de vigas metálicas, selecionando-a de siderúrgicas ou de ferros-velhos, levando em conta cada passo da produção. Para a realização dessa ACV, Patrícia deverá seguir algumas normas já estudadas e suas diretrizes. Quais as fases de implementação de uma ACV e o que contempla cada uma delas? Em uma dessas fases é obtido um documento chamado inventário de ciclo de vida (ICV), mas de que se trata esse documento? Ele possui informações importantes, que são colocadas em um banco de dados. No Brasil, existe um banco de dados que reúne essas informações?

Lembre-se

É hora de relembrar as etapas envolvidas numa Avaliação de Ciclo de vida, observando suas fases e o objetivo dessa análise.

Resolução da situação-problema

Como verificamos, a ACV possui quatro fases de implementação propostas pelas normas ISO 14040 e ISO 14044.

A primeira fase é a de **definição de objetivo e escopo (1)**, quando os objetivos e metas são estabelecidos, determinando o alvo da ACV e como será feita a publicação dos dados da pesquisa. Os detalhes técnicos são definidos e servirão de base para a próxima fase, a **realização do inventário do ciclo de vida** (ICV) (2), um documento que possui informações detalhadas sobre entradas e saídas de energia e materiais relevantes para o sistema em estudo, como água, matérias-primas, e das saídas de resíduos no ar, solo, água etc. Na terceira fase (3) ocorre a **avaliação do impacto ambiental**, quando são mensurados os potenciais impactos ao meio ambiente de acordo com as emissões identificadas e o consumo de recursos naturais, e quando ocorre a comparação entre os produtos ou processos. A última fase engloba **interpretação** (4), uma análise sistemática, que busca identificar, quantificar, checar, sumarizar, e avaliar a informação contida na Análise do Inventário e na Avaliação de Impacto. Nessa fase, os resultados são verificados e as ações e tomadas de medidas podem ser recomendadas.

O Brasil possui uma base de dados mantida pelo IBICT (Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia), a qual consiste no Banco Nacional de Inventários do Ciclo de Vida, SICV Brasil, e possui a missão de manter e assegurar o acesso aos dados de inventários de produtos e processos da indústria brasileira, bem como validar as informações a serem inseridas.

Faça você mesmo

Existem muitas instituições que organizam e promovem a ACV no Brasil. Você lembra de alguma delas e seu nicho de atuação?

Faça valer a pena

1. Uma Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) inclui algumas fases:

I. Avaliação do Impacto Ambiental.

II. Definição do objetivo e escopo.

III. Interpretação.

IV. Realização do Inventário.

A ordem cronológica dos eventos de uma implementação da ACV é:

a) IV, III, II, I.

b) II, IV, I, III.

c) II, I, IV, III.

d) II, III, IV, I.

e) I, II, IV, III.

2. Assinale a alternativa que melhor define uma Avaliação do Ciclo de Vida.

a) Uma avaliação que leva em conta a reciclagem dos produtos.

b) Uma avaliação que analisa indicadores ambientais.

c) Um processo de ciclo de melhoria contínua para incrementar tecnologias a um processo produtivo.

d) Uma avaliação que inclui o ciclo completo do produto, processo ou atividade (do início ao fim).

e) Um planejamento que determina as fases críticas da produção de um determinado produto.

3. A norma ISO 14040, que dispõe sobre a Avaliação do Ciclo de Vida, possui como escopo:

a) Requerimentos e diretrizes para implementação de uma Avaliação do Ciclo de Vida.

b) Os princípios gerais sobre a Avaliação do Ciclo de Vida.

c) Diretrizes para a realização de uma Avaliação de Desempenho.

d) Normas para a rotulagem ambiental.

e) Diretrizes para implementação de um Sistema de Gestão Ambiental.

Seção 3.4

Rotulagem ambiental no Brasil

Diálogo aberto

O consumidor pode se beneficiar muito com os Rótulos Ambientais, tanto por obter produtos de maior qualidade, como por incentivar uma produção que gera menos impactos negativos ao meio ambiente. Cabe às empresas lidarem com a rotulagem como uma oportunidade para conquistarem novos mercados e estabelecerem processos e produtos mais sustentáveis, aplicando ferramentas ecoeficientes, das quais já foram tratadas anteriormente. Não se trata de um investimento sem retorno, pois os benefícios de implementar políticas ambientais são vantajosos economicamente.

Existem diversas organizações que atuam no ramo das certificações, inclusive empresas especializadas em consultoria para rotulagem ambiental. Como vimos, a *Ecology Tag* trabalha nesse ramo e nossa personagem Patrícia lida diariamente com tecnologias e ferramentas aplicadas, ajudando empresas de diversos ramos a certificarem seus serviços, processos e produtos.

Surge, então, uma oportunidade de trabalho para Patrícia, quando Luiz, um produtor de noz-macadâmia, a procura para realizar uma consultoria. A noz possui alto valor de mercado, sendo considerada fina e utilizada na gastronomia e na indústria cosmética. Elas são provenientes do plantio orgânico de árvores da espécie *Macadamia integrifolia* e *Macadamia tetraphylla*. Dessa forma, Luiz deseja certificar seus produtos, pois quer obter as vantagens que essa rotulagem lhe propicia. Patrícia explica que existem vários selos e empresas que certificam esses produtos, e que são levados em conta alguns fatores. Assim, nesta seção, apresentamos a você o seguinte desafio: Quais selos ambientais Luiz pode obter na sua produção florestal orgânica? Quais as vantagens desses rótulos aplicados no Brasil? Você conhece alguns exemplos desses rótulos?

Existe grande variedade de rótulos e entidades certificadoras no Brasil. Na seção atual, você conhecerá um pouco sobre os selos aplicados no país, seus escopos e áreas de atuação, e quais as vantagens da obtenção de cada um. Ao final desta seção você terá um panorama atual da rotulagem ambiental brasileira e quais as perspectivas para o futuro no nosso país. Vamos conhecer um pouco mais sobre esse assunto?

Não pode faltar

Os selos verdes ou rótulos ambientais, como vistos nas seções anteriores, são a ferramenta ideal para uma empresa apresentar a qualidade ambiental e demonstrar credibilidade em seus produtos para os clientes e outras partes interessadas, em especial, os selos que possuem rotulagem certificada por uma terceira parte, como a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). No Brasil, existem vários selos ambientais, que são aplicados para fins diversos.

Vimos que o programa brasileiro de rotulagem ambiental tipo I é conduzido pela ABNT e emite o selo "ABNT - Qualidade Ambiental", é voluntário e baseado nas normas ISO 14020, "Rótulos e declarações ambientais – Princícios Gerais", e ISO 14024 "Rótulos e declarações ambientais - Rotulagem ambiental do tipo I - Princípios e procedimentos". Por meio de seu programa de certificação ambiental, a ABNT possui o objetivo de: (1) Rotular produtos que possuam características ambientais desejáveis; (2) Aprovisionar produtos certificados no mercado consumidor; (3) Ampliar seu programa para outros setores; (4) Tornar seu programa reconhecido nacionalmente e internacionalmente; e (5) Atingir sustentabilidade financeira.

Ressaltando novamente, o programa de rotulagem da ABNT é um programa de terceira parte, que emite o selo do Tipo I.

Figura 3.5 | Rótulo Qualidade Ambiental – ABNT, lançado em 2008

Fonte: Rótulo (2016).

Para cada categoria de produtos, a ABNT possui um Comitê Técnico de Certificação (CTC), o qual elabora requisitos e regras de certificação destinadas a cada categoria de produtos. Todas as partes interessadas participam do CTC, como representantes dos fabricantes, governo, consumidores, Organizações não Governamentais (ONG), comunidade científica, dos órgãos de defesa do consumidor, dos órgãos de fomento e dos Comitês Brasileiros de Normalização.

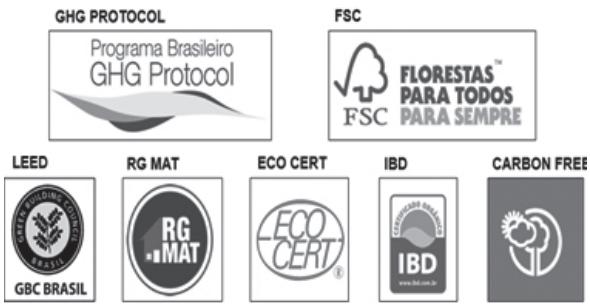
De acordo com Moura (2013), após um período de interrupção, o programa Qualidade Ambiental da ABNT vem sendo reativado e o programa vem evoluindo de acordo com a demanda da sociedade. Segundo o autor, para obter a certificação, o fabricante deve seguir os critérios exigidos, que variam de acordo com o produto ou serviço, e pagar pelo processo de certificação, cujo custo pode variar de R$ 15 mil a R$ 150 mil, por exemplo.

Reflita

Nem sempre os custos de um rótulo estarão somente ligados ao preço do processo de certificação, pois muitas vezes os processos de uma organização terão que se adequar, o que gerará um custo mais alto. Eis a importância de investir desde o início em Sistema de Gestão Ambiental, P+L, Benchmarking, e outras tecnologias.

Além do selo emitido pela ABNT, existem outros selos relevantes que atuam no ramo das certificações no país (Figura 3.6). A seguir, conheceremos alguns deles e suas características:

Figura 3.6 | Alguns selos verdes utilizados no Brasil



Fontes: (ENCICLO, 2014); (FSC, 2016); (GHG, 2016); (IBD, 2016); (INICIATIVA, 2016); (PLANETA, 2016).

GHG Protocol: também chamado de Protocolo GHG, foi desenvolvido em 1998 pelo *World Resources Institute* (WRI) e pelo *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD). Em 2008, o método foi adaptado ao contexto nacional pelo Centro de Estudos em Sustentabilidade (GVces), da Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas (FGV-EAESP) e pelo WRI em parceria com o Ministério do Meio Ambiente, o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), o *World Business Council for Sustainable Development* (WBSCD) e 27 empresas fundadoras, sendo o método mais utilizado no mundo para realização de inventários de GEE (Gases de Efeito Estufa).

O Programa Brasileiro do Protocolo GHG fornece uma metodologia com capacitação para organizaçõe elaborarem seus inventários de emissão de GEE. O programa estabelece os selos ouro, prata e bronze, de acordo com o grau de profundidade dos inventários, permitindo o uso das logomarcas nos inventários de emissões de GEE, Relatório Anual e/ou de Sustentabilidade e outros materiais de comunicação corporativa, mas não permite sua utilização em produtos comerciais ou serviços da organização.

Esse selo pode ser utilizado por empresas de setores distintos, sendo uma certificação de monitoramento e possibilita a redução de impactos relacionados às mudanças climáticas, avaliando emissões de GEE. Essa avaliação envolve três escopos: (1) referente às emissões diretas da empresa; (2) relacionado às emissões relativas

ao consumo de energia elétrica; (3) indicando todas as outras emissões indiretas de GEE, que podem estar relacionadas aos materiais e insumos adquiridos pela organização (chamados de *upstream*) ou relacionadas aos bens e serviços vendidos pela organização (*downstream*).

O terceiro e último escopo do GHG Protocol é relativo à Avaliação do Ciclo de Vida dos produtos da organização, com foco nas emissões de GEE que ocorrem em toda a cadeia de produção e funcionamento da organização.

Esse selo já é utilizado por várias empresas no Brasil, principalmente para obtenção de vantagens na competição com outras empresas, incremento no valor da empresa e uma melhoria na sua imagem frente aos clientes e acionistas, entre outros fatores.

LEED: selo emitido pela *Leadership in Energy and Environmental Design*, é um rótulo ambiental internacional com foco na certificação de empreendimentos, casas e edificações. No Brasil, ele é gerenciado pelo GBC (*Green Building Council*) e para a obtenção do selo são avaliadas 7 dimensões: espaço sustentável; eficiência do uso da água; energia e atmosfera; materiais e recursos; qualidade ambiental interna; inovação e processos e créditos de prioridade regional.

RGMAT: é um selo com aplicação principalmente no ramo de construção civil. Criado em 2012, pela Fundação Vanzolini, possui como característica principal avaliar o desempenho ambiental de materiais. Segue, por exemplo, as normas 14025, para declaração ambiental, obtendo ampla aceitação internacional. Alguns aspectos técnicos e ambientais são avaliados para a obtenção da certificação, além da obrigatoriedade de uma DAP (Declaração Ambiental do Produto), que é baseada na ACV (Avaliação do Ciclo de Vida). No Brasil, esse selo é um dos pioneiros a utilizar a ACV, trazendo informações mais detalhadas sobre o produto, avaliando todas suas etapas de produção até o descarte.

Selo FSC (*Forest Stewardship Council*): é uma certificação ambiental de produtos de origem florestal, sendo aplicada a produtos madeireiros e não madeireiros. Todos os setores que fazem parte da cadeia produtiva que lidem com produtos florestais podem receber este rótulo. São três as modalidades que podem ser certificadas pelo selo FSC: (1) Certificação de Manejo Florestal, que certifica que determinada área florestal (natural ou plantada para fins comerciais) é manejada obedecendo aos princípios de sustentabilidade predeterminados pelo FSC; (2) Certificação de Cadeia de Custódia, que garante a rastreabilidade dos produtos florestais, desde a produção da matéria-prima até o consumidor final, sendo mais aplicado às empresas que processam os produtos florestais; (3) Madeira Controlada, que regula o uso da matéria-prima, inspecionando o uso de madeiras consideradas inaceitáveis, como madeira colhida em áreas ilegais, onde há casos de violação dos direitos civis, e até mesmo proveniente de florestas.

Exemplificando

Selos podem levar em conta os três pilares bases da sustentabilidade (econômico, ambiental e social), e garantir direitos trabalhistas devem fazer parte do escopo da organização, o que é levado em conta em alguns selos.

Programa *Carbon Free*: o Programa *Carbon Free* foi desenvolvido pela organização Iniciativa Verde para certificar organizações que compensam as emissões de GEE emitidos por produtos, serviços, construções ou eventos. As emissões diretas e indiretas das atividades da organização são mensuradas, levando em conta os gases que podem agravar o aquecimento global. Esse tipo de projeto também é conhecido como compensação de carbono e neutralização de carbono. No Programa *Carbon Free*, as emissões de GEE são compensadas por meio da recomposição da Mata Atlântica, ou seja, a Iniciativa Verde faz o plantio de árvores nativas de um dos biomas mais ricos em biodiversidade do mundo em áreas de preservação. Quem participa do programa recebe o selo *Carbon Free* e um certificado com o número de árvores plantadas e a quantidade de gases de efeito estufa compensada.

Assimile

O plantio de árvores é muito importante na fixação de carbono. Calcula-se que cada árvore da Mata Atlântica, por exemplo, absorva 163 Kg de carbono durante seus primeiros 20 anos de crescimento (CICLOVIVO, 2013).

Você já deve ter observado no mercado alguns produtos que são classificados como orgânicos, ou seja, não utilizam pesticidas e outros insumos químicos, e não utilizam em sua produção organismos geneticamente modificados (OGM). Produtos orgânicos podem apresentar certificação por auditoria, realizada por certificadora acreditada pela CGCRE (Coordenação Geral de Acreditação do INMETRO) e credenciada junto ao MAPA, que fará o controle do setor. A produção, o processamento, a rotulagem e a comercialização dos produtos orgânicos no Brasil são regidos pela Lei 10.831/03 (BRASIL, 2003), pelo Decreto 6323/07 (BRASIL, 2007) e diversas Instruções Normativas específicas.

É um mercado de crescente demanda nos dias atuais, com taxas de aumento de 20% ao ano no consumo, devendo ultrapassar 30% em 2016 (MERCADO, 2016), e possui diversos órgãos certificadores. Abordaremos dois dos principais: o Instituto Biodinâmico (IBD) e a ECOCERT: Organismo de Inspeção e Certificação. As certificadoras de orgânicos são responsáveis pela emissão dos rótulos que garantem a qualidade orgânica dos produtos, válidos para mercado interno e externo, com os quais o Brasil possua acordos de exportação.

IBD: o selo do Instituto Biodinâmico atua em todo o Brasil e América do Sul. Possui fundamentos na parte social, com princípios humanistas, focando em legislação trabalhista, incentivando o comprometimento social dos projetos certificados, e a legislação ambiental, possuindo também um enfoque na recuperação e conservação do meio ambiente. Em relação ao mercado externo, o IBD é acreditado por 7 organismos nacionais e internacionais: (1) ASI, *Accreditation Services international*; (2) MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; (3) CGCRE, Coordenação Geral de Acreditação do INMETRO; (4) O IOAS, criado em 1997 pela Federação Internacional de Movimentos de Agricultura Orgânica (IFOAM); (5) IFOAM; (6) USDA (*United States Department of Agriculture*), que garante acesso ao mercado norte-americano; e (7) DEMETER INTERNATIONAL, que garante a o uso de sua reconhecida marca de rotulagem.

ECOCERT: os certificados ECOCERT são válidos em grande parte dos mercados em razão das múltiplas acreditações do mesmo. Possui ótima reputação no mercado internacional tanto pelos consumidores, quanto pela indústria de produtos orgânicos. No mercado europeu, a obtenção do selo auxilia a permissão de negociação internacional para os importadores.

Perspectivas da rotulagem no Brasil

A rotulagem ambiental no Brasil ainda é relativamente jovem e o mercado consumidor ainda necessita de certas informações de como lidar e reconhecer produtos que realmente seguem uma certificação correta, assim como as empresas necessitam observar o nicho da rotulagem ambiental como oportunidade de negócio. Os rótulos ambientais nos dias de hoje constituem uma oportunidade estratégica para a empresa que deseja agregar valor à sua imagem e se diferenciar de seus competidores (CAMPANHOL et al., 2003).

As organizações que utilizam produções ambientalmente sustentáveis, e se comportam de maneira proativa, possuem mais chances de encontrar soluções eficazes para os problemas ambientais, obtendo vantagens em relação aos concorrentes quando pleiteiam rótulos e certificações e também quanto ao cumprimento de regulamentações e à satisfação de expectativas do consumidor.

Um caso recente que pode servir de exemplo é a Nestlé, uma das maiores compradoras de leite, cacau e café do mundo. A multinacional possui grande impacto da maneira que gerencia sua matéria-prima, origem e processamento. Ao todo, a multinacional possui 760 mil fornecedores espalhados pelo globo, e um consumidor cada vez mais exigente em saber de onde vem a matéria-prima do produto que está na prateleira, quem o produziu, e de qual país ele é oriundo. Boas práticas agrícolas de sustentabilidade estão em jogo no processo, e certificações serão em breve exigidas, para uma confiabilidade e rastreabilidade do produto, e o fornecedor que conseguir

responder a essas questões, ganha a confiança do cliente, afirma Hans Jöhe, principal executivo da área de Agricultura da companhia (VALOR, 2016).

Nos países em desenvolvimento, como o Brasil, com grande potencial para o fornecimento de bens e produtos agrícolas para suprir a crescente demanda mundial de alimentos, a rotulagem ambiental acabará sendo incorporada como forma de conquistar novos mercados, ou simplesmente para cumprir as exigências para exportação aos países desenvolvidos. Ainda há um importante papel das ONGs com as campanhas informativas, e dos consumidores do mercado interno, mais atentos à sustentabilidade, e exigindo credibilidade das informações prestadas pelas empresas (CAMPANHOL et al., 2013), sendo necessários selos com auditorias realizadas por terceiras partes (tipos I e III), e não somente investimento em de selos Tipo II (autodeclarações).

O processo de certificação e rotulagem ambiental ainda é dispendioso, principalmente para pequenas e médias empresas. O custo maior não se encontra no processo de certificação em si, ou no pagamento anual da taxa de manutenção do Selo Ambiental, mas, sim, na adequação dos processos de produção e gerenciamento, para se ajustar aos critérios estabelecidos por cada norma específica, como a instalação de novos equipamentos e o cumprimento de todos os aspectos da legislação ambiental, trabalhista ou fundiária, como no caso da produção florestal (WELLS, 2006).

É estritamente necessário o diálogo entre os diversos órgãos governamentais responsáveis pela rotulagem no Brasil, como o Ministério do Meio Ambiente (MMA), o Ministério da Indústria e Comércio, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e o INMETRO, e também o segundo setor, ou seja, as empresas e organizações privadas. Isso é essencial para que os interesses de todos os setores sejam identificados, além de atender às tendências e perspectivas do mercado internacional.

De acordo com Moura (2013), a maioria dos consumidores não dispõe de conhecimento necessário para tomar decisões sobre produtos sustentáveis. A valorização de produtos que não agridem o meio ambiente também está vinculada a valores culturais e éticos, os quais se desenvolvem gradualmente. Portanto, o fortalecimento da conscientização do mercado consumidor deve ser o foco pelos programas de rotulagem no Brasil, para desenvolver e prover uma maior quantidade de produtos de qualidade ambiental.

Por fim, há uma necessidade de padronização mundial de rótulos ambientais, colocando empresas de diferentes mercados em um mesmo patamar e grau de exigência. Devemos refletir sobre a importância da rotulagem ambiental, não somente pelas vantagens competitivas e econômicas destacadas, mas por exigirem da produção tecnológica o desenvolvimento de técnicas e inovações que garantirão que a produção seja sustentável. O maior objetivo de todas as tecnologias verdes é que a população consiga consumir apenas os produtos, e não nosso planeta.

Pesquise mais

O artigo a seguir, disponível *on-line* gratuitamente pelo IPEA, trata sobre as perspectivas e atualidades na rotulagem ambiental no Brasil.

MOURA, A. M. M. O mecanismo de rotulagem ambiental: perspectivas de aplicação no Brasil. **Boletim regional, urbano e ambiental**, v. 7, IPEA, 2013. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5655/1/BRU_n07_mecanismo.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2016.

Sem medo de errar

Retomando a situação apresentada no início desta seção, um produtor de noz-macadâmia procura por Patrícia, pois deseja consultoria para obter alguns selos ambientais. Seu nome é Luiz, e ele deseja certificar seus produtos orgânicos para obter as vantagens que essa rotulagem lhe propicia. Quais selos ambientais Luiz pode obter na sua produção orgânica? Quais as vantagens desses rótulos aplicados no Brasil? Você conhece alguns exemplos desses rótulos?

Atenção

Reveja alguns selos relativos à produção florestal e produtos orgânicos.

Luiz poderá obter algumas certificações em sua produção, dentre as apresentadas nesta seção. Selos que rotulam produtos orgânicos possuem várias certificadoras no país, dentre elas o IBD e o ECOCERT. Como vimos, o Selo IBD é emitido pelo Instituto Biodinâmico, que atua em toda a América do Sul. Possui foco humanista, incentivando ações sociais por parte das empresas, além da preocupação com sustentabilidade. O selo ECOCERT é válido em grande parte dos mercados em razão das múltiplas acreditações da mesma. O selo é reconhecido e possui ótima reputação no mercado internacional tanto pelos consumidores, quanto pela indústria de produtos orgânicos.

Esses selos oferecem várias vantagens. Como estudamos, além de agregarem valor aos produtos, competindo com vantagens com a concorrência, eles são acreditados por organismos internacionais, que proporcionam o acesso de produtos brasileiros em mercados internacionais, como a União Europeia e os Estados Unidos, que possuem clientes muito exigentes.

Avançando na prática

Fixando o carbono

Descrição da situação-problema

Dentre as preocupações desse século, está o problema da emissão de gases de efeito estufa (GEE). Muitas empresas já se preocupam em neutralizar as emissões desses gases, e podem ser certificadas por essa preocupação ambiental. Patrícia recebe o diretor geral de uma distribuidora de produtos alimentícios, que deseja que sua empresa obtenha um selo de responsabilidade ambiental, certificando que houve a preocupação de compensar/quantificar as emissões de gases provenientes das suas atividades. Um dos programas mais conhecidos que direcionam empresas a realizarem seus inventários de emissão de GEE no Brasil possui três escopos. Este programa, de acordo com o grau de profundidade dos inventários, estabelece três selos diferentes para as organizações, que podem utilizá-los em inventários de emissões de GEE, Relatório Anual e/ou de Sustentabilidade e outros materiais de comunicação corporativa. Qual o nome deste programa ambiental? Qual o órgão responsável pela sua emissão no Brasil? Quais são os três escopos? Existe algum outro programa no Brasil cujo objetivo é a neutralização de carbono? E como essas emissões podem ser neutralizadas?

Lembre-se

Veja exemplos de selos que abordem os GEE e suas características.

Resolução da situação-problema

O nome do programa que possui três escopos em relação às emissões de inventários sobre GEE é o GHG Protocol, também chamado de Protocolo GHG, que foi introduzido no Brasil pelo Centro de Estudos em Sustentabilidade (GVces) da Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas (FGV EAESP), sendo esse órgão o responsável pela sua emissão no Brasil. Esse inventário é utilizado para analisar e reduzir os impactos relativos às emissões de GEE, pois possibilita quantificação. Como vimos, o programa envolve três escopos: (1) referente às emissões diretas da empresa; (2) relacionado às emissões do consumo de energia elétrica; (3) relativo às emissões indiretas de GEE, como devido aos materiais e insumos adquiridos (*upstream*) ou vendidos (*downstream*) pela organização.

Outro rótulo ambiental que possui escopo parecido, que certifica neutralização de emissões de carbono é o Programa *Carbon Free*, desenvolvido pela Iniciativa Verde. Ele certifica organizações que compensam as emissões de GEE por produtos,

serviços, construções ou eventos. Esse tipo de projeto também é conhecido como compensação de carbono e neutralização de carbono, que podem ser realizadas, por exemplo, por meio do plantio de árvores nativas da Mata Atlântica.

Faça você mesmo

A rotulagem ambiental no Brasil começa a dar os primeiros resultados, iniciando um processo de amadurecimento do consumidor. Quais estratégias a rotulagem ambiental brasileira deve seguir para conseguir ampliar seus resultados, e qual a importância de o mercado brasileiro obter rótulos ambientais?

Faça valer a pena

1. O programa lançado pela Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas no Brasil e que estimula empresas a elaborarem inventários de emissão de GEE é:

a) FGV *Quality*.
b) *Carbon Free*.
c) GHG Protocol.
d) IBD.
e) ECOCERT.

2. Assinale a alternativa que possui dois selos ambientais que certificam produtos orgânicos:

a) FSC e ECOCERT.
b) IBD e RGMAT.
c) GHG e *Carbon Free*.
d) IBD e ECOCERT.
e) ECOCERT e RGMAT.

3. Qual a importância econômica da obtenção de rótulos ambientais para o Brasil?

a) Para aumentar a sua fronteira agrícola.

b) Para facilitar o acesso em mercados de países desenvolvidos.

c) Para aumentar sua produtividade agrícola.

d) Para participar de blocos econômicos mundiais.

e) Para se tornar um dos grandes consumidores de produtos industrializados.

Referências

PLANETA orgânico. Disponível em: <http://www.planetaorganico.com.br/site/>. Acesso em: 29 jun. 2016.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14001**: Sistemas da gestão ambiental - Requisitos com orientações para uso.Rio de Janeiro: [s.n.]. 2004.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14020**: Rótulos e declarações ambientais - Princípios Gerais . Rio de Janeiro: [s.n.], 2002.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14021**: Rótulos e Declarações Ambientais - Autodeclarações Ambientais – Rotulagem Ambiental Tipo II. Rio de Janeiro: [s.n.], 2004.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14024**: Rótulos e Declarações Ambientais - Rotulagem Ambiental Tipo I – Princípios e Procedimentos. Rio de Janeiro: [s.n.], 2004.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14025**: Rótulos e Declarações Ambientais - Rotulagem Ambiental Tipo III – Princípios e Procedimentos. Rio de Janeiro: [s.n.], 2001.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14040**: Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura. Rio de Janeiro: [s.n.], 2009.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14044**: Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Requisitos e orientações. Rio de Janeiro: [s.n.], 2014.

ABRALATAS. **Lata é embalagem de menor impacto ambiental, diz estudo**. 2007. Disponível em: <http://www.abralatas.org.br/lata-e-embalagem-de-menor-impactoambiental-diz-estudo/>. Acesso em: 21 jun. 2016.

ABRE - Associação Brasileira de Embalagens. **Diretrizes de rotulagem ambiental para embalagens**. 2012. Disponível em: <http://www.abre.org.br/wp-content/uploads/2012/07/cartilha_rotulagem.pdf>. Acesso em: 7 jun. 2016.

BARBOZA E. M. F. **Rotulagem Ambiental**: Rótulos ambientais e análise do ciclo de vida (ACV), 2001. Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT). Rio de Janeiro. Disponível em: <http://docplayer.com.br/2788810-Rotulagem-ambiental-rotulos-ambientais-e-analise-do-ciclo-de-vida-acv.html>. Acesso em: 29 jun. 2016.

BENOIST, A. **Elements d'adaptation de la methodologie d'analyse du cycle de vie aux carburants vegetaux: cas de la première generation**. Tese de doutorado apresentada à École de Mines Paris Tech, Paris, France, 2009. 232 p.

BRASIL. Decreto 6323 de 27 de dezembro de 2007. Regulamenta a Lei no 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 28 dez. 2007, p. 2. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/Decreto/D6323.htm>. Acesso em: 2 ago. 2016.

BRASIL, Lei n° 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 24 dez. 2003, p. 8. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.831.htm>. Acesso em: 2 ago. 2016.

BRASIL. **Lei 12.305 – Política Nacional de Resíduos Sólidos**. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 21 jun. 2016.

BRASIL. **Resolução nº 04/2010**. Dispõe sobre a Aprovação do Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida e dá outras providências. Conselho Nacional de Metrologia, Normalização, e Qualidade Industrial – CONMETRO, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC. 2010.

CAMPANHOL. E. M.; ANDRADE, P.; ALVES, M. C. M. Rotulagem ambiental: barreira ou oportunidade estratégica? **Revista Eletrônica de Administração – FACEF**, v. 2, p. 1-13, 2003.

CERTIFICAÇÕES ambientais mais conhecidas. **Logística reversa**. 2013 Disponível em: <http://www.logisticareversa.net.br/noticias/certificaes-ambientais-mais-conhecidas>. Acesso em: 28 jun. 2016.

CERTIFICAÇÕES: IBD orgânico e orgânico Brasil. Botucatu: **IBD Certificações**. Disponível em: <http://ibd.com.br/pt/IbdOrganico.aspx>. Acesso em: 7 jun. 2016.

CICLOVIVO: Cada árvore da Mata Atlântica chega a retirar 163 kg de CO2 da atmosfera. São Paulo, Ciclovivo, 2013. Disponível em: <http://ciclovivo.com.br/noticia/cada-arvore-da-mata-atlantica-chega-a-retirar-163-kg-de-co2-da-atmosfera/>. Acesso em: 2 ago. 2016.

COMMONER, B. The relation between Industrial and Ecological Systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 5, p.125-129, 1997.

CURRAN, M. A. **Life Cycle Assessment**: Principles and Practice. EPA – Environmental Protection Agency: Cincinnati, EUA, 2006. 88 p.

EC (European Comission) JRC (Joint Research Centre) IES (Institute for Environment and Sustainability). ILCD International Reference Life Cycle Data System. **General Guide for Life cycle Assessment** – Detailed guidance. 2010a

EC (European Comission) JRC (Joint Research Centre) IES (Institute for Environment and Sustainability). ILCD International Reference Life Cycle Data System. **Analysis of existing Environmental Impact Assessment methodologies for use in Life Cycle Assessment**, 2010b.

ENCICLO Soluções sustentáveis. 5 softwares para realizar análise de ciclo de vida (acv) dos seus produtos, 2015. Disponível em: < http://blog.enciclo.com.br/5-softwares-para-realizar-analise-de-ciclo-de-vida-acv-dos-seus-produtos/>. Acesso em: 21 jun. 2016.

EPD – Environmental Products Declaration. Disponível em: <http://www.environmentalproductdeclarations.com/>. Acesso em: 22 ago. 2016.

FSC Brasil: Florestas para todos para sempre. São Paulo: FSC Brasil, 2016. Disponível em: <https://br.fsc.org/pt-br>. Acesso em: 29 jun. 2016.

GEN: Global Ecolabelling Network. Tokyo: Global Ecolabelling Network. Disponível em: <http://www.globalecolabelling.net/>. Acesso em: 7 jun. 2016.

GHG Protocolo Brasil. São Paulo: FGV EAESP, 2016. Disponível em: <http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/>. Acesso em: 29 jun. 2016.

GRAEDEL, T. E.; ALLENBY, B. R. **Industrial Ecology**. New Jersey/USA: Prentice Hall, 1995.

GUINÉE, J. B. et al. **Handbook on life cycle assessment**: operational guide to the ISO standards.Dordrecht, Holanda: Kluwer Academic Publishers, 2004.

IB D Certificações: Inspeções e Certificações Agropecuárias e Alimentícias. Botucatu; IBD Certificações, 2016. Disponível em: <http://ibd.com.br/pt/Default.aspx>. Acesso em: 29 jun. 2016.

IBICT - INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Avaliação do Ciclo de Vida**. Disponível em: <http://acv.ibict.br/banco-nacional/o-que-e-sicv/>. Acesso em: 21 jun. 2016.

INICIATIVA verde: Programas Carbon Free, 2016. São Paulo: OSCIP **Iniciativa Verde**, 2016. Disponível em: <http://www.iniciativaverde.org.br/>. Acesso em: 29 jun. 2016.

LEGIFRANCE. LOI nº 2010-788 du 12 juillet 2010 – Article 228: portant l'engagement national pour l'environnement. Disponível em: <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexteArticle.do;jsessionid=5CC932075C1106B897A7CBA83C508092.tpdjo11v_1?idArticle=JORFARTI000022471699&cidTexte=JORFTEXT000022470434&dateTexte=29990101&categorieLien=id>. Acesso em: 21 jun. 2016.

MERCADO de orgânicos cresce o dobro no Brasil. Rio de Janeiro: **Organicsnet**, 2016. Disponível em: <www.organicsnet.com.br/2016/01/mercado-de-organicos-cresce-o-dobro-no-brasil/>. Acesso em: 29 jun. 2016.

PAES, M. X. **Inventário do ciclo de vida do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos do município de Piedade/SP e projeções de cenários para avaliação de impactos ambientais**. 2013. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental)-Faculdade de Engenharia de Bauru, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2013.

PLANETA orgânico: Quem certifica, 2016. Disponível em: < http://planetaorganico.com.br/site/index.php/quem-certifica/>. Acesso em: 29 jun. 2016.

RÓTULO ambiental ABNT: Reconhecimento e transparência. Rio de Janeiro: **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/rotulo/pt/>. Acesso em: 2 ago. 2016.

RYDING, S. International Experiences of Environmentally Sound Product Development Based on Life Cycle Assessment, **Swedish Waste Research Council**, AFR Report 36, Stockholm, 1994.

SETAC - Society of Environmental Toxicology and Chemistry, **Guidelines for Life-Cycle Assessment**: A 'Code of Practice', SETAC, Brussels, 1993.

VALOR Econômico: Laços estreitos com o fornecedor. Valor Econômico. 2016. Disponível em: <http://www.pressreader.com/brazil/valor-econ%C3%B4mico/20160418/282162175387247>. Acesso em: 20 jun. 2016.

VIGON, B. W. et al. **Life Cycle Assessment**: inventory guidelines and principles. EPA/600/R-92/245. Cincinnati, USA: Environmental Protection Agency, Risky Reduction Engineering Laboratory, 1993.

Aplicação das tecnologias em favor da sustentabilidade

Convite ao estudo

O desenvolvimento industrial deve adotar tecnologias limpas e ferramentas adequadas para melhor utilização de seus recursos naturais, renováveis e não renováveis. Conhecemos ao longo das unidades passadas algumas dessas tecnologias e ferramentas aplicadas, como energias limpas, ecoeficiência, *benchmarking*, rótulos ambientais etc. Todas elas fazem parte de nosso objetivo de conhecer as tecnologias para o estabelecimento de uma estratégia ambiental preventiva integrada aos processos, produtos e serviços para aumentar a ecoeficiência e reduzir os riscos ao homem e ao meio ambiente.

Nesta unidade, estudaremos a aplicação das tecnologias em favor da sustentabilidade, como tecnologias para o tratamento de água; controle da poluição do ar e do solo; utilização da biotecnologia e de desenvolvimento de fontes alternativas de energia e, por fim, faremos uma análise crítica e econômica das tecnologias aplicadas ao meio ambiente e das perspectivas futuras relacionadas ao tema.

Desta vez, você será o personagem atuante em nossa unidade final, como tecnólogo ambiental de uma multinacional, produtora e beneficiadora de alimentos, que lida com diversas fases do ciclo produtivo, desde o cultivo de vegetais como cana-de-açúcar, soja, milho e cereais, até sua embalagem e distribuição para o mercado interno e externo. Você faz parte do departamento de tecnologia ambiental aplicada, o qual tem como função, entre outras, buscar e testar inovações tecnológicas nas diversas áreas da empresa, como nas áreas agrícolas, de equipamentos e maquinários, logística, de tratamento de resíduos, entre outras. Você, que já aprendeu sobre diversas tecnologias, é capaz de aplicar algumas ao cotidiano de uma empresa? Quais tecnologias podem trazer

maior sustentabilidade à empresa produtora e beneficiadora de alimentos? Em quais áreas você pode aplicar tecnologias ambientais?

Nessa caminhada, inicialmente, apresentaremos algumas tecnologias de tratamento de esgoto e de controle da poluição do ar e do solo, como tecnologias de fim-de-tubo e biorremediação de ambientes contaminados. Outras tecnologias, como os OGM (Organismos Geneticamente Modificados) e as matrizes energéticas serão foco das discussões. Por fim, faremos uma análise sobre as tecnologias aplicadas ao meio ambiente, traçando um paralelo com os novos projetos e discutindo sobre as perspectivas futuras da sustentabilidade.

Seção 4.1

Tecnologias para tratamento de água, esgoto e efluentes industriais

Diálogo aberto

A água é um recurso renovável, mas que se encontra escasso em várias partes do mundo. Novas tecnologias para o tratamento dos efluentes são necessárias para o uso racional desse recurso, essencial à vida e a inúmeras atividades.

Como vimos acima, você é o nosso personagem da vez: o tecnólogo de meio ambiente de uma empresa multinacional, que lida com produção e beneficiamento de alimentos diversos. A empresa trata desde a produção, com agricultores associados, até o beneficiamento do produto, a embalagem, o transporte e a venda para o mercado interno e externo. Uma de suas funções na empresa é buscar novas tecnologias para suprir as demandas e corrigir os problemas que surgirão com a nossa caminhada.

A empresa atualmente utiliza uma grande quantidade de água para lavagem de equipamentos, principalmente do beneficiamento de grãos. Recentemente, a empresa recebeu um relatório da ETE (estação de tratamento de esgoto) local, informando que devido ao crescente volume de resíduos eliminados, a pequena estação não está sendo capaz de tratar seus efluentes, sugerindo que a empresa investisse na construção de uma estação própria. O único problema é o espaço físico, já que não existe uma grande área para a construção de uma ETE. Qual solução, considerando o pouco espaço físico disponível, você apontaria para a empresa? E há alguma diferença desta solução para uma estação de tratamento tradicional?

A sugestão feita pela ETE é de grande importância, pois o futuro da empresa está em jogo, já que ela possui responsabilidade sobre os resíduos eliminados pelos próprios processos de produção. Para lidar com os questionamentos feitos, você deve conhecer um pouco mais sobre as tecnologias do tratamento de esgoto, seus tipos e suas características.

Surpreenda seus chefes e acompanhe a atual seção, na qual trataremos sobre as tecnologias para tratamento de água, esgoto e efluentes industriais: tratamento físico-químico; tratamento biológico e tecnologia MBR. Ao final de seus estudos, você será capaz de saber as principais características de cada tratamento, sabendo qual a vantagem e quais são os processos que envolvem cada tipo.

Não pode faltar

O tratamento de esgoto é essencial para a manutenção de lagos, rios, mares e outros corpos d'água. Nós já vimos algumas tecnologias envolvidas no descarte de resíduos das produções tecnológicas (Unidade 1, Seção 3). A água pode ser utilizada industrialmente para diversos fins, como resfriamento de caldeiras, lavagem de equipamentos, incorporação no produto, em processos químicos e também nos sistemas sanitários. Todos esses efluentes devem receber o tratamento adequado, quando não possuírem as características previstas em resoluções do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Para isto, existem diversas tecnologias que podem fazer a utilização da água ser mais sustentável, devolvendo ao ambiente um efluente tratado e que não comprometa a saúde humana e a qualidade de corpos d'água.

De acordo com a norma NBR 9800 (ABNT, 1987), efluente líquido industrial é definido como "despejo líquido proveniente do estabelecimento industrial, compreendendo efluentes de processo industrial, águas de refrigeração poluídas, águas pluviais poluídas e esgoto doméstico". Os processos de tratamento desses efluentes são divididos em físicos, químicos e biológicos, com diferenças entre eles. Vamos conferir:

- **Tratamentos físicos**: dependerão das propriedades físicas dos resíduos, como tamanho de partícula, peso específico, viscosidade etc. Exemplos: gradeamento, sedimentação (física), filtração, flotação, regularização/equalização etc.
- **Tratamentos físico-químicos**: serão utilizados conforme as propriedades físico-químicas apresentadas pelos resíduos presentes no efluente. Exemplos: coagulação, precipitação, troca iônica, oxidação, neutralização, osmose reversa e ultrafiltração.
- **Tratamentos biológicos**: é realizado por meio de reações bioquímicas para a degradação dos contaminantes, utilizando processos aeróbios e anaeróbios. Exemplos: lodos ativados, lagoas aeradas, biodiscos, filtro percolador, valas de oxidação e reatores sequenciais descontínuos (SBR).

Trataremos agora sobre os processos físico-químicos e biológicos do tratamento de efluentes. Os tratamentos realizados nas ETE possuem diversas fases e a seguir estão descritas as principais:

1. Gradeamento: partículas e objetos sólidos grandes são retidos por grades com espaçamento que varia entre 5 e 10 cm, as quais são uma barreira primária que evita danos em bombas e tubulações e também filtra as primeiras impurezas.
2. Desarenação: a areia é removida por sedimentação, pois possui maior densidade, enquanto a matéria orgânica permanece em suspensão. A remoção

de areia evita danos nos equipamentos e tubulações, e facilita o transporte do lodo nas fases seguintes.

3. Coagulação e floculação: concentra as impurezas em suspensões finais ou em estado coloidal, algumas podem ainda ser dissolvidas na água, aglomerando-as em partículas maiores para que sejam removidas com maior facilidade. A coagulação usa como reagente sais de alumínio e ferro. No Brasil, é comum a utilização do sulfato de alumínio ($Al_2(SO_4)_3$). Algumas bases (como hidróxido de cálcio ($Ca(OH)_2$) ou sais de caráter básico, como o carbonato de sódio (Na_2CO_3), são adicionados para controlar o pH da solução. Os resíduos são agregados por adsorção e se aglutinam no sal utilizado, formando flocos de impurezas.

4. Decantação: os flocos formados na etapa anterior são colocados em repouso e, por diferença de densidade, os resíduos se sedimentam no fundo do decantador. Os sedimentos constituem o chamado lodo químico, o qual é separado dos efluentes.

5. Separação lodo-efluente: ocorre a separação entre o lodo químico (fase sólida) e o efluente (fase líquida) através de filtros.

6. Tratamento biológico: é realizado um tratamento que utiliza microrganismos que degradam a matéria orgânica. Depois de a água passar por um decantador secundário, ela pode ser devolvida ao ambiente. Adicionalmente, alguns processos podem incluir, por exemplo, desinfecção ultravioleta antes do descarte em corpos d'água, como rios e riachos.

7. Desidratação mecânica: utilizando filtros específicos, o lodo restante (fase sólida) pode ser desidratado, obtendo-se um lodo com teor de umidade próximo aos 35%.

Exemplificando

O lodo resultante dos processos físico-químicos e biológicos pode ser armazenado e utilizado para obtenção de energia, por exemplo. Também pode ser utilizado na agricultura, já que a aplicação deste resíduo em solo agrícola é regulamentada no Brasil pela Resolução CONAMA n° 375/2006 (BRASIL, 2006), que define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados.

Na agricultura, o lodo de esgoto pode substituir fertilizantes, porém esse uso deve ser feito com atenção à dosagem correta para não prejudicar o ambiente. Neste caso, a obtenção do lodo está contribuindo para o desenvolvimento sustentável.

No caso da presença de alguns metais pesados, alguns processos podem ser realizados:

- **Oxidação de cianetos**: os íons cianetos (CN-) são compostos tóxicos que se ligam fortemente aos metais, inclusive aqueles presentes no metabolismo de plantas e animais, como o ferro (presente na hemoglobina), e podem alterar a eficiência do uso do oxigênio molecular, causando bloqueio da cadeia respiratória, o que pode levar à morte. Os cianetos presentes nos efluentes podem ser eliminados pela sua oxidação em cianatos, utilizando oxidantes fortes, como o hipoclorito de sódio (NaClO), em meio alcalino, que se pode obter por meio da adição de soda cáustica. Metais comumente ligados a cianetos são: zinco, cobre, níquel, prata e cádmio.
- **Redução de cromo hexavalente**: o cromo (VI) é utilizado em banhos de galvanoplastias e como componente anticorrosivo de tintas industriais, por isso podem estar presente em efluentes. O processo reduz o cromo hexavalente para trivalente. Este processo é efetuado por adição de um agente redutor, como o bissulfito de sódio, em meio ácido, necessário para a ocorrência da reação.

Assimile

O Cromo (VI) é carcinogênico quando inalado e é solúvel em pH ácido e alcalino. A escala de pH (potencial de hidrogênio) possui valores de 0 a 14 e classifica as substâncias em ácidas (pH menor que 7) e básicas (pH maior que 7).

Efluentes industriais possuem diferentes características e necessitam de análises prévias para definição das tecnologias adequadas para seu tratamento.

A tecnologia do tratamento biológico é normalmente feita por processos aeróbios (com aeração) e anaeróbios (sem aeração), nos quais os microrganismos expostos consomem a matéria orgânica presente no efluente. Um dos sistemas mais utilizados e eficientes é o chamado lodo ativado. Esse processo é baseado na oxidação de matéria orgânica por bactérias heterotróficas, por meio da aeração do esgoto ou efluente industrial. É importante ressaltar que nesse efluente não deve haver materiais que prejudiquem o desenvolvimento bacteriano. No final do processo, o lodo pode ser utilizado em novos efluentes para inocular os microrganismos.

Alguns fatores influenciam o tratamento biológico aeróbio, de acordo com Kurita (2016):

1. pH: o valor deve ser estabilizado entre 6 e 8, permitindo o crescimento bacteriano e a decantação adequada.

2. Temperatura: deve estar ajustada entre 20° e 30 °C.
3. Oxigênio dissolvido: deve variar entre 1 e 4 ppm.
4. Nutrientes: a relação entre os nutrientes deve obedecer a seguinte relação:

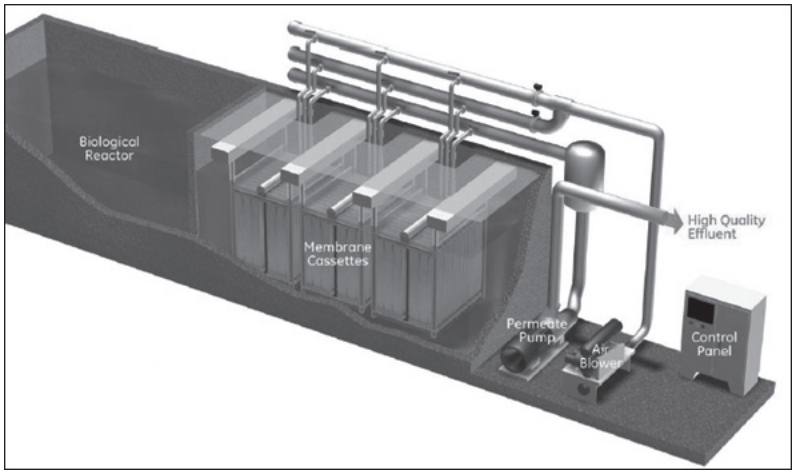
DBO (Carbono): N (Nitrogênio): P (Fósforo) = 100: 5: 1. Isso quer dizer que para cada 100 gramas de matéria orgânica (DBO), há uma demanda de 5 g de nitrogênio e 1 g de fósforo para a biodegradação e floculação adequadas, sendo muitas vezes necessário a adição de nutrientes.

Com relação à tecnologia do tratamento anaeróbico, o esgoto é armazenado em um reator anaeróbio, que pode ter a temperatura elevada para acelerar o processo de degradação. Esse processo leva de alguns dias a semanas, e é indicado para efluentes com altas concentrações de matéria orgânica.

Tecnologia MBR ou biorreatores com membranas

A utilização da água de reuso é uma das estratégias para mais bem aproveitar esse recurso, e novas tecnologias devem ser aplicadas para o tratamento e a devolução desses efluentes aos corpos d'água. Uma dessas novas tecnologias é o MBR (Membrane Bio Reactor) ou biorreator com membrana. Essa tecnologia envolve o tratamento com degradação biológica juntamente com membranas de ultrafiltração (Figura 4.1).

Figura 4.1 | Esquema geral de uma estação de tratamento com tecnologia MBR de membrana submersa



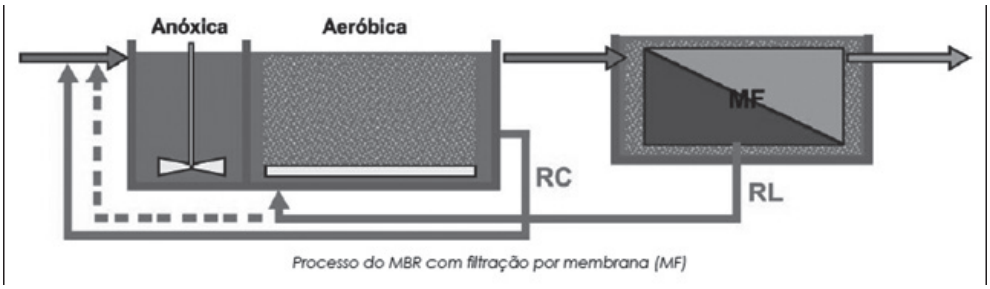
Fonte: MBR (2009). Biological Reactor: Reator biológico; Membrane Cassettes: cassetes de membrana; *Air blower*: Ventilador de ar; *Permeate pump*: bomba permeável; *Control panel*: Painel de controle; *High quality effluent*: efluente de alta qualidade.

O sistema MBR funciona como um filtro que deixa passar somente água, íons e moléculas de baixo peso molecular, retendo bactérias e resíduos sólidos devido à membrana. Esse tratamento é eficiente quando aplicado para efluentes industriais e sanitários, desde que sejam biodegradáveis, tendo algumas restrições, como para gordura e cálcio, por exemplo.

O sistema é parecido com o de lodo ativado, com um volume de tanque menor, mas que trabalha com concentrações de sólidos suspensos quatro vezes maior. Não há decantadores, mas, sim, um sistema com tanques contendo membranas de ultrafiltração, havendo assim redução significativa do espaço físico e garantia da maior eficiência no processo.

A sequência do processo ocorre em três etapas, com uma filtragem mecânica inicial (1), e a água passa para um biorreator que pode ter múltiplas zonas: anaeróbica, anóxica e aeróbica (2); após passar pelo biorreator, o efluente é transferido para o tanque de membranas, onde a água é separada do lodo (3), como é mostrado na Figura 4.2.

Figura 4.2 | Partes de um sistema MBR



Fonte: MBR (2009).

O uso do sistema MBR tem apresentado um grande crescimento em todo o mundo, inclusive no Brasil. Isso se deve principalmente às suas vantagens, como a qualidade dos efluentes tratados, com remoção de carga orgânica e nutrientes, microrganismos, por ser um processo mais estável e seguro, possibilitar o controle por telemetria e automação, consumir menos energia em relação aos sistemas convencionais de biorreatores aeróbios, pelo menor espaço físico da estação de tratamento, e também pelo preço que vem sendo reduzido devido ao aumento da aplicação e do interesse (MBR, 2009).

Reflita

O sistema MBR é capaz de tratar água do mar e, com o processo de osmose reversa, dessalinizar e torná-la potável.

Seria esta, então, a solução para as crises hídricas?

Tecnologias de filtração serão essenciais para a manutenção dos recursos hídricos, com o desenvolvimento de tecnologias limpas de produção. Em um levantamento realizado, menos da metade do Brasil (48,6%) conta com coleta de esgoto, portando, mais de 100 milhões de lares não contam com esse direito. A pior situação ocorre na região Norte, onde apenas 7,88% da população é atendida pelo serviço. Além disso, cerca de 35 milhões de brasileiros sequer têm acesso à agua tratada (TRATABRASIL, 2016). O investimento na área é essencial para melhorar a qualidade de vida da população, subir no *ranking* de IDH (Índice de Desenvolvimento Humano), no qual o Brasil ocupa a 75ª posição, e reduzir os gastos com saúde pública, já que grande parte das parasitoses são oriundas de ingestão de água de má qualidade.

Pesquise mais

O artigo disponível *on-line* apresentado a seguir possui um resumo sobre a tecnologia MBR, suas fases com maior detalhe, suas vantagens e um resumo da sua implementação no Brasil por algumas empresas.

MBR: Nova tecnologia para tratamento de efluentes. **Revista e Portal Meio Filtrante**, 2009. Disponível em: <http://www.meiofiltrante.com.br/edicoes.asp?id=444&link=ultima&fase=C>. Acesso em: 26 jul. 2016.

Sem medo de errar

Você está encarregado de resolver uma situação da empresa onde trabalha, correto? Após um relatório da ETE da cidade local, você recebe a informação que o volume de efluentes liberado é maior que a capacidade da estação. A empresa pode investir na construção de uma própria estação, mas não possui um grande espaço físico para tal. Qual solução você apontaria para a empresa, considerando o espaço físico reduzido disponível? E há alguma diferença desta solução para uma estação de tratamento tradicional?

Atenção

Estações comuns geralmente ocupam uma grande quantidade de espaço na sua instalação, principalmente pelos grandes decantadores que são necessários para os tratamentos tradicionais.

Uma tecnologia possível de ser implementada na empresa é a chamada MBR. Estudamos que o MBR é uma estação que possui um biorreator com membranas filtrantes. Essa tecnologia envolve o tratamento com degradação biológica com membranas de ultrafiltração.

Como vimos, esse sistema funciona como um filtro que deixa passar somente água, íons e moléculas de baixo peso molecular, retendo bactérias e resíduos sólidos. Ele possui grande eficiência no tratamento de efluentes industriais e sanitários, desde que sejam biodegradáveis. O sistema MBR é parecido com o convencional, chamado de lodo ativado, mas possui a vantagem de ocupar menor espaço físico, pois não possui decantadores para a separação dos sólidos suspensos. Portanto, isto o torna o mais apropriado para a situação em estudo.

Avançando na prática

Tratamento intensivo

Descrição da situação-problema

O tratamento de efluentes é essencial em qualquer indústria. Todavia, existem diferenças entre esses tratamentos. Você conheceu alguns deles e suas características.

Na implementação de uma estação de tratamento, deve-se conhecer muito bem qual o tipo de resíduo será tratado. O departamento de beneficiamento de grãos de uma agroindustrial libera uma quantidade grande de efluentes, com grande quantidade de matéria orgânica dissolvida e com muito material particulado. O diretor da companhia buscou recomendações do departamento de tecnologia onde você trabalha:

"– Ouvi dizer que existem tratamentos físico-químicos e biológicos. Qual devemos implementar para tratar os efluentes do departamento de beneficiamento de grãos?"

E então, caro aluno qual recomendação você daria ao diretor da companhia? Responda ao questionamento, informando corretamente sobre as tecnologias para o tratamento de água.

Lembre-se

Cada tipo de tratamento possui uma utilização para determinado tipo de efluente. Os tratamentos físico-químicos e os biológicos são aplicados para tratar diferentes características das águas residuais.

Resolução da situação-problema

Para o tratamento do efluente do departamento de beneficiamento de grãos, que possui muita matéria orgânica e material particulado suspenso, ambos os processos devem ser utilizados.

Os resíduos particulados suspensos podem ser removidos por meio dos métodos físico-químicos para garantir a agregação e a separação das partículas. Isto pode ser feito por coagulação e floculação, concentrando as impurezas, aglomerando-as em partículas maiores para que sejam removidas com maior facilidade.

Estes blocos de impurezas são separados do efluente, que ainda contém excesso de matéria orgânica. Neste caso, o método seguinte mais indicado seria o tratamento biológico, que por meio de microrganismos, iria degradar esta matéria orgânica, gerando um efluente clarificado, que pode ser lançado no corpo d'água.

Faça você mesmo

Os diferentes tipos de tratamento possuem processos que eliminam determinados tipos de resíduos. Em caso de metais e cianetos, que tipo de processo é envolvido? Quais metais são comuns de serem constatados nesse tipo de tratamento?

Faça valer a pena

1. Pode ser caracterizado como efluente industrial, de acordo com a NBR 9800 (ABNT, 1987):

a) Águas pluviais.

b) Resíduo sólido industrial.

c) Despejo líquido industrial e doméstico.

d) Águas fluviais.

e) Gases de efeito estufa.

2. É considerado um tratamento somente físico de efluente o processo de:

a) Lodo ativado.
b) Filtração.
c) Biodegradação.
d) Oxidação.
e) Neutralização.

3. Compreende um processo de tratamento físico-químico de efluentes:

a) Lodo ativado.
b) Biodiscos.
c) Gradeamento.
d) Troca iônica.
e) Sedimentação.

Seção 4.2

Tecnologias para controle de poluição do ar e do solo

Diálogo aberto

Quando fazemos um planejamento tecnológico de uma empresa ou organização, aprendemos que diversas tecnologias podem ser utilizadas para evitar a geração de resíduos. Você se lembra da P+L (produção mais limpa)? Com investimentos iniciais, pouparíamos muitos gastos no futuro com a remediação de resíduos no ar, solo e água. No entanto, quando isso não for possível, temos de tratar de minimizar esses resíduos. Que tecnologias podemos então utilizar? Na seção passada, aprendemos algumas tecnologias de tratamento de água; agora, vamos ampliar nossos horizontes aprendendo também sobre outros possíveis alvos da poluição: o solo e o ar.

Voltamos para o nosso universo, onde você possui o cargo de tecnólogo de meio ambiente de uma empresa multinacional, a qual lida com produção e beneficiamento de alimentos diversos, como cana-de-açúcar, soja, milho e cereais. A empresa trata desde a produção, com agricultores associados, até o beneficiamento do produto, a embalagem, o transporte e a venda para o mercado interno e externo. Vimos que a sua função nessa empresa é buscar novas tecnologias para suprir as demandas e corrigir os problemas que irão surgir durante a nossa caminhada.

Desta vez, um pequeno incidente ocorreu no campo de produção de milho: uma colhedeira colidiu com um caminhão da própria empresa, causando alguns transtornos. Algo preocupou os agrônomos responsáveis pela produção no local: o tanque do caminhão que estava cheio de óleo diesel foi perfurado, causando derramamento em um dos talhões (divisões da área de plantio) mais férteis da produção. Cerca de 400 litros de óleo diesel foram despejados na superfície do solo, e podem percolar para camadas mais profundas. Os agrônomos dizem que gostariam muito de recuperar esse solo, mas não sabem ao certo qual tecnologia podem aplicar. Assim, eles recorreram ao seu departamento, em busca de algum auxílio ou recomendação. Um deles relembra que em um evento na sua graduação ouviu falar do uso de microrganismos para descontaminar solos. Ele, então, questiona se você já ouviu falar do assunto.

Portanto, responda os seguintes questionamentos: Existe alguma técnica que envolva microrganismos, que pode ser utilizada para a descontaminação? Qual o nome dessa técnica e de quais formas ela é realizada? Ela pode ser utilizada mesmo para recuperar solos poluídos com derivados de petróleo, como o óleo diesel derramado pelo caminhão no acidente?

Os apontamentos levantados necessitam de um maior domínio em tecnologias para controle da poluição do solo, que serão tratadas nesta seção, com tecnologias para controlar a poluição do ar. Veremos que a tecnologia que será utilizada para a resolução do problema acima já foi utilizada com sucesso na resolução de problemas parecidos com o dos talhões da empresa multinacional onde você atua no momento. É hora de começar então os estudos, vamos lá!

Não pode faltar

Em alguns casos, é impossível realizar uma produção totalmente limpa, ou seja, que não elimine resíduos no ambiente. Isso, porém, não significa que não existam tecnologias que possam minimizar o problema de descarte. Na década de 1970, as organizações, para atender às novas legislações ambientais, adotaram práticas de tratamento e controle de poluição com a aplicação de tecnologias de fim-de-tubo (DIAS; PIRES, 2005).

Como vimos em seção anterior, as tecnologias de fim-de-tubo (*end-of-pipe*) possuem essa denominação porque reduzem a eliminação de poluentes no final de um processo, por meio de equipamentos como filtros e ciclones, instalados em pontos de descarga de poluentes.

É válido salientar que essas tecnologias não devem substituir os métodos de P+L, estudados na Unidade 2, e devem ser utilizadas para processar os resíduos que foram gerados no processo de produção, tratando-se de um processo de remediação ou diminuição da toxicidade, e não de prevenção. Algumas desvantagens das tecnologias fim-de-tubo podem ser citadas: são utilizadas após o desenvolvimento dos processos e produtos, acrescentam custos no projeto, não modificam equipamentos do processo existente, não possuem retornos econômicos e não agregam valor ao produto final (como rótulos ambientais, por exemplo). Trataremos sobre algumas tecnologias utilizadas no controle da poluição do ar e do solo, abordando os principais métodos e equipamentos existentes.

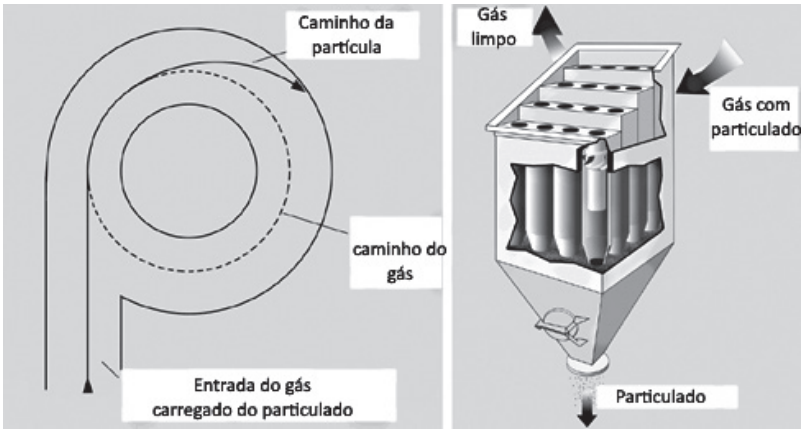
Reflita

Quais vantagens podem então ser proporcionadas pelo uso de tecnologias limpas, ao invés de investimentos em tecnologias de fim-de-tubo?

Tecnologias para controle da poluição do ar: uma das tecnologias mais utilizadas para controle da eliminação de gases poluentes é o uso dos multiciclones. O fluxo de gases penetra em uma câmara tangencialmente realizando uma trajetória helicoidal e obedecendo ao princípio da força centrífuga; assim, as partículas mais pesadas se concentram na periferia do tubo, se separam do fluxo de ar e são recolhidas pela gravidade na parte inferior do cone (saída inferior). O ar tratado segue em sentido ascendente para a extremidade superior do ciclone em trajetória espiral. Um **multiciclone** possui diversos ciclones em sua estrutura, como mostra a Figura 4.3.

As vantagens desse tipo de equipamento são: menor perda de carga (fluido, no caso, os gases); baixo custo de construção e manutenção; simples configuração e operação em amplas faixas de temperatura; compacto e com ocupação de pouco espaço físico. Possui como desvantagens a ineficiência com partículas aderentes, e partículas menores que 5 μm, e frequentes entupimentos. Esses equipamentos são muito utilizados em indústrias que possuem material particulado seco, como indústrias de cimento e minérios, por exemplo.

Figura 4.3 | Trajetória do ar em um ciclone (A) e estrutura de um multiciclone, visto em corte (B)



Fonte: adaptada de Fernandes (2003).

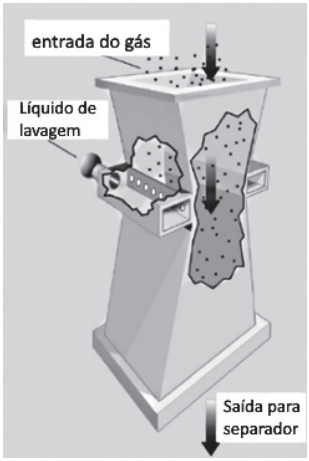
Assimile

Perda de carga é relativa à perda de energia dinâmica do fluido devido à fricção das partículas do fluido entre si e contra as paredes da tubulação, interferindo assim no escoamento do gás.

Outro equipamento largamente utilizado para o controle da poluição de emissões industriais é o **lavador de gás**. Seu princípio básico é a absorção de partículas presentes em um gás através de um meio líquido, utilizando contato forçado ou impactação inercial (são utilizados caminhos tortuosos onde as partículas têm dificuldade de passar e se depositam). O líquido após adentrar no aparelho (Figura 4.4) entra em contato com o gás e carrega as partículas para um sistema de tratamento de efluentes, onde ocorre a separação das partes sólidas e líquida, retornando ao sistema e reiniciando o ciclo. O ar limpo é eliminado pela saída do aparelho e a fase sólida é enviada para tratamento através de uma tubulação de saída, onde será enviada para destinação adequada, de acordo com sua composição.

As vantagens desse tipo de processo são: possibilidade de tratar partículas aderentes, com alta umidade e temperaturas elevadas. Sua desvantagem é que apresenta custo operacional alto, a necessidade de um sistema de ventilação potente para compensar as elevadas perdas de carga; uso de materiais resistentes à oxidação e corrosão devido à umidade; necessidade de um sistema de tratamento de efluentes e possibilidade de formação de condensados da umidade dos gases, formando névoas. Sua utilização é ampla em fornos, fornalhas, caldeiras, mineração, usinas de asfalto, álcool e açúcar, fabricação de papel e celuloses, metalúrgicas, geradores elétricos etc.

Figura 4.4 | Lavador de gás do tipo Venturini

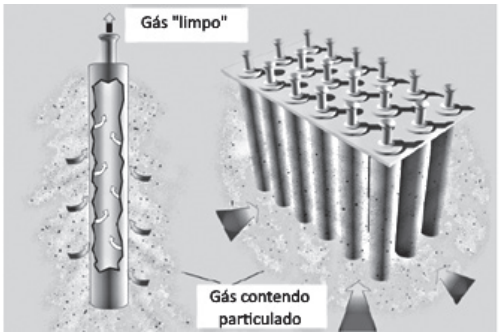


Fonte: adaptada de Fernandes (2003) .

Outra tecnologia bastante aplicada para remediação de gases é a filtração. Existe uma diversidade grande de filtros, os quais são divididos em filtros descartáveis e não descartáveis, que utilizam uma gama de mecanismos para a coleta das partículas, como a impactação inercial, intercepção, difusão, forças eletrostáticas e gravitacionais. Um dos filtros mais comuns é o **filtro de manga**, que é constituído de tecido, largamente utilizado na retenção de resíduos gasosos industriais.

As mangas que integram esse tipo de filtro possuem formato cilíndrico e são denominadas "bolsas". Com a passagem do gás, as bolsas retêm os resíduos particulados, deixando passar o ar filtrado. Um tipo de filtro de manga é mostrado na Figura 4.5, com retenção no exterior da bolsa (externa).

Figura 4.5 | Filtros de manga com filtragem externa



Fonte: adaptada de Fernandes (2003) .

Em pleno funcionamento, os filtros de manga são capazes de filtrar partículas com 99,9% de eficiência, mesmo quando há materiais com tamanho reduzido. Contudo, os filtros utilizados necessitam de limpeza, que pode ser realizada por sacudimento ou agitação mecânica, por jato pulsante de ar comprimido, jato de ar reverso ou a combinação desses processos.

Exemplificando

Os tecidos utilizados nas mangas podem ser de materiais diversos, como lã, Nylon®, polipropileno, fibra de vidro, Teflon®, Orlon®, entre outros.

As vantagens do processo são a alta eficiência de retenção, relativa baixa perda de carga e baixo custo operacional; utilização em processos com filtragem a seco. As desvantagens estão relacionadas às restrições à umidade e temperatura dos gases e necessidade de amplo espaço para instalação do equipamento.

Tecnologias de remediação de solo contaminado: o solo também é outro dos frequentes alvos de contaminação por uma gama vasta de poluentes, frequentemente solventes químicos, agrotóxicos, metais pesados, petróleo e seus derivados. Uma das principais preocupações hoje é a contaminação das águas subterrâneas, especialmente os aquíferos, que são usados como fontes de abastecimento de água para o consumo humano (CUSTANCE et al., 1992).

Quando o tratamento desses solos se torna necessário, a remediação é uma alternativa que pode minimizar os impactos com certa eficiência. A eficácia do processo depende das características do solo, e da natureza e do volume dos poluentes. Abordaremos algumas tecnologias com essa finalidade.

A **biorremediação** pode ser caracterizada como a utilização de organismos vivos para a conversão de contaminantes orgânicos em CO_2, água, biomassa, amônia, íons inorgânicos etc. Uma definição mais ampla, dada por Abhilash et al. (2008), inclui o uso de processos biológicos para melhorar os níveis de pH; concentrando os contaminantes visando uma maior facilidade de remoção por meio de técnicas físicas (como a filtração, por exemplo); ou a conversão de espécie tóxica em formas menos tóxicas, deste modo, recuperando locais contaminados para que voltem a ser

ecossistemas funcionais. Os microrganismos utilizados na técnica são principalmente bactérias e fungos, além de enzimas de degradação. Os gêneros bacterianos comuns utilizados são: *Pseudomonas*, *Xanthomonas sp.*, *Bacillus sp.*, *Azoarcus sp*. Já no reino dos fungos, gêneros comuns são: *Aspergillus sp.*, *Pleurotus sp.*, *Phanaerochaete sp.*, *Candida sp*. etc.

A biorremediação pode ser utilizada na degradação de petróleo, gasolina, óleo diesel, poliaromáticos, creosotos, álcool, acetona, éster, éter, halogenados, bifenilas policloradas, nitroaromáticos, esgotos, resíduos de fábricas de alimentos e bebidas, resíduos químicos em geral, entre outros compostos de natureza orgânica.

As técnicas utilizadas na biorremediação são classificadas como in situ (quando o solo é tratado no local) e *ex situ* (o solo contaminado é removido e levado para tratamento). A remediação in situ possui algumas técnicas, como exemplos as detalhadas na Quadro 4.1

Quadro 4.1 | Algumas técnicas utilizadas na biorremediação in situ

Técnica	Metodologia
Bioventilação	Consiste na injeção de ar ou oxigênio, estimulando a atividade microbiana, em resposta à uma crescente demanda bioquímica de oxigênio (DBO).
Bioestimulação	Ocorre a aplicação de nutrientes e/ou surfactantes, incrementando a atividade microbiana.
Bioaumentação	Consiste na inoculação de culturas puras ou consórcio microbiano (contém diversos microrganismos selecionados), que degradam o contaminante. A população pode ou não ser nativa do local, mas geralmente são utilizados microrganismos exóticos (não nativos).
Biolixiviação	Consiste na inoculação de microrganismos para lixiviação de substâncias de interesse, como por exemplo, resíduos de minérios.

Fonte: elaborada pelo autor.

Exemplificando

A biorremediação foi utilizada na descontaminação do desastre ambiental do petroleiro Exxon Valdez, em 1989. A bioestimulação, com outras técnicas, ajudou a minimizar os impactos do derramamento. Bactérias como as *Pseudomonas sp*. liberam compostos chamados biossurfactantes, que permitem acessar e quebrar as cadeias de carbono do petróleo e seus derivados, utilizando-os como fonte de energia.

A **biolixiviação** é um processo utilizado no beneficiamento de minérios. Em solos contaminados com metais, estes podem ser lixiviados por meio de um processo de dissolução resultado da utilização de microrganismos.

Os rejeitos da mineração, formados nas próprias minas, geralmente são dispostos em grandes pilhas, que podem causar grande impacto ambiental. Expostos ao intemperismo, podem causar a DAM (Drenagem Ácida de Mina) quando reagem com a água e o oxigênio atmosférico oxidando-se, poluindo corpos d'água e lençóis freáticos. Metais sulfetados, como a pirita (FeS_2) e arsenopirita (FeSAs) podem ser convertidos em ácido sulfúrico, agravando a contaminação.

Exemplificando

Bactérias podem ser utilizadas para lixiviar controladamente o rejeito com material sulfetado, produzindo uma solução ácida, denominada lixívia. Os metais resultantes do processo são enriquecidos, havendo agregação de valor ao rejeito. A técnica é amplamente utilizada em países como Austrália, África do Sul e Canadá (CIETEC, 2016).

Somente microrganismos podem ser utilizados na remediação? Não, a tecnologia engloba outros reinos. A fitorremediação é o emprego de plantas para a descontaminação de solos com resíduos na rizosfera (região do solo onde ocorrem raízes). A técnica pode ser dividida em:

1. **Rizofiltração**: ocorre tratamento de água por meio da absorção de contaminantes por tecidos vegetais radiculares, onde ficam retidos.
2. **Fitoextração**: os contaminantes são extraídos e retidos nos tecidos vegetais, em raízes e tecidos superiores; podem ser enviados para aterros.
3. **Fitotransformação**: usada no tratamento da água e do solo; neste processo, o metabolismo vegetal degrada os contaminantes orgânicos.
4. **Fitoestimulação**: técnica que estimula a atividade microbiana pelas raízes de plantas e a ação combinada entre ambos causa a degradação do contaminante.
5. **Fitoestabilização**: plantas são utilizadas para diminuir a dispersão de contaminantes no solo, como cádmio, zinco, níquel e cobre.

A fitorremediação é uma técnica de baixo custo, mas seu sucesso depende do desenvolvimento da planta. Contudo, existem poucos estudos sobre a técnica, e pouca aceitação por parte dos organismos de controle ambiental (BIORREMEDIAÇÃO, 2011). Exemplos de plantas utilizadas na técnica são a elodea (*Elodea sp.*) e o aguapé (*Eicchornia crassipes*).

Pesquise mais

Aprenda um pouco mais sobre a biorremediação, em uma das suas principais utilizações: na degradação de solos contaminados por petróleo e seus derivados.

ANDRADE, J. A.; AUGUSTO, F.; JARDIM, I. C. S. F. Biorremediação de solos contaminados por petróleo e seus derivados. **Eclética Química**, São Paulo, v. 35, n. 3, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-46702010000300002>. Acesso em: 1 set. 2016.

Sem medo de errar

A empresa está agitada com o acontecimento no campo de milho, você se lembra? O óleo diesel derramado pode causar alguns problemas ambientais e começa a gerar preocupações entre os agrônomos. Um deles relembrou do uso de microrganismos que podem auxiliar neste caso e você deve responder se existe alguma técnica que envolva microrganismos, que pode ser utilizada para a descontaminação. Qual o nome dessa técnica e de quais formas ela é realizada? Ela pode ser utilizada mesmo para recuperar solos poluídos com derivados de petróleo, como o óleo diesel derramado pelo caminhão no acidente?

Atenção

Existem diversas técnicas para tratamento da poluição do solo. Algumas são mais utilizadas que outras. As primeiras possuem maior pesquisa envolvida e são convenientes para a utilização em derramamentos de óleo diesel e outros derivados de petróleo.

Você estudou algumas tecnologias para o tratamento da poluição do solo e observou a existência de uma técnica chamada biorremediação, não é mesmo? Vimos que essa técnica utiliza microrganismos para a degradação bioquímica de poluentes no solo e pode ser realizada de diferentes maneiras. A primeira forma que estudamos foi a bioventilação, que injeta ar ou oxigênio no solo, fornecendo o oxigênio demandado pela atividade microbiana no local; a segunda foi a bioestimulação, na qual nutrientes são inoculados no solo, aumentando a população de microrganismos que agem no consumo dos poluentes; e a terceira técnica foi a bioaumentação, que consiste na inoculação de culturas puras ou consórcio microbiano (contém diversos microrganismos selecionados), que degradam o contaminante. Neste caso, a população microbiana pode ou não ser nativa do local de contaminação.

Essa tecnologia pode ser utilizada para diversos tipos de poluentes, inclusive para derivados de petróleo, como o óleo diesel. Bactérias, como as *Pseudomonas sp*., liberam compostos chamados biossurfactantes, que permitem acessar e quebrar as cadeias de carbono do petróleo e seus derivados, utilizando-o como fonte de energia. A tecnologia da biorremediação, por exemplo, foi utilizada no desastre ambiental do petroleiro Exxon Valdez, com outras técnicas de descontaminação.

Avançando na prática

Existe algo no ar

Descrição da situação-problema

Nem sempre é possível lidar com novas tecnologias e, na medida do possível, correções são necessárias para tornar os processos de produção mais sustentáveis. Na fábrica de grãos, alguns grãos são torrados em uma fornalha, a qual libera muitos resíduos no ar. Reclamações dos moradores da região são constantes devido à fuligem e ao constante cheiro forte de fumaça. A instalação de equipamentos para conter os resíduos é necessária, mas o chefe da subunidade diz que não é possível, pois os equipamentos de filtração de ar são muito grandes, os gases liberados são muito quentes e não há espaço físico disponível, além de não haver muito capital para investimento.

Você pode ajudar a empresa mais uma vez. Qual tecnologia de controle da poluição do ar, que não ocupe grandes espaços, possua eficiência em amplas faixas de temperatura e tenha baixo custo de instalação, pode ser utilizada? Como ela funciona?

Lembre-se

Você estudou que existem diversos tipos de equipamento para a contenção de resíduos no ar. Alguns deles possuem as características desejadas para implementação. Observe as vantagens e as desvantagens e tome sua decisão.

Resolução da situação-problema

O equipamento mais adequado às necessidades da subunidade é o multiciclone, uma das tecnologias mais utilizadas para controlar a eliminação de gases poluentes. Como vimos, ele possui em sua estrutura diversos ciclones, nos quais gases penetram em câmaras, realizando uma trajetória helicoidal, e por força centrífuga, as partículas

mais pesadas se concentram na periferia do tubo, sendo assim separadas. As vantagens desse tipo de equipamento são justamente o baixo custo de construção e manutenção, além de possuir simples configuração, operar em amplas faixas de temperatura e ser compacto, ocupando pouco espaço físico, uma das exigências para a instalação.

Faça você mesmo

Qual método de mitigação da poluição do ar você utilizaria no caso de um gás que contém umidade e resíduos aderentes? Como ela funciona?

Faça valer a pena

1. Tecnologias utilizadas para mitigar impactos, ou remediar consequências da liberação de poluentes, são denominadas:

a) Tecnologias de produção mais limpas.
b) Tecnologias de Desempenho Ambiental.
c) Tecnologias de fim de tubo.
d) Técnicas de rotulagem ambiental.
e) *Benchmarking* ambiental.

2. Relacionando com a produção mais limpa, as tecnologias de fim-de-tubo possuem a desvantagem de:

a) Não agregarem valor ao produto.
b) Remediarem apenas poluentes no solo.
c) Eliminares os resíduos na fonte.
d) Mitigarem impactos na atmosfera.
e) Não contemplar o tratamento de efluentes.

3. Indique a alternativa que possui somente tecnologias de prevenção à poluição do ar:

a) Filtros de manga e fitorremediação.

b) Biorremediação e multiciclones.

c) Bioestimulaçõ e filtros de manga.

d) Multiciclones e lavadores de gás.

e) Multiciclones e bioaumentação.

Seção 4.3

Outras tecnologias ambientais

Diálogo aberto

Na nossa jornada, conhecemos diversas tecnologias aplicadas à sustentabilidade. Agora, trataremos sobre outras tecnologias de grande relevância para nossa vida profissional. Na seção atual, abordaremos os OGM (Organismos Geneticamente Modificados), as matrizes energéticas e o desenvolvimento de energias alternativas. Você sabe quais as tecnologias temos atualmente disponíveis que podem auxiliar uma produção mais sustentável?

Conhecer essas tecnologias faz parte de seu trabalho, já que você é o personagem da nossa unidade, não é mesmo? Relembrando o contexto apresentado inicialmente, você agora é o tecnólogo de meio ambiente de uma empresa multinacional, que lida com produção e beneficiamento de alimentos diversos, como cana-de-açúcar, soja, milho e cereais. A empresa trata desde a produção, com agricultores associados, até o beneficiamento do produto, a embalagem, o transporte e a venda para o mercado interno e externo e uma das suas funções nessa empresa é a de buscar novas tecnologias para suprir as demandas e problemas que surgirão com nossa caminhada.

Hoje, uma das áreas de produção de soja da empresa necessita de novas tecnologias aplicadas. A cultura foi atacada por uma grande quantidade de uma praga conhecida por lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae). Para combater essa praga, foram utilizados alguns inseticidas, que funcionaram por determinado tempo, mas a lagarta desenvolveu resistência. Como sabemos, o uso excessivo de inseticidas pode prejudicar o ambiente, atingindo o solo, as águas subterrâneas e espécies benéficas, assim como a saúde humana. Sabendo disso, o aumento da dosagem não é recomendado, pois pode ser muito prejudicial. Portanto, você deve responder: há alguma tecnologia que ajude a substituir os inseticidas e que possa ser aplicada para resolver o problema? Qual o princípio desta técnica? Existe algum cuidado ou precaução para seu uso?

Problemas com pragas são frequentes na agricultura e você conhecerá a seguir algumas ferramentas que podem ser aplicadas em campo. Essas ferramentas apresentam grande sucesso e reduzem o uso de agrotóxicos, tornando a produção mais sustentável, sem riscos de poluir o solo e as águas subterrâneas.

Vamos iniciar os estudos!

Não pode faltar

1.1 Organismos geneticamente modificados

Afinal, o que são organismos geneticamente modificados? Eles podem ser definidos como qualquer ser vivo que possui seu genoma alterado artificialmente por meio de técnicas de engenharia genética, permitindo a deleção, substituição e introdução de genes. Já os organismos transgênicos são OGM que recebem genes de organismos de espécies diferentes em seu genoma, buscando determinada melhoria pela expressão dessa informação genética. Essa biotecnologia é amplamente utilizada para a produção e o cultivo de alimentos e matérias-primas.

No Brasil, a utilização de OGM não é novidade e já vem sendo utilizada nas lavouras há alguns anos. Ele pode trazer diversos benefícios ao meio ambiente e à saúde humana. A CNTBio – Comissão Técnica Nacional de Biossegurança, integrante do Ministério da Ciência e Tecnologia, é o órgão responsável por avaliar e decidir sobre a liberação experimental e comercial de produtos transgênicos no Brasil.

Assimile

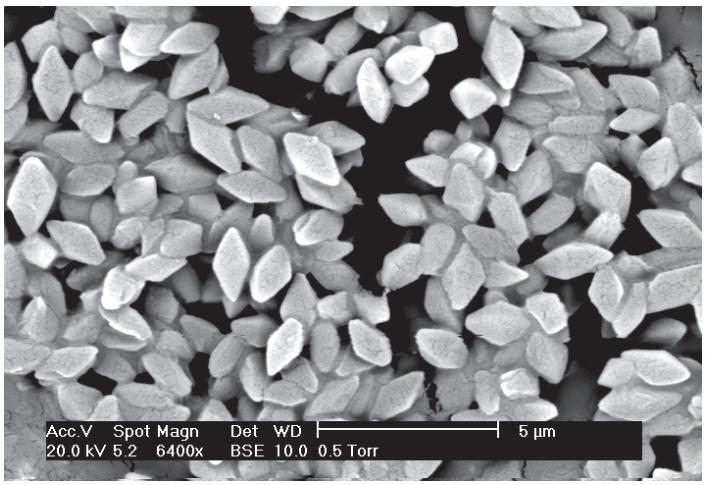
O comitê da CNTBio é formado por doutores especialistas na área de saúde humana, animal, vegetal, meio ambiente, e representantes de órgãos como Ministério da Ciência e Tecnologia; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Ministério da Saúde, Ministério do Meio Ambiente, Ministério do Desenvolvimento Agrário, entre outros órgãos e especialistas, como das áreas de agricultura familiar, defesa do consumidor, saúde do trabalhador etc.

Quais transgênicos são utilizados no Brasil para o cultivo? Existem plantas que recebem genes de resistência à herbicida, o chamado gene RR. O glifosato é um dos inseticidas mais utilizados pelo mundo, sendo letal para qualquer tipo de planta. Com o auxílio da biotecnologia, um gene de resistência a este herbicida é inserido no genoma das plantas, facilitando o controle de ervas daninhas na lavoura, sem afetar a cultura. A sigla "RR" vem do nome comercial do herbicida (*Roundup Ready*®), vendido

pela Monsanto®. Atualmente, o Brasil cultiva grandes áreas de soja RR e milho RR. De acordo com a multinacional, a tecnologia proporciona baixo risco à contaminação da água potável (teoricamente, devido ao menor volume de aplicação no solo), gera economia financeira, devido ao menor custo, diminuição do uso de agrotóxicos, gerando maior rentabilidade ao agricultor. Por outro lado, órgãos como o Greenpeace são contra a utilização da soja RR, alegando haver dúvidas a respeito da segurança de seu uso e dos riscos do uso indiscriminado do herbicida.

A resistência contra pragas é outra característica observada em plantas transgênicas, conhecidas por possuir a tecnologia Bt, por exemplo. Plantas com esse gene possuem em sua biblioteca genômica o gene oriundo de uma bactéria chamada *Bacillus thuringiensis*, que sintetiza proteínas com capacidade de matar insetos, cristais chamados proteínas **Cry**, mostrados na Figura 4.6. Com isso, a planta passa a expressar e produzir essas proteínas tóxicas para certos insetos, como os lepidópteros.

Figura 4.6 | Cristais da bactéria *Bacillus thuringiensis*



Fonte: <https://goo.gl/QW6l7j>. Acesso em: 6 out. 2016.

Quando as lagartas se alimentam dos tecidos vegetais dessas plantas, elas ingerem o cristal tóxico e as próprias enzimas digestivas do inseto ativam a toxina, que danifica seu intestino, causando morte por septicemia ou inanição em poucos dias, assim dispensando o uso de inseticidas em grande parte dos casos. A tecnologia é utilizada em diversas plantas (soja Bt, milho Bt, algodão Bt etc.). As proteínas Bt são inócuas aos seres humanos. Contudo, para o plantio de uma planta Bt, algumas recomendações são feitas, como o cultivo de áreas de refúgio.

Assimile

A área de refúgio é uma parte da lavoura com o plantio de plantas não transgênicas, mas com ciclo e porte equivalentes às transgênicas, em que a praga-alvo se reproduz sem contato com a toxina Bt. O objetivo é que insetos provenientes destas áreas se acasalem com os sobreviventes das áreas com plantas Bt, possibilitando a manutenção da susceptibilidade à toxina na genética das futuras populações, evitando a evolução de uma raça de insetos pura, isto é, que seja resistente à tecnologia.

Em 2016, é aguardado no Brasil o lançamento do feijão transgênico, resistente ao vírus do mosaico-dourado, principal doença da cultura no Brasil. A tecnologia, desenvolvida pela Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, é a responsável pelo primeiro feijão geneticamente modificado do mundo e também o pioneiro a ser totalmente desenvolvido por uma empresa pública. A liberação comercial já tinha sido aprovada pela CTNBio em setembro de 2011, mas devido a problemas com a susceptibilidade da planta a outro patógeno, o Carlavirus, o lançamento foi adiado. A Embrapa também é responsável por uma soja resistente a um grupo de herbicidas, já lançada no país em parceria com a Basf (EMBRAPA, 2015).

O cultivo dos transgênicos é alvo de intensos debates sobre sua segurança alimentar, ecológica e ambiental. Alguns dos aspectos defendidos pelas partes são apresentados no Quadro 4.1.

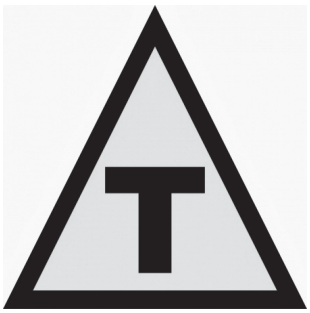
Quadro 4.2 | Aspectos positivos e negativos relacionados ao cultivo de transgênicos

Aspectos positivos	Aspectos negativos
Aumento da produção de alimentos	Aumento de reações alérgicas em algumas pessoas
Melhoria no conteúdo nutricional	Eliminação de plantas não transgênicas
Maior durabilidade dos alimentos	*Royalties* para o uso da tecnologia (custo ao produtor)
Maior resistência à pragas e doenças	Transferência da resistência a outros organismos
Redução do uso de agrotóxicos	Discussão sobre possível incidência de câncer

Fonte: elaborada pelo autor.

Para alertar o consumidor, existe um selo informativo de produto transgênico, que você já deve ter notado na prateleira do supermercado (Figura 4.7). O selo é obrigatório, mas ainda gera muitas discussões.

Figura 4.7 | Selo informativo de produto transgênico



Fonte: <https://goo.gl/196Vwp>. Acesso em: 6 out. 2016.

O projeto de Lei da Câmara n° 34/2015 (PROJETO, 2015) deseja alterar a Lei de Biossegurança, para liberar os produtores de alimentos de informar ao consumidor sobre a presença de componentes transgênicos, quando estes estiverem em uma quantidade inferior a 1% na composição do alimento. A bancada contra a proposta sustenta que a retirada da informação fere o direito constitucional à informação. Contudo, o maior estudo sobre alimentos transgênicos, publicado recentemente, mostra que não há indícios que OGM causem qualquer efeito nocivo para a saúde humana (COMMITTEE ON GENETICALLY ENGINEERED CROPS: PAST EXPERIENCE AND FUTURE PROSPECTS et al., 2016).

Reflita

O uso de OGM na agricultura gera debates calorosos na comunidade científica. Por um lado, cientistas defendem que o homem já modifica a genética de plantas desde o início da agricultura, e na contramão grupos ambientalistas pregam que existem riscos à saúde e ao meio ambiente. OGM devem ou não ser utilizados para produção de alimentos?

1.2 Matrizes e alternativas energéticas

Uma matriz energética é a representação das fontes de energia, consumida pelos seus processos produtivos, de um país. A análise das matrizes de um país é essencial para orientar o planejamento da oferta energética. No Brasil, do total da matriz energética, 43,9% são de energia renovável, o que torna o Brasil um dos primeiros colocados do planeta na utilização de energias limpas (BRASIL, 2016).

Em uma década, o uso de energias renováveis alternativas à hidrelétrica, como a eólica, solar e biomassa, aumentou em 30%, passando de 2,8% de toda a oferta de energia interna em 2004 para 4,1% em 2014. A matriz energética brasileira possui

diversas fontes, que também incluem fontes não renováveis, como o petróleo e seus derivados, como a gasolina, e o gás de cozinha, por exemplo (BRASIL, 2015). Todavia, se considerada apenas a geração de energia elétrica, atualmente, o uso de fontes renováveis chega próximo aos 83%, e a participação de energias renováveis vem crescendo a cada ano, enquanto o uso de algumas fontes não renováveis, como o gás natural e o óleo diesel, vem decaindo, como mostra a Figura 4.8.

Figura 4.8 | Fontes renováveis e não renováveis na geração de energia elétrica no Brasil. GWh= Gigawatt-hora; SIN: Sistema Interligado Nacional

	2014	2015	2016
Energia gerada em GWh	**Jan-Dez**	**Jan-Dez**	**Jan-Mar**
Despachada ao SIN	529.612	535.532	138.904
Fora do Sistema Interligado	12.456	5.876	731
Total de Geração	542.068	541.408	139.635
Participação por fonte *			
Renováveis	**75,5%**	**75,9%**	**82,2%**
disto: Hidráulica	74,1%	71,1%	78,0%
Biomassa	0,1%	1,2%	0,6%
Eólica	1,2%	3,7%	3,5%
Não renováveis	**24,5%**	**24,1%**	**17,8%**
disto: Gás natural	13,5%	13,0%	8,8%
Óleo diesel/ Combustível	4,3%	3,8%	1,8%
Carvão	2,7%	3,3%	2,9%
Nuclear	2,9%	2,8%	3,1%
Outras	1,1%	1,2%	1,2%

Participação de cada Fonte Geradora no total - Jan-Mar/2016*

Fonte: ANEEL (2016).

As fontes de energia elétrica brasileira são essencialmente hidráulicas, tendo uma participação de 78% na geração de energia elétrica em 2016 (Figura 4.8). As termoelétricas (movidas a gás natural, óleo diesel e carvão), ocupam o segundo lugar, com uma participação bem mais modesta (Figura 4.8) e são utilizadas em períodos em que ocorre escassez de água.

O Brasil ainda possui grande potencial de crescimento na utilização de energia de biomassa. As usinas desse tipo, cadastradas na CCEE (Câmara de Comercialização de Energia Elétrica), foram responsáveis por um aumento de 17,5% na produção de eletricidade entre janeiro e maio de 2015 em relação ao mesmo período do ano passado. Uma estimativa da Agência Internacional de Energia demonstrou que a energia de biomassa deve ser responsável por 11% da matriz energética do planeta até 2020 (EXAME, 2015).

O potencial de crescimento dessa matriz é animador. Segundo o relatório Energy Outlook, elaborado pela Bloomberg, investimentos em torno de 26 bilhões de dólares devem ser realizados no setor de biomassa no Brasil até 2040. Nos próximos anos, a tendência é que haja o crescimento das energias solar, eólica e de biomassa (EXAME,

2015). Boa parte das indústrias já utilizam a biomassa para produção de energia para a própria planta, substituindo combustíveis fósseis, como vimos em seções anteriores, onde as usinas de açúcar e álcool são exemplos. Elas utilizam o bagaço da cana-de-açúcar para produzir energia em suas unidades e possuem um grande potencial para utilização e ampliação da produção.

E falando em cana-de-açúcar, e o uso de combustíveis, no geral? Como é seu consumo no Brasil? Os biocombustíveis fazem parte da matriz energética brasileira e, de modo geral, emitem menos poluentes do que os combustíveis fósseis no processo de combustão, além de constituírem um processo de produção que é mais limpo e que promove fixação de carbono pela fotossíntese. O uso do etanol é uma das principais medidas de controle do aquecimento global, pois reduz as emissões de gás carbônico (CO_2).

A gasolina tipo C foi a líder nas vendas em 2015, e alcançou 41.137 bilhões de litros. Em segundo lugar vem o etanol hidratado, com 12.994 bilhões de litros em 2014, com incremento de 37,5% em 2015, com 17,863 bilhões de litros. No mesmo período, o etanol total, que é a soma de etanol anidro (etanol misturado à gasolina) e etanol hidratado (etanol combustível), aumentou de 24.085 para 28.796 bilhões de litros. Em um mercado menor, mas com grande potencial, o biodiesel obteve elevação de 17,4% nas vendas de 2014 para 2015. Em 2014, foram vendidos 3.410 bilhões de litros, em 2015 as vendas atingiram 4,005 bilhões de litros (EBC, 2016).

Alternativas de fontes de energia estão em desenvolvimento e uma matriz interessante e que promete ser colocada em prática em futuro não muito distante é a da fusão nuclear de átomos de hidrogênio. O projeto ITER ("o caminho", em latim), é um dos projetos mais ambiciosos de geração de energia. Em uma parceria de 35 países, uma usina está em construção no sul da França, baseado na tecnologia tokamak, um dispositivo de fusão magnética, que foi concebido para comprovar a viabilidade da fusão em larga escala, projetado inicialmente para gerar 500 MW de energia (ITER, 2016).

Exemplificando

A fusão nuclear, assunto tratado em seções anteriores, libera uma grande quantidade de energia, quando o núcleo de átomos é unido. É uma energia livre de emissões de carbono, com base no mesmo princípio que os poderes do Sol e das estrelas.

Com restrições ambientais e sociais para construções de novas usinas hidrelétricas, são necessários investimentos, principalmente na ampliação da oferta de biocombustíveis, utilização da biomassa, energia nuclear (fusão) e na redução de custos para tornar acessível fontes alternativas, como a energia solar.

Pesquise mais

A editora FGV-Energia lançou em 2014, em parceria com a Catavento, o livro "Energia e Sustentabilidade", abordando os dilemas enfrentados no setor energético no Brasil. O *download* é gratuito no *site* da editora FGV.

HOLLANDA, L.; VAREJÃO, M. **Energia e sustentabilidade**: desafios do Brasil na expansão da oferta e na gestão de demanda. Rio de Janeiro: FGV Energia, 2014. 64 p. Disponível em: <http://editora.fgv.br/energia-e-sustentabilidade-desafios-do-brasil-na-expansao-da-oferta-e-na-gestao-de-demanda-fgv-energia>. Acesso em: 6 out. 2016.

Sem medo de errar

O problema da resistência de pragas na agricultura é muito comum e novas tecnologias devem ser aplicadas para resolver esses e outros problemas relacionados à fitossanidade. A utilização irracional de inseticidas e outros agrotóxicos sofre cada vez mais pressões da sociedade e do mercado consumidor em geral. No caso do nosso problema atual, há um problema com a lavoura de soja: ocorreu o aumento da população da praga conhecida como lagarta-da-soja. O inseto apresentou resistência aos inseticidas tradicionais e agora deve ser combatido com outras tecnologias aplicadas. Dessa forma, você deve responder aos seguintes questionamentos: há alguma tecnologia substitutiva aos inseticidas, que pode ser aplicada para auxiliar nesse problema? Qual o princípio desta técnica? Existe algum cuidado ou precaução para seu uso?

Atenção

Lagartas são susceptíveis a algumas biotecnologias aplicadas, como o uso de cristais proteicos produzidos por certas bactérias.

Uma tecnologia que pode ser utilizada no caso é a de plantas geneticamente modificadas contendo o gene Bt, oriundo do metabolismo das bactérias da espécie *Bacillus thuringiensis*. Essas bactérias possuem genes que produzem proteínas cristalinas, chamadas Cry, que ao serem ingeridas pelas lagartas, provocam sua morte em um curto período de tempo. Por meio da técnica da transgenia, plantas de interesse comercial, como a soja, recebem o gene que produz o cristal e a planta passa a produzi-los nos seus tecidos. Quando as lagartas se alimentam dos tecidos vegetais, elas também ingerem o cristal tóxico; suas próprias enzimas digestivas ativam a toxina, que danifica seu intestino, causando morte em poucos dias. Tudo isso dispensa, então, o uso de inseticidas em grande parte dos casos.

Como vimos nesta seção, algumas recomendações são feitas, como o cultivo de áreas de refúgio, que possuem plantas sem o gene. O objetivo é que ocorra a reprodução de insetos sobreviventes das áreas transgênicas plantadas, com aqueles que se alimentam e vivem na área com plantas não transgênicas, impedindo, assim, o surgimento da resistência contra a tecnologia.

Avançando na prática

Alternativas de energia

Descrição da situação-problema

A matriz energética da nossa empresa do ramo da agricultura e do beneficiamento de alimentos anda enfrentando alguns problemas econômicos. O problema começou com um grande período de seca, o que fez com que o preço do kWh sofresse um reajuste, que trouxe despesas adicionais ao balanço anual. Para completar o quadro de despesas, houve um grande reajuste nos combustíveis, principalmente no diesel e gasolina, que são derivados de combustíveis fósseis. A empresa então deseja realizar um planejamento de longo prazo para se tornar um pouco mais independente em termos de energia e irá promover uma discussão com o grupo de tecnologias da organização.

Você poderia aconselhar algumas tecnologias para entrar na pauta de discussão, defendendo os pontos positivos de cada uma? Além disso, você sabe explicar o porquê de o período de seca causar um reajuste na cobrança de energia elétrica?

Lembre-se

Algumas tecnologias de produção de energia podem gerar lucro para a empresa, justamente por possuírem qualidades ambientais. Utilize os conhecimentos que você adquiriu na disciplina e adote uma visão mais ampla do problema.

Resolução da situação-problema

Diversas tecnologias podem ser recomendadas, como a energia de biomassa, que gera energia a partir da queima de restos vegetais. Em se tratando de uma empresa essencialmente agrícola, que possui diversas culturas, seria esta a melhor alternativa, já que ela utilizaria os próprios resíduos oriundos do campo, como restos da palha da soja, bagaço de cana, entre outros resíduos vegetais. Vimos nesta seção que investimentos em torno de 26 bilhões de dólares deverão ser realizados no setor de biomassa brasileiro até o ano de 2040 e esta pode ser uma boa oportunidade para

você elaborar um projeto e conseguir um bom financiamento para a organização, não é mesmo?

A energia solar é outra alternativa que pode ser implementada, pois é uma fonte renovável e também produz energia livre de emissões de poluentes. Isto, inclusive, pode ser utilizado para atrair novos clientes. Como temos debatido ao longo da disciplina, o consumidor está cada vez mais exigente com relação aos cuidados que as empresas têm com o meio ambiente.

Quanto à questão do reajuste da energia elétrica, que o Brasil é um país que possui uma matriz de energia elétrica baseada na água, com a geração de energia proveniente de hidroelétricas, principalmente. Períodos de seca baixam os níveis dos reservatórios, havendo escassez de água para a produção de energia que, consequentemente, levam ao aumento do preço de produção, que deve vir de outras fontes, como as termoelétricas.

Faça você mesmo

As proteínas *Cry*, responsáveis pela mortalidade das lagartas-da-soja, agem se ligando no intestino do inseto, causando septicemia e morte. Levando em consideração que os humanos também possuem intestino, explique de forma mais detalhada porque essa tecnologia não é tóxica para seres humanos. Use a internet e se aprofunde mais no assunto lendo artigos da área.

Faça valer a pena

1. Os transgênicos são cultivados em larga escala no Brasil, sendo utilizados para a produção de alimentos, como o óleo de soja e produtos à base de milho. Qual o órgão responsável por decidir e liberar comercialmente esses produtos no Brasil?

a) Ministério da Tecnologia.

b) Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República.

c) Ministério do Desenvolvimento Agrário.

d) CNTBio - Comissão Técnica Nacional de Biossegurança.

e) Associação Brasileira de Orgânicos.

2. Seres transgênicos são organismos geneticamente modificados que têm a característica de:

a) Possuírem genes de espécies distintas no seu genoma.

b) Possuírem genes deletados do seu DNA.

c) Terem alguns de seus genes modificados para apresentar melhores características.

d) Expressar somente partes de seu genoma que são selecionados em laboratório.

e) Possuírem seu genoma inalterado por técnicas moleculares.

3. O Brasil é um dos líderes mundiais na produção de transgênicos. São exemplos de plantas cultivadas, em larga escala, com essa tecnologia:

a) Amendoim e alface.

b) Cana-de-açúcar e sorgo.

c) Milho e alecrim.

d) Café e carqueja.

e) Milho e Soja.

Seção 4.4

Atualidade e perspectivas futuras

Diálogo aberto

O ser humano possui um período de existência extremamente curto, se levarmos em conta os períodos de formação da Terra e de outras espécies. Nosso cérebro foi responsável por, em apenas dezenas de milhares de anos, desenvolver a capacidade de nos fazer incrementar nossas ferramentas, de pedra polida para satélites capazes de viajar aos planetas mais longínquos do sistema solar. Quem poderá prever onde estaremos daqui dez mil anos? Que energia utilizaremos? Qual será nosso combustível? Como serão produzidos nossos alimentos?

Nossa caminhada que se iniciou no Paleolítico finalmente chega no extremo oposto, em que conheceremos as mais recentes tecnologias desenvolvidas e os projetos para o futuro. Nesta última seção, concluiremos o processo de conhecimento das tecnologias utilizadas para a estratégia ambiental preventiva integrada aos processos, produtos e serviços, para aumentar a ecoeficiência e reduzir os riscos ao homem e ao meio ambiente e você agora é um membro que faz parte dessa história.

Você faz parte da história da nossa situação-problema, como personagem atuante da unidade final, membro da equipe do departamento de tecnologia ambiental de uma grande empresa multinacional, produtora e beneficiadora de alimentos. Relembrando, uma de suas funções é buscar e testar inovações tecnológicas nas diversas áreas da empresa.

Todo final de ano, ocorre uma grande convenção anual da empresa. No evento, é comum cada departamento apresentar seus resultados e as tendências e perspectivas para o futuro. Você foi escolhido a dedo pelo chefe de seu departamento para apresentar as novas tendências de tecnologias ambientais que possuem um potencial de utilização na sua empresa. Em especial, os diretores da empresa gostariam de conhecer quais são as potenciais tecnologias envolvidas com a produção de energia e combustíveis, um dos ramos que a empresa deseja investir, principalmente em pesquisa e desenvolvimento. Você conhece alguma nova tecnologia ou novos projetos para apresentar na convenção e que estejam envolvidos com a produção de energia? E alguma nova tecnologia para produção de combustíveis?

Em tempos de *startups* (empresas de pequeno porte iniciantes no desenvolvimento de tecnologias), novas tecnologias e projetos surgem todos os dias, e reconhecer o potencial nas inovações corretas é o grande interesse dos investidores. Você conhecerá nessa última seção, algumas tecnologias que apresentam grande potencial para o futuro, além de acompanhar nossa análise crítica e econômica sobre as tecnologias ambientais já existentes. O estudo desta seção será fundamental para o sucesso da sua apresentação da empresa!

Não pode faltar

Novos projetos estão em desenvolvimento todos os dias, buscando aprimorar as tecnologias já existentes ou buscando substituir recursos não renováveis por renováveis. A engenharia genética, a nanotecnologia e a biotecnologia serão as ferramentas do futuro, em se tratando de sustentabilidade ambiental.

O futuro da energia: o foco das pesquisas sobre matrizes energéticas está na substituição dos combustíveis fósseis por novas fontes de energia. A tendência é que cada vez mais ocorra a melhoria de fontes como a energia solar, eólica, maremotriz, geotérmica e de fusão de isótopos de hidrogênio, que promete ser a mais eficiente, em longo prazo. A tendência é que no futuro a geração de energia seja totalmente limpa, independente de combustíveis fósseis. O Brasil possui a maior parte de sua matriz elétrica proveniente da água, como vimos anteriormente. Investimentos em outros tipos de fontes, como a biomassa, eólica, solar e nuclear estão sendo feitos, como visto na seção anterior.

Já observamos mudanças no uso de combustíveis, com o uso de renováveis, como o etanol e do biodiesel. A larga utilização do etanol se dá a iniciativas como o Proálcool (Programa Nacional do Álcool), iniciado nos anos 1970, além de campanhas atuais de incentivo ao uso do etanol. Além disso, já existe no mercado uma relativa variedade de carros elétricos, que podem inclusive superar, em economia, eficiência e autonomia, vários modelos que se baseiam em processos de combustão convencionais. Montadoras como a NanoFlowcell já possuem modelos que rodam mais de mil quilômetros com uma única carga (EXAME, 2015); a famosa companhia Tesla Motors possui modelos extremamente seguros e que possuem uma aceleração de 0 a 100 km/h em apenas seis segundos, por um preço de US$ 35 mil (AUTOESPORTE, 2016).

A Alemanha desenvolveu um novo conceito para produção de energia, chamado de biobateria. O conceito unifica diversas tecnologias. O projeto está em funcionamento em uma planta-piloto, na qual matérias-primas passam por um parafuso rotativo em ambiente anóxico, onde são aquecidas e formam carvão biológico e compostos voláteis. Após resfriado, o material sofre condensação em bio-óleo, gás e água. Nessa água existem compostos orgânicos biodegradáveis que realimentam uma unidade de

produção de metano. A eficiência da utilização da energia da matéria-prima ocorre em mais de 75%, com expectativa de incremento no valor (BIOBATERIA, 2015).

A energia solar é ainda pouco aproveitada, devido ao seu custo ser um pouco elevado considerando as outras fontes e à eficiência de alguns painéis fotovoltaicos deixar a desejar, mas possui grande potencial, já que a incidência de radiação é grande durante o ano todo em nosso país.

Uma nova tecnologia parece ser promissora para a construção das células solares desses painéis: são as células solares de perovskita. O material possui um custo reduzido, e uma alta performance de conversão da energia solar (LI et al., 2016).

O petróleo, de acordo com estimativas, deve acabar em torno de cinco décadas, levando em conta as reservas e o ritmo de consumo atual (ESTADÃO, 2014). Algumas pesquisas já buscam substituí-lo por outros combustíveis ou até mesmo produzi-lo. No entanto, será possível, transformar o petróleo em um combustível renovável? Pois as pesquisas de Thapa et al. (2016) dizem que sim. Segundo os autores, por meio de enzimas presentes no metabolismo da microalga Botryococcus braunii, um óleo hidrocarboneto é naturalmente produzido e pode ser refinado em gasolina e óleo diesel. A microalga ainda é lenta no seu desenvolvimento, por isso a ideia é inserir o gene com a característica em plantas, para aumentar a produção com menor custo.

Reflita

Quais os impactos que a substituição do petróleo não renovável por renovável causaria na indústria petroquímica? Em tempos de necessidade de mudanças drásticas, visando o desenvolvimento sustentável, o nosso país estaria preparado para tomar uma atitude como esta, principalmente ao longo dos próximos 50 anos?

A utilização da combustão pode ser inclusive melhorada, por meio de novas tecnologias, como o "tornado de fogo azul". De acordo com Xiao, Gollner e Oran (2016) a descoberta promete aumentar consideravelmente a eficiência dos motores de automóveis, além de limpar o ambiente. O processo é tão eficiente que emite pouco ou nenhum material particulado, ou seja, queima sem emitir fumaça, devido ao processo de alimentação do fogo com oxigênio. A tecnologia poderá ser aplicada a motores e também em casos de remediação de locais atingidos por derramamento de óleo e petróleo, por exemplo.

Assimile

A cor da chama reflete na eficiência da combustão. Quando possui a cor amarela, é sinal que há falta de oxigênio, e quando está azul, há grande eficiência na queima. É válido relembrar que para que ocorra a combustão, são necessários três elementos: oxigênio, combustível e calor.

Para onde irão nossos resíduos? Como vimos em unidades passadas, os resíduos podem ser muito bem aproveitados, como para a geração de energia. Por ser um país predominantemente agrícola, dispomos de muitos resíduos da produção agrícola, como palha de soja, bagaço de cana-de-açúcar, entre outros resíduos vegetais que podem ser reaproveitados.

Reflita

O que fazer com os resíduos que não são possíveis de serem reciclados, ou mesmo com os que já foram lançados no meio ambiente, tornando-se poluentes? Qual resíduo seria um dos grandes vilões nos tempos atuais?

Um dos poluentes mais comuns da Idade Contemporânea é o plástico, que possui uma grande variedade de compostos e utilizações. Sem dúvidas, ele é uma das maiores preocupações quando se trata da destinação de resíduos.

Recentemente, cientistas encontraram um microrganismo que pode ser utilizado na degradação do plástico tipo PET (Polietileno Tereftalato), um dos tipos mais comuns do material, utilizado em garrafas descartáveis, por exemplo. O microrganismo em questão é uma bactéria, cujo nome científico é *Ideonella sakaiensis*, que se alimenta quase que exclusivamente de PET. A bactéria foi capaz de digerir uma folha fina de PET em 6 semanas, o que é considerado muito rápido, se comparado à degradação espontânea do material no ambiente, que leva centenas de anos. Pesquisas serão desenvolvidas com o objetivo de produzir as enzimas utilizadas pelas bactérias para utilização em larga escala (YOSHIDA et al., 2016).

Exemplificando

Essa espécie de bactéria que degrada plástico pode ser utilizada em grande escala em aterros ou em locais que possuem grande poluição por garrafas PET. Ela utiliza as enzimas, chamadas petase e metase, para degradar o material. Esta bactéria foi descoberta em lixões do Japão.

Pesquise mais

Aprofunde a leitura sobre a questão da bactéria que degrada PET. Saiba um pouco mais como tudo começou lendo o artigo da Revista Fapesp, por Yuri Vasconselos.

VASCONSELOS, Y. Bactéria do bem. **Revista Fapesp**, ed. 147, 2007. Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/2007/12/01/bacterias-do-bem/?cat=tecnologia>. Acesso em: 21 de set. 2016.

E o que você acha, podemos fazer algo para reduzir os gases de efeito estufa na atmosfera e, consequentemente, frear o aquecimento global?

Um grupo de cientistas da Universidade de Columbia criou uma árvore artificial, que possui galhos semelhantes a pinheiros (Figura 4.9), com folhas feitas de um material plástico capaz de absorver CO_2 e transformá-lo em líquido, que pode ser enterrado no solo. Cada árvore é capaz de absorver uma tonelada de CO_2 por dia, o que equivale a produção de 20 automóveis. Contudo, a tecnologia ainda é bastante cara: são precisos cerca de 30 mil dólares por equipamento (BBC, 2009).

Figura 4.9 | Concepção artística da arvore artificial, criada pelo grupo de cientistas

Fonte: <https://goo.gl/9Uobdd>. Acesso em: 6 out. 2016.

E com quais tecnologias podemos contar para a despoluição da água?

Algumas inovações estão surgindo, como a folha artificial, inventada por Liu et al. (2016). Trata-se de uma membrana bifuncional, composta de três camadas: de nanopartículas de dióxido de titânio (TiO_2), nanopartículas de ouro e uma camada de suporte de óxido de alumínio anodizado. O primeiro método de ação ocorre por

um processo parecido com a fotossíntese, em que a camada de TiO2 captura luz solar e libera essa energia para decompor moléculas maiores de poluentes na água. O segundo método de ação ocorre na camada de ouro, que realiza um processo análogo à transpiração da folha, que captura a energia solar, realizando a vaporização da água, retendo os contaminantes. Os testes mostraram que após duas horas de exposição, 60% dos contaminantes foram degradados.

A nanotecnologia pode ser utilizada em larga escala, a custos reduzidos, e gera interesse para sua utilização no futuro, inclusive a ONU (Organização das Nações Unidas) já demonstra interesse em utilizar a nanotecnologia para cumprir seu objetivo de prover acesso à agua potável e saneamento básico para populações de países subdesenvolvidos (TERRA, 2013).

Como nos alimentaremos no futuro? O cenário atual da agricultura e pecuária é um dos que mais absorve novas tecnologias. O uso dos transgênicos, mecanização, controle biológico de pragas, agricultura de precisão, melhoramento genético de animais e plantas, já é feito atualmente para o incremento da eficiência de produção. Contudo, existem mercados como o de alimentos orgânicos que também possui grande potencial para crescimento e adoção de novas tecnologias.

Inovações que prometem entrar no mercado em breve são os transgênicos que possuem adição de nutrientes, como o arroz dourado, que contém uma grande quantidade de betacaroteno, que promete ser um aliado no combate à deficiência de vitamina A em regiões como América Latina, Ásia e África, onde o consumo de arroz é alto. A vitamina A reduz o risco de doenças cardiovasculares e câncer. Já em outra parte da pirâmide alimentar, o consumo de carne pode em alguns anos possuir uma nova alternativa: a produção de carne em laboratório (BBC, 2015). De acordo com os pesquisadores da Universidade de Maastricht, o objetivo é produzir hambúrgueres mais saborosos e baratos, utilizando células-tronco de músculo de vaca para produzir gordura e tecido muscular.

O uso das tecnologias aplicadas ao meio ambiente no Brasil: o Brasil possui usinas nucleares em operação, as usinas Angra 1 e 2. A unidade 1 começou a operar em 1985 e gera cerca de 685 megawatts. Já a usina Angra 2 começou a operar em 2001 e produz cerca de 1350 megawatts, capaz de atender uma cidade como Belo Horizonte. A construção da usina nuclear de Angra 3 ainda procura verba e saídas jurídicas para seu término, prometido para 2018. No entanto, existem muitas controvérsias a respeito do uso de energia nuclear no mundo, como já estudamos. Segundo a Eletrobras, a instalação de Angra 2 propiciou a implementação de tecnologia nacional para a produção de combustível nuclear e desde o início de sua operação contribuiu para a economia de água (ELETROBRAS, 2016).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos dispôs sobre a múltipla responsabilidade sobre o que é lançado no ambiente e merece destaque quando se trata de

conscientização sobre geração e emissão de resíduos no Brasil. Os instrumentos econômicos e fiscais previstos na lei contribuem para estratégias de desenvolvimento sustentável e instalação/desenvolvimento de tecnologias. Paralelamente, as multas aplicadas a companhias responsáveis por grandes catástrofes ambientais, como no caso da tragédia de Mariana (MG), começam a pesar financeiramente. Foram aplicadas punições no valor de R$ 112 milhões pelo Governo Estadual e em mais R$ 250 milhões pelo Ibama (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis).

Ainda em se tratando de legislações relevantes, o novo código florestal possui diversos pontos positivos, como a obrigatoriedade de manutenção de biomas como o de Floresta Amazônica e de Cerrado, e de áreas de proteção como as matas ciliares e reservas ambientais. Incentivos à manutenção e proteção dessas áreas no interior de áreas agropecuárias foram aspectos que merecem louvor, apesar das várias controvérsias desses documentos. Atualmente, mais e mais tecnologias são utilizadas para que o monitoramento destas áreas seja efetivo, como é o caso das tecnologias de geoprocessamento especial.

Em contrapartida, a impressão de abundância de recursos hídricos parece não incentivar esforços para a despoluição de rios, como o Tietê, na Grande São Paulo. Em 23 anos, foram gastos 8,1 bilhões no projeto, que ainda parece estar longe de acabar e que poderia ser a solução para faltas d'água constantes na região. Outros rios ainda permanecem poluídos, como o Rio Iguaçu (PR), Rio Pinheiros (SP), Rio Ipojuca (PE), Rio dos Sinos (RS), Rio Gravataí (RS), entre outros.

Pesquise mais

Recentemente, diferentes tecnologias foram utilizadas para despoluir o Rio Pinheiros, em São Paulo. Um estudo foi realizado pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado e os resultados foram animadores. Considerado praticamente morto (sem oxigênio), por meio do uso destas tecnologias, foi possível elevar a quantidade de oxigênio por litro d'água do rio. Leia mais a respeito disto no link abaixo. A matéria é de Giovana Girardi (2014).

GIRARDI, G. Tecnologias de despoluição conseguem devolver oxigênio ao Rio Pinheiros. **Estadão**, 12 mar. 2014. Disponível em: <http://www.estadao.com.br/noticias/geral,tecnologias-de-despoluicao-conseguem-devolver-oxigenio-ao-rio-pinheiros,1140077>. Acesso em: 21 set. 2016.

Além de investimentos em áreas primordiais para a sustentabilidade e o cumprimento de acordos internacionais para a redução de gases de efeito estufa, ainda faltam muitas políticas de incentivos fiscais à utilização de tecnologias limpas no país. O poder legislativo parece estar atento às mudanças e já mostra sinais positivos, como aprovar a redução de impostos para o surgimento de mais empresas de reciclagem,

porém apenas para empresas que possuem pelo menos 80% de sua receita bruta nestas atividades. Ainda faltam, por exemplo, incentivos para empresas que utilizam tecnologias limpas e geram produtos que possuem ciclos de vida mais sustentáveis.

Por fim, o futuro da sustentabilidade no país depende muito da educação de base, mas é imprescindível uma conscientização de que a maior parte dos poderes executivos e legislativos são eleitos pelo voto. As grandes medidas e mudanças que podem influenciar nas políticas ambientais de um país vêm dos grandes poderes e a educação ambiental da população futura vem dos pequenos gestos.

Sem medo de errar

Retomando a situação inicial desta seção, lembremos que é tempo da convenção anual da empresa e você recebeu o convite de seu chefe para dar uma palestra em nome do seu departamento. Os diretores da empresa gostariam de conhecer quais são as potenciais tecnologias envolvidas com a produção de energia e combustíveis, um dos ramos que a empresa deseja investir, principalmente em pesquisa e desenvolvimento. Você conhece alguma nova tecnologia, ou novos projetos para apresentar na convenção, que estejam envolvidos com a produção de energia? E alguma nova tecnologia para produção de combustíveis?

Atenção

Busque inovações que correspondam à expectativa do público e traga informações que provavelmente eles não conheçam.

Respondendo ao primeiro questionamento, várias inovações podem ser apresentadas, como as células solares de perovskita, um material que promete ser mais barato e possuir uma eficiência de aproveitamento maior. Outra tecnologia que pode ser apresentada é o conceito da biobateria, existente na Alemanha, que se trata da união de diversas tecnologias que processam as matérias-primas, gerando, bio-óleo, gás etc.

Com relação ao segundo questionamento, você pode apresentar que uma grande inovação tecnológica na área de combustíveis se dá na produção de petróleo a partir de microalgas da espécie *Botryococcus braunii*, que consegue produzir naturalmente um óleo hidrocarboneto, que pode ser refinado em gasolina e óleo diesel. Vimos que existe a possibilidade de seu gene inclusive ser inserido em plantas, para aumentar a produção com menor custo.

Estas ideias podem ser apresentadas para a elaboração de um projeto-piloto. Com certeza, essas tecnologias deixarão os diretores interessados em investir em inovações.

Avançando na prática

Matrizes energéticas

Descrição da situação-problema

Ao final de sua apresentação na convenção anual da empresa, todos ficaram bem interessados nas inovações sobre energia, inclusive os diretores pareceram bem impressionados. "*– As matrizes energéticas deverão sofrer grandes avanços até o próximo século*", disse um deles. Foi então que se iniciou um debate sobre as matrizes energéticas da atualidade no Brasil e foi levantada uma questão por um membro da plateia, direcionada a você:

"*– A produção de energia elétrica brasileira é primordialmente hidráulica, o que produz uma energia limpa, mas você acha que temos desvantagens por estarmos baseados nesse tipo de fonte? E quais tipos de energia temos potencial para investir? E quanto à energia nuclear? Como está nosso cenário atual?*"

Resolução da situação-problema

Por possuir uma matriz primordialmente hidráulica, a geração de energia elétrica no Brasil é uma das mais limpas do mundo e utiliza principalmente recursos renováveis. No entanto, em tempos de crises hídricas temos de recorrer a outras fontes, o que se torna uma desvantagem. Por isso investimentos em outros tipos de energia são indicados, como por exemplo na energia solar, eólica e de biomassa, no qual temos muito potencial, principalmente por possuirmos muitos resíduos da produção agrícola, como palha de soja e bagaço de cana-de-açúcar.

O cenário atual da utilização de energia nuclear é pequeno. Possuímos em operação as usinas Angra 1 e 2. A usina Angra 1 começou a operar em 1985 e gera cerca de 685 megawatts de energia. Já a usina Angra 2 começou a operar em 2001 e produz cerca de 1350 megawatts. A construção da usina nuclear de Angra 3 está paralisada por problemas de falta de verbas, portanto deve ter seu término (previsto para 2018) atrasado.

Faça você mesmo

Como você acha que serão as novas tecnologias envolvidas com a alimentação? Que tecnologias temos disponíveis que serão utilizadas a partir de agora? Dê sua opinião.

Faça valer a pena

1. Combustíveis fósseis serão aos poucos substituídos por fontes alternativas de energia. Empresas como a NanoFlowcell e a Tesla buscam substituir a combustão de derivados de petróleo por:

a) Etanol.

b) Biodiesel.

c) Energia solar.

d) Eletricidade.

e) Biobaterias.

2. A biobateria, tecnologia criada na Alemanha, possui as seguintes características:

a) O uso de várias tecnologias acopladas, que após o processamento do material, pode ser obtido bio-óleo, gás e água, por exemplo.

b) Uso da fusão nuclear para geração de energia elétrica.

c) O uso de aerogeradores para a despoluição de rios, considerados mortos.

d) Gerar gastos significativos de produção, devido à utilização de placas de lítio.

e) Uso da energia eólica para geração de eletricidade.

3. Além do aparecimento de novas tecnologias para geração de energia, o incremento na eficiência das tecnologias existentes também é uma tendência, como ocorre com as células de perovskita, envolvidas com a produção de:

a) Biodiesel.

b) Biobaterias.

c) Energia solar.

d) Etanol.

e) Petróleo.

Referências

ABHILASH, P. C.; SINGH, N. Influence of the application of sugarcane bagasse on lindane (γ-HCH) mobility through soil column: implication for biotreatment. **Bioresource Technology**, New York, v. 99, p. 8961–8966, 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Informações gerenciais**. 2016. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14854008/Boletim+de+Informa%C3%A7%C3%B5es+Gerenciais+-+1%C2%BA+trimestre+de+2016/b25a0697-2f30-4946-b8d5-9bac5931ce10>. Acesso em: 16 ago. 2016.

AGRELA, L. Novo carro elétrico tem autonomia de 1 mil quilômetros. **Revista Exame**, 2015. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/tecnologia/noticias/novo-carro-eletricotem-autonomia-de-1-mil-quilometros>. Acesso em: 30 ago. 2016.

ANDRADE, J. A.; AUGUSTO, F.; JARDIM, I. C. S. F. Biorremediação de solos contaminados por petróleo e seus derivados. **Eclética Química**, São Paulo, v. 35, n. 3, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-46702010000300002>. Acesso em: 1 set. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9800**: critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1987.

AUTOESPORTE. **Tesla model 3**: conheça o novo carro elétrico que será vendido no Brasil, 2016. Disponível em: <http://g1.globo.com/carros/noticia/2016/04/tesla-model-3-conheca-o-novo-carro-eletrico-que-sera-vendido-no-brasil.html>. Acesso em: 30 ago. 2016.

BBC. **Cientistas criam árvore artificial contra aquecimento global**. 2009. Disponível em: <www.bbc.com/portuguese/noticias/2009/07/090708_arvoressinteticasebc.shtml>. Acesso em: 30 ago. 2016.BBC: Pesquisadores querem colocar carne artificial à venda em até 5 anos. BBC Brasil, 2015. Disponível em: <www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/10/151017_carne_artificial_mercado_fn>. Acesso em: 30 ago. 2016.

BIOBATERIA: uma usina para todos os rejeitos. **Inovação Tecnológica**, 2015. Disponível em: < http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=biobateria-usina-todos-rejeitos#.V8XGAjXAoUI>. Acesso em: 30 ago. 2016.

BIORREMEDIAÇÃO: a tecnologia recuperando vidas, 2011. Disponível em: <http://www.biorremediacaobyomega.blogspot.com.br/search/label/Biorremediação de solos>. Acesso em: 9 ago. 2016.

BRASIL. Angra 3: energia para o crescimento do país. **Eletrobras**. Disponível em: <http://www.eletronuclear.gov.br/aempresa/centralnuclear/angra3.aspx>. Acesso em: 30 set. 2016.

BRASIL. Cristina Indio do. Venda de combustível no mercado brasileiro caiu 1,9% em 2015. **EBC Agência Brasil**, Rio de Janeiro, 2 mar. 2016. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2016-03/venda-de-combustiveis-no-mercado-brasileiro-caiu-19-em-2015>. Acesso em: 16 ago. 2016.

BRASIL. Energia renovável representa ais de 42% da matriz energética brasileira. **Portal Brasil**, 13 nov. 2015. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2015/11/energia-renovavel-representa-mais-de-42-da-matriz-energetica-brasileira>. Acesso em: 12 ago. 2016.

BRASIL. Matriz energética de 2016 terá maior participação das energias renováveis. **Portal Brasil**, 12 maio 2016. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2016/05/matriz-energetica-de-2016-tera-maior-participacao-das-energias-renovaveis>. Acesso em: 12 ago. 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006.** Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. Disponível em: < http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res37506.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2016.

BRASIL. **Projeto de Lei da Câmara nº 34, de 2015**. Disponível em: <http://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/120996>. Acesso em: 28 jun. 2016.

BRASIL. Um sistema e um feijão transgênico para enfrentar o mosaico-dourado. **Embrapa**, 23 dez. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/8534579/um-sistema-e-um--feijao-transgenico-para-enfrentar-o-mosaico-dourado>. Acesso em: 12 set. 2016.

BROWN, K. A. et al. Light-driven dinitrogen reduction catalyzed by a CdS: nitrogenase MoFe protein biohybrid. **Science**, New York, v. 352, n. 6284, p. 448-450, 2016.

CIETEC. **Biolixiviação, riqueza a ser catalisada**: inovação e empreendedorismo. São Paulo. Disponível em: <http://www.cietec.org.br/riquezas-a-serem-catalisadas/>. Acesso em: 9 ago. 2016.

COMMITTEE ON GENETICALLY ENGINEERED CROPS: past experience and future prospects; board on agriculture and natural resources; division on earth and life studies; national academies of sciences, engineering, and medicine. 2016. **Genetically Engineered Crops**: experiences and prospects. Washington, DC: The National Academies Press.

CUSTANCE, S. R. et al. Environmental fate of the chemical mixtures: crude oil, jp-5, mineral spirits, and diesel fuel. **Journal of soil contamination**, New York, v. 1, p. 379-386, 1992.

DIAS, Tiago. MBR: nova tecnologia para tratamento de efluentes. **Revista Meio Filtrante**, ano 7, n. 36, jan./fev. 2009. Disponível em: <http://www.meiofiltrante.com.br/edicoes.asp?id=444&link=ultima&fase=C>. Acesso em: 26 jul. 2016.

DIAZ, C. A. P.; PIRES, S. R. I. Produção mais limpa: integrando meio ambiente e produtividade. **RACRE – Revista de Administração**, São Paulo, v. 5, n. 9, 2005.

ESTADÃO: petróleo do planeta pode acabar em 53 anos. **Jornal do Carro**, 2014. Disponível em: <http://www.estadao.com.br/jornal-do-carro/noticias/mercado,petroleo-do-planeta-pode-acabar-em-53-anos,19921,0.htm>. Acesso em: 20 ago. 2016.

ESTÚDIO ABC. Energia de biomassa tem espaço para crescer. **Revista Exame**, 2015. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/publicidade/siemens/conteudo-patrocinado/energia-de-biomassatem-espaco-para-crescer>. Acesso em: 16 ago. 2016.

FERNANDES, P. S. **Gestão de fontes estacionárias de poluição atmosférica**. 2003. Disponível em: <http://www.ambiental.ufpr.br/wp-content/uploads/2014/08/Livro_TGA-EA-_cap_3_Fontes_Fixas.pdf>. Acesso em: 9 ago. 2016.

HOLLANDA, L.; VAREJÃO, M. **Energia e sustentabilidade**: desafios do Brasil na expansão da oferta e na gestão de demanda. Rio de Janeiro: FGV Energia, 2014. 64 p. Disponível em: <http://editora.fgv.br/energia-e-sustentabilidade-desafios-do-brasil-na-expansao-da-oferta-e-na-gestao-de-demanda-fgv-energia>. Acesso em: 6 out. 2016.

GIRARDI, G. **Tecnologias de despoluição conseguem devolver oxigênio ao Rio Pinheiros**. Disponível em: <http://www.estadao.com.br/noticias/geral,tecnologias-dedespoluicao-conseguem-devolver-oxigenio-ao-rio-pinheiros,1140077>. Acesso em: 21 set. 2016.

ITER: what is ITER? Disponível em: <http://www.iter.org/proj/inafewlines>. Acesso em: 18 ago. 2016.

KURITA. **Tratamento biológico de efluentes**. 2016. Disponível em: <http://kurita.com.br/index.php/artigos-tecnicos/tratamento-biologico-de-efluentes/>. Acesso em: 26 jul. 2016.

LI, X. et al. A vacuum-flash assisted solution process for high-efficiency large-area perovskite solar cells. **Science**, New York, v. 8, n. 1, p. 772-779, 2016.

LIU, Y. et al. **Bioinspired bifunctional membrane for efficient clean water generation**. Applied materials & interfaces, v. 8, n. 1, p. 772-779, 2016.

MOREIRA, M. Brasil ocupa a 11ª posição na AL em saneamento básico, diz estudo. **EBC Agência Brasil**, São Paulo, 16 mar. 2016. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2016-03/brasil-ocupa-11a-posicao-na-al-em-saneamento-basico-diz-estudo>. Acesso em: 27 jul. 2016.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE. **Genetically engineered crops**: experiences and prospects. Washington: The National Academies Press, 2016.

TERRA. ONU cogita utilizar nanotecnologia no tratamento de água, 2013. <https://noticias.terra.com.br/ciencia/sustentabilidade/onu-cogita-utilizar-nanotecnologia-no-tratamento-da-agua,ae47ef92c000f310VgnVCM4000009bcceb0aRCRD.html>. Acesso em: 30 ago. 2016.

THAPA, H. R. et al. A squalene synthase-like enzyme initiates production of tetraterpenoid hydrocarbons in *Botryococcus braunii* Race L. **Nature communications**, Texas, v. 7, n. 11198, p. 1-13, 2016.

TRATABRASIL, situação do saneamento no Brasil, 2016. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil> Acesso em: 27 ago. 2016.

XIAO, H.; GOLLNER, M. j.; ORAN, E. S. From fire whirls to blue whirls and combustion with reduced pollution. **Proceedings of the National Academy of Sciences od the United States of America**, New York, v. 113, n. 34, p. 9457-9462, 2016.

VASCONSELOS, Y. Bactéria do bem. **Revista Fapesp**, ed. 147, 2007. Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/2007/12/01/bacterias-do-bem/?cat=tecnologia>. Acesso em: 21 set. 2016.

YOSHIDA, S. et al. A bacterium that degrades and assimilates poly(ethylene terephthalate). **Science**, New York, v. 351, n. 6278, p. 1196-1199, 2016.

Anotações

Anotações

Anotações

Anotações

Anotações

Anotações

ISBN 978-85-8482-595-0