



Gestão de Resíduos Sólidos

Gestão de Resíduos Sólidos

Andréia Marega Luz

© 2018 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 e de Educação Básica

Mário Ghio Júnior

Conselho Acadêmico

Ana Lucia Jankovic Barduchi

Camila Cardoso Rotella

Danielly Nunes Andrade Noé

Grasiele Aparecida Lourenço

Isabel Cristina Chagas Barbin

Lidiane Cristina Vivaldini Olo

Thatiane Cristina dos Santos de Carvalho Ribeiro

Revisão Técnica

Denise Vazquez Manfio

Paulo Sérgio Siberti da Silva

Editorial

Camila Cardoso Rotella (Diretora)

Lidiane Cristina Vivaldini Olo (Gerente)

Elmir Carvalho da Silva (Coordenador)

Letícia Bento Pieroni (Coordenadora)

Renata Jéssica Galdino (Coordenadora)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Luz, Andréia Marega
L99g Gestão de resíduos sólidos / Andréia Marega Luz. –
Londrina : Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018.
208 p.

ISBN 978-85-522-0757-3

1. Gestão. 2. Resíduos. I. Luz, Andréia Marega. II. Título.

CDD 710

Thamiris Mantovani CRB-8/9491

2018
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/>

Palavras do autor

Caro aluno, seja bem-vindo ao envolvente estudo de um dos maiores e mais desafiadores problemas da sociedade moderna, a geração de resíduos sólidos, que é intrínseca a qualquer atividade humana, estando associada, portanto, à sua própria existência. Porém, a geração de resíduos sólidos passou a se tornar um problema ambiental a partir do momento em que o homem deixou de ser nômade e passou a se fixar em determinados lugares, onde os resíduos alimentares e de seus utensílios eram deixados próximos às suas moradias. Hoje, a geração de resíduos é muito mais preocupante, considerando a diversidade e a complexidade da composição química de resíduos gerados, como resíduos eletroeletrônicos, da agricultura, de plásticos, vidros, metais, entre outros. Além disso, o modelo atual de desenvolvimento econômico, baseado no consumo e associado ao aumento do crescimento demográfico, tem gerado uma grande quantidade de resíduos, dispostos de maneira inadequada no meio ambiente, que trazem efeitos adversos ao meio ambiente e à saúde humana.

Diante do exposto, com o propósito de prepará-los para enfrentar esse desafio, esta disciplina foi dividida em quatro unidades, da seguinte maneira: caracterização e classificação dos resíduos sólidos, gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos, resíduos de serviços de saúde, de construção e demolição, resíduos radioativos e industriais e, por fim, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos.

Ao estudarmos as unidade propostas, desenvolveremos as competências voltadas a conhecer a caracterização e a classificação dos resíduos sólidos, as técnicas de tratamento, de disposição e destinação final e conhecer os impactos dos resíduos sólidos sobre o meio ambiente, a saber: os conteúdos referentes aos aspectos legais, à classificação e à caracterização dos resíduos sólidos, bem como os principais aspectos referentes à gestão de resíduos sólidos urbanos, a fim de conhecer também os principais aspectos relacionados aos resíduos de serviços de saúde, de construção e demolição, radioativos e, por fim, compreender os principais tipos de tratamento e disposição final aplicados aos resíduos sólidos.

Portanto, você, prezado aluno, está convidado a participar desse enorme desafio da sociedade moderna, que é diminuir a geração de resíduos sólidos, seja a partir do consumo consciente ou por meio da reutilização e reciclagem de materiais, mas sobretudo o desafio da gestão adequada dos resíduos sólidos gerados. Você irá perceber que a sua área de formação é uma arma poderosa e essencial para solucionar problemas ambientais, melhorando a qualidade de vida de toda a população.

Bons estudos!

Caracterização e classificação dos resíduos sólidos

Convite ao estudo

Caro aluno, a geração de resíduos sólidos é um dos principais problemas ambientais da sociedade moderna, considerando não somente a quantidade de resíduos gerada, mas também a diversidade dos resíduos, sua composição química e, sobretudo, a sua disposição final ambientalmente adequada. Esta, em conjunto com os aterros sanitários, impede a contaminação do solo e da água, além de impedir a proliferação de insetos e animais transmissores de doenças. Porém, essa disposição adequada ainda é um grande desafio, principalmente no Brasil. Diante disso, ao longo da Unidade 1, iremos abordar temas relacionados ao contexto histórico da geração de resíduos, o panorama atual no Brasil e no mundo, as classificações dos resíduos e as principais legislações e normativas relativas ao tema.

Os estudos desta unidade irão possibilitar a você saber os conteúdos referentes aos aspectos legais, à classificação e à caracterização dos resíduos sólidos, a fim de permitir a aplicação das principais legislações e normativas referentes à sua classificação e caracterização. Para guiar o seu estudo desta Unidade 1, imagine o seguinte contexto de aprendizagem: você atua como analista ambiental no Ministério do Meio Ambiente (MMA), que irá realizar um estudo, de consulta pública, sobre o estado da arte dos resíduos sólidos no Brasil, abordando temas como (i) o contexto histórico, (ii) o aporte jurídico atual que rege a gestão de resíduos sólidos no Brasil, particularmente referentes às características dos resíduos e suas classificações, e (iii) a relação da Política Nacional de Resíduos Sólidos com a Lei Nacional de Saneamento Básico, focando nos serviços de limpeza urbana, coleta regular e coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos.

Você, como analista ambiental, será um dos responsáveis pela elaboração desse trabalho. Para nortear a sua pesquisa e o seu trabalho, guie-se pelos seguintes pontos: Como se deu o processo civilizatório da humanidade sob a óptica da geração de resíduos sólidos? Qual o panorama atual da geração de resíduos sólidos no Brasil e no mundo? Como os resíduos sólidos são classificados? Quais os principais aspectos legais e normativos referentes aos resíduos sólidos no Brasil?

Para responder a essas e outras perguntas, você será instruído em uma introdução ao estudo dos resíduos sólidos, à classificação e à caracterização dos resíduos, bem como às principais legislações vigentes.

Vamos lá? Bons estudos!

Seção 1.1

Introdução ao estudo dos resíduos sólidos

Diálogo aberto

A geração de resíduos é algo intrínseco às atividades humanas. Porém, o aumento vertiginoso da população entre as décadas de 1960 e 1970, associado aos atuais padrões de consumo, tem elevado a geração de resíduos, trazendo consequências sociais e ambientais, especialmente quando não gerenciados adequadamente. Dentro desse contexto, foi instituída em 2010 a Política Nacional de Resíduos Sólidos, buscando normatizar a gestão de resíduos sólidos no Brasil.

Nesta primeira seção, iremos abordar o contexto histórico da geração de resíduos, o panorama da geração de resíduos no Brasil e no mundo, como também as perspectivas para o futuro. Diante disso, imagine a seguinte situação.

Você atua como analista ambiental no Ministério do Meio Ambiente (MMA), que irá realizar um estudo, de consulta pública, sobre o estado da arte dos resíduos sólidos no Brasil, abordando temas como o contexto histórico, o panorama da geração e da coleta de resíduos sólidos no mundo e no Brasil e discutir quais são as perspectivas futuras para a geração de resíduos. Você, como analista ambiental, será um dos responsáveis pela elaboração desse trabalho.

A primeira parte da elaboração do estudo de consulta pública do MMA consistirá na análise do contexto histórico da geração de resíduos. Para nortear a produção da primeira parte desse trabalho, guie-se pelas seguintes perguntas norteadoras.

- Como era a geração de resíduos sólidos nos primórdios da humanidade?
- Qual a relação entre a geração de resíduos sólidos e a civilização?
- A geração de resíduos sólidos pode ser considerada um indicador de desenvolvimento de uma nação?

A premissa básica para qualquer estudo é compreender o seu contexto histórico, bem como a situação atual, e não pode ser diferente no que se refere aos estudos da geração de resíduos sólidos.

Por isso, espero que você se sinta motivado a iniciar sua aprendizagem, compreendendo fatos que nos trouxeram até o panorama atual e, assim, vislumbrarmos as perspectivas futuras. Bons estudos!

Não pode faltar

Olá, aluno, seja bem-vindo!

Com certeza você já ouviu nos noticiários ou em algum meio de comunicação impressa algo relacionado aos resíduos sólidos, não é mesmo? Mas será que os resíduos sólidos estão associados apenas à sociedade moderna? Todos os países enfrentam problemas relacionados à geração e à disposição final de seus resíduos?

Atualmente, o aumento da geração de resíduos sólidos é considerado um dos grandes problemas da sociedade moderna, principalmente devido ao modelo de desenvolvimento econômico baseado na produção de bens de consumo. Esse modelo movimenta a economia, mas traz como consequência a geração de mais e mais resíduos diariamente. Porém, a geração de resíduos sólidos não é uma problemática apenas da sociedade moderna, visto que é algo intrínseco a qualquer atividade humana.

Viajando um pouco na história da civilização e analisando o modo de vida dos seres humanos, é possível identificar que a geração de resíduos acompanhou, e vem acompanhando, a própria civilização.

Você deve se lembrar de ter estudado sobre o Período Paleolítico, conhecido como Idade da Pedra Lascada (até 10 mil anos a.C.). Nessa época, os seres humanos eram nômades, ou seja, não estabeleciam moradia fixa. Moravam em cavernas e suas necessidades se restringiam basicamente à alimentação, à defesa e à perpetuação da espécie. Quando os recursos (frutas, animais) se esgotavam, eles mudavam de lugar e deixavam para trás seus resíduos para serem decompostos pela ação do tempo. Porém, vale ressaltar que os resíduos sólidos gerados naquela época eram, em sua totalidade, resíduos orgânicos. Ao longo do tempo e do processo civilizatório, os seres humanos desenvolveram habilidades e começaram a fabricar os seus próprios instrumentos, começaram a usar vestimentas, a construir moradias, a criar animais e a produzir alimentos para estocar. Logo, a produção de resíduos acompanhou essa evolução, sendo produzidos

em maiores quantidades e de tipos diferentes, não somente os orgânicos. Esse período ficou conhecido como Período Neolítico ou da Pedra Polida (10 a 6 mil anos a.C.), e foi a base para a civilização moderna.

A partir desse momento, o desenvolvimento, o processo civilizatório e a população aumentaram de forma acentuada, sobretudo com o advento da Revolução Industrial, marcada pela produção de bens de consumo em larga escala. Foi nessa época que a problemática da geração e disposição final de resíduos começou a gerar consequências para o meio ambiente e para a saúde humana. Porém, mesmo diante desses problemas, a preocupação maior era o crescimento. O tempo passou e, a partir da segunda metade do século XX, as questões ambientais começaram a ser debatidas em nível mundial.

Porém, ainda hoje a problemática dos resíduos sólidos é um dos grandes desafios da sociedade moderna, acima de tudo quando se considera a heterogeneidade e o volume de resíduos gerados, que possuem níveis de periculosidade diferentes. Portanto, a relação homem-resíduos é indissociável das atividades desenvolvidas pelo homem, tanto no tempo quanto no espaço (WALDMAN, 2010).



Reflita

Considerando o que foi abordado sobre a geração de resíduos sólidos ao longo do processo civilizatório, você acha que o poder aquisitivo está relacionado a uma maior geração de resíduos?

Dentro desse contexto, é possível estabelecermos uma relação entre o consumo e a geração de resíduos. Conforme aumenta a quantidade e a variedade de produtos, serviços e tecnologias, aumenta-se também a pressão provocada sobre o ambiente, devido aos recursos extraídos e aos resíduos gerados, desde o processo de extração de matérias-primas, de fabricação e de seu descarte. A maior produção de produtos e de tecnologias ocorre nos países desenvolvidos, como os Estados Unidos e a China. Logo, os padrões de consumo praticados pela população desses países estão relacionados com as suas capacidades de trabalho, produção, renda e riqueza.

Hoje, diversos artigos e estudos apresentam argumentos coerentes sobre a relação entre o padrão de consumo de uma sociedade e

sua produção diária de resíduos sólidos. Porém, cabe ressaltar que, mesmo em países desenvolvidos, como os Estados Unidos, há diferenciais de consumo em função das características socioeconômicas e demográficas. Ou seja, temos que diferentes populações praticam diferentes padrões de consumo, gerando resíduos sólidos urbanos de forma distinta (SILVA et al., 2012).



Assimile

A geração de resíduos sólidos pode ser considerada um índice de desenvolvimento econômico do país, uma vez que está relacionada com o seu padrão de consumo.

De acordo com o "Guia de Estratégias Nacionais para o Manejo do Lixo: Mudando de Desafios para Oportunidades" (2013), elaborado pela Organização das Nações Unidas (ONU), existem atualmente no mundo sete bilhões de seres humanos, responsáveis pela produção de 1,4 bilhão de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) por ano. No entanto, ainda segundo dados da ONU, praticamente metade do total desses resíduos é gerada por menos de 30 países, os mais desenvolvidos do mundo.



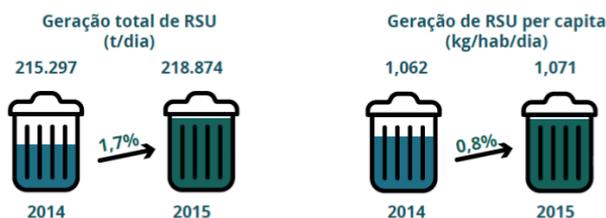
Exemplificando

Um estudo publicado em 2012, por Hoornweg e Bhada-tata, mostrou que a produção de resíduos sólidos é mais elevada em países com as maiores taxas de urbanização e nível de desenvolvimento. Esse fato, conforme discutido anteriormente, está relacionado ao aumento do nível de consumo, que eleva o consumo de bens e serviços. Hoornweg e Bhadatata (2012) mostram que os valores de produção per capita de resíduos são inferiores (entre **219 – 343 kg / hab / ano**) em países com menores rendas, enquanto que nos países com maiores rendas esses valores são maiores, entre **777 – 840 kg / hab / ano**).

Agora que você já compreendeu a evolução histórica da geração de resíduos sólidos e a relação dessa geração com o nível de renda per capita de um país, vamos estudar alguns dados relativos ao panorama de geração de resíduos sólidos no Brasil e no mundo e quais as perspectivas futuras.

No Brasil, segundo dados do Panorama Nacional de Resíduos Sólidos de 2015, publicado pela Associação Brasileira de Empresas Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), em 2015 foram geradas 79,9 milhões de toneladas de RSU, cerca de 1,7% a mais em relação a 2014, conforme Figura 1.1. Para o mesmo período, observou-se um crescimento de 0,8% na geração de RSU per capita (*kg / hab / dia*), que em 2014 foi de 1,062 (*kg / hab / dia*) e em 2015 foi de 1,071 (*kg / hab / dia*). A taxa de crescimento da geração per capita foi a mesma observada para o crescimento da população brasileira.

Figura 1.1 | Geração de resíduos no Brasil em 2014 e 2015

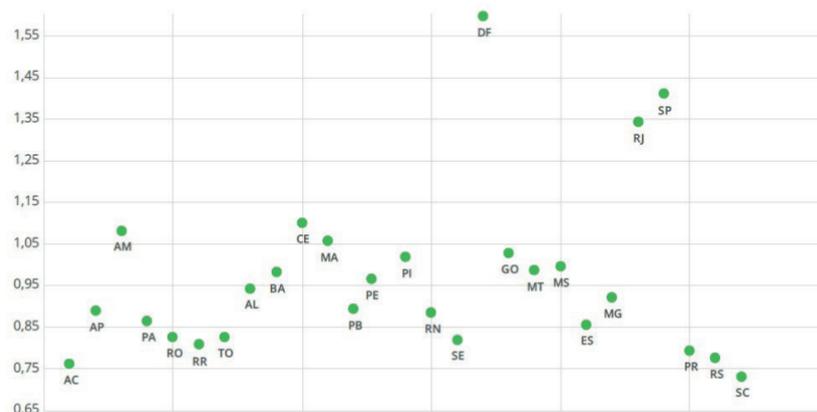


Fonte: ABRELPE (2015, p. 29).

Desse total de 79,9 milhões de toneladas de RSU gerados em 2015, cerca de 90,8% foram coletados, sendo que, desses, apenas 58,7% seguiram para aterros sanitários. Ou seja, cerca de 7,3 milhões de toneladas de resíduos não foram coletados, e cerca de 30 milhões de toneladas de RSU foram dispostos em lixões ou aterros controlados, que não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessários para proteção do meio ambiente contra danos e degradações (ABRELPE, 2015). São dados alarmantes e mostram o desafio do nosso país em gerir corretamente os resíduos sólidos, visto que a disposição inadequada contamina o solo, a água e o ar, provocando efeitos adversos nos ecossistemas, além de trazer consequências para a saúde humana, devido à proliferação de insetos e animais que transmitem doenças, como cisticercose, cólera, disenteria, febre tifoide, filariose, giardíase, leishmaniose, leptospirose, salmonelose, entre outras.

Vale ressaltar que, no Brasil, a maior geração per capita de RSU está relacionada aos estados mais desenvolvidos do país, por exemplo, São Paulo, Rio de Janeiro e Distrito Federal, como pode ser observado na Figura 1.2, portanto, reflete aquilo que discutimos anteriormente sobre o padrão de consumo e a geração de resíduos.

Figura 1.2 | Geração per capita de resíduos sólidos urbanos (kg/hab/dia) nos estados brasileiros e no Distrito Federal



Fonte: ABRELPE (2015, p. 27).

Ao redor do mundo, a geração de resíduos e a sua inadequada disposição também é algo preocupante, com exceção de alguns países que iremos abordar a seguir.

Segundo o relatório “Que desperdício: uma revisão global do gerenciamento de resíduos sólidos” (em inglês), publicado em 2012 pelo Banco Mundial, a geração de resíduos sólidos foi três vezes maior do que o aumento populacional nos últimos 30 anos. O mesmo relatório aponta que a geração per capita nos países desenvolvidos aumentou 35% desde 1980.

Segundo o “Guia Diretrizes para Estratégias Nacionais de Gerenciamento de Resíduos” (em inglês), publicado pela Organização das Nações Unidas em 2013, nos Estados Unidos, consomem-se duas vezes mais energia e geram-se duas vezes mais resíduos sólidos per capita quando comparados com países que possuem o mesmo nível de conforto e desenvolvimento, como os europeus e os japoneses.

O Japão, por exemplo, cuja área territorial é muito pequena e que possui alta densidade (**337 hab / km²**), se viu obrigado a reduzir o volume de resíduos enviados para aterro por falta de espaço e, para isso, fez altos investimentos em tecnologias para reciclagem. As garrafas PETs, por exemplo, são 100% produzidas a partir de resina reciclada, reduzindo em 90% o uso de novos plásticos e em 60% as emissões de dióxido de carbono.

Porém, dentre todos os países, a Alemanha destaca-se na gestão dos resíduos sólidos urbanos com o maior índice de reaproveitamento do mundo. Em 2015, de acordo com o Gabinete de Estatísticas da União Europeia (Eurostat), menos de 1% dos resíduos gerados em todo o país são enviados para aterros, uma vez que 8 em cada 10 quilos do lixo não reaproveitado (reciclagem ou compostagem) são incinerados, gerando energia. Ainda segundo a Eurostat (2015), 63% de todos os RSU foram reciclados na Alemanha, sendo 46% por reciclagem e 17% por compostagem. Ressalta-se que a média do continente é de 25%.

Outro país desenvolvido a se preocupar com a geração de resíduos é a Suécia, que, segundo o Eurostat (2015), possui alta taxa de geração per capita, cerca de 1,6 kg por dia. Na capital Estocolmo, 100% dos domicílios são atendidos pela coleta seletiva. Além disso, a cidade inventou, em 1961, um sistema chamado Envac, constituído de lixeiras conectadas a uma rede de tubos subterrâneos, para onde os resíduos são sugados à vácuo e encaminhados a um depósito para segregação da coleta seletiva, podendo ser encaminhados para compostagem, reaproveitamento, reciclagem e incineração.

Atualmente, diversas cidades possuem os sistemas da Envac, além de Estocolmo (Suécia), por exemplo Madrid (Espanha), Lisboa (Portugal), Nova Iorque (EUA), Montreal (Canadá), Paris (França), Londres (Inglaterra), Hainan (China), Doha (Qatar), Yongin (Coreia), Copenhague (Dinamarca), Hong Kong (China), entre muitas outras. Esse sistema chegou no Brasil, na cidade de São Paulo, no empreendimento imobiliário Parque da Cidade em 2014. Neste ano (2017), o Hospital Sírio Libanês tornou-se o primeiro hospital da América Latina a contar com o sistema de coleta pneumática de seus resíduos comuns.



Pesquise mais

Ficou interessado sobre o sistema de coleta Envac? Você sabia que Barcelona possui um sistema parecido e que começou a ser construído para a cidade olímpica em 1992? No Brasil, a cidade de Paulínia também instalou contêineres subterrâneos para coleta de lixo. Para conhecer um pouco mais desses sistemas, acesse os vídeos disponíveis nos links a seguir:

ODEBRECHT Realizações. **Parque da Cidade - sistema de coleta automatizada de resíduos a vácuo**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=jUDetlKWdEY>>. Acesso em: 31 ago. 2017.

RÔMULUS A. P. Borges. Barcelona é exemplo de coleta de lixo responsável e eficiente. **Cidade Sustentável**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=XZ0fNysGn_Y>. Acesso em: 31 ago. 2017.

INSTITUTO ESTRE. Programa Ressoar - Lixo em Paulínia. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=yH23gv2FK5k>>. Acesso em: 31 ago. 2017.

Em relação às perspectivas, segundo o Banco Mundial (2012) e a ONU (2013), daqui a dez anos, serão geradas 2,2 bilhões de toneladas de resíduos sólidos anualmente. A previsão para 2050 é, se mantido o ritmo atual, termos 9 bilhões de habitantes e 4 bilhões de toneladas de lixo urbano por ano. Em relação à coleta, o "Guia de Estratégias Nacionais para o Manejo do Lixo: Mudando de Desafios para Oportunidades" (ONU, 2013) traz que, todos os anos, cerca de 1,3 bilhão de toneladas de resíduos sólidos são coletados em todo o mundo. Ainda segundo a ONU (2013), espera-se que esse número aumente para 2,2 bilhões de toneladas até 2025, com quase todo o aumento dos países em desenvolvimento. Porém, deve-se ressaltar que os maiores desafios, sobretudo dos países em desenvolvimento, ainda envolvem os serviços de coleta e, especialmente, de disposição final. Esses desafios estão relacionados, principalmente, pela falta de recursos financeiros e de mão de obra especializada para gerir os resíduos.

Cabe ressaltar que, atualmente, é preciso repensar os padrões de consumo da sociedade moderna, baseados na utilização única de um produto, geralmente não durável e no desperdício. Além disso, os países em desenvolvimento, que apresentam alta taxa per capita de geração de resíduos, como é o caso do Brasil, devem se espelhar nos países em desenvolvimento que investiram em coleta seletiva e na reciclagem, diminuindo assim o volume de resíduos enviados para aterros sanitários. Estes, apesar das normas de construção e operação que visam garantir a não contaminação do solo e da água, não são uma alternativa viável de disposição ambientalmente adequada de resíduos sólidos. Isso porque, quando não se tem um sistema de coleta seletiva, reciclagem e compostagem bem estabelecidos, são necessárias extensas áreas para sua implantação e operação, com vida útil relativamente curta (cerca de 20 anos), que poderiam ser utilizadas para fins mais nobres, como a produção de alimentos.

Chegamos ao final da primeira seção deste livro didático, e espero que você tenha se sentido motivado a aprofundar os seus conhecimentos nessa área, tão desafiadora e tão importante, tanto do ponto de vista ambiental quanto do ponto de vista de saúde pública. Até breve!

Sem medo de errar

Um dos grandes problemas da atualidade é a grande geração de resíduos sólidos decorrentes do avanço tecnológico, do aumento populacional e do modo de vida que privilegia a produção de bens de consumo. Essa problemática agrava-se ao considerarmos a heterogeneidade dos resíduos, com diferentes níveis de risco, que podem afetar negativamente a saúde da população e o meio ambiente.

Diante do exposto acima, vamos relembrar o problema desta seção. Você atua como analista ambiental no Ministério do Meio Ambiente (MMA), que realizará um estudo, de consulta pública, sobre o estado da arte dos resíduos sólidos no Brasil. A primeira parte da elaboração desse estudo consistirá na análise do contexto histórico da geração de resíduos. Para nortear a produção da primeira parte desse trabalho, vamos agora responder às perguntas norteadoras, apresentadas no “Diálogo aberto”: Como era a geração de resíduos sólidos nos primórdios da humanidade? Qual a relação entre a geração de resíduos sólidos e a civilização? A geração de resíduos sólidos pode ser considerada um indicador de desenvolvimento de uma nação?

Nos primórdios da humanidade, a geração de resíduos consistia basicamente em restos orgânicos, provenientes da caça e da alimentação, bem como das excretas. Nessa época, chamada de Idade da Pedra Lascada, o homem era nômade, vivia em cavernas e, ao mudar de lugar, deixava para trás seus resíduos para que eles fossem decompostos pela ação do tempo. Já na Idade da Pedra Polida, o homem começou a construir moradias, fixando-se em um lugar, onde criava animais, plantava frutas e sementes, começou a criar seus instrumentos e utilizar vestimentas. Com isso, a geração de resíduos não só aumentou em quantidade, mas também em diversidade.

Com o passar do tempo e o processo civilizatório, sobretudo após a Revolução Industrial, muitos produtos foram criados e produzidos

em grande escala. A partir desse momento, passamos a gerar resíduos também na extração de matérias-primas e durante o processo produtivo. Nota-se, portanto, que a geração de resíduos acompanha, de forma geral, a civilização humana.

Hoje, temos uma infinidade de tipos de resíduos sólidos gerados, com o agravante de sermos uma sociedade cujo crescimento econômico está pautado na produção e consumo de produtos, serviços e tecnologias. Por isso, há uma estreita relação entre o nível de desenvolvimento de um país e a sua geração per capita de resíduos, em que quanto mais desenvolvido, maior a geração de resíduos. Logo, podemos dizer que, atualmente, a geração de resíduos pode ser considerada um indicador de desenvolvimento econômico.

Nota-se isso, por exemplo, nos Estados Unidos, na China, no Japão e na Suécia, países desenvolvidos com alta taxa de geração per capita de resíduos sólidos. Porém, vale ressaltar que alguns desses países, como a Suécia e o Japão, fizeram altos investimentos em tecnologias de reciclagem, a fim de diminuir a fração de resíduos sólidos encaminhados para aterros sanitários, além de tecnologias de coleta de resíduos, como o sistema Envac, criado em Estocolmo em 1961, que hoje existe em mais de 30 países, inclusive no Brasil.

Avançando na prática

O desenvolvimento e a geração de resíduos sólidos

Descrição da situação-problema

A busca constante e incessável por novas tecnologias que facilitem e tragam comodidade ao nosso dia a dia tem colocado no mercado uma série de produtos e serviços ao longo do tempo. Porém, a fim de manter essa busca e garantir os avanços tecnológicos, muitos recursos foram extraídos (e ainda são) do meio ambiente, ao mesmo passo que o que já não serve foi nele disposto. Considerando o contexto apresentado, imagine a seguinte situação hipotética: você é um profissional da área ambiental, reconhecido internacionalmente, e foi convidado para proferir uma palestra sobre o estado da arte dos resíduos sólidos no Brasil e no mundo em um evento internacional de resíduos sólidos. Para preparar a sua palestra, você deverá considerar as seguintes

questões: A geração de resíduos sólidos é maior nos países em desenvolvimento ou nos países desenvolvidos? Qual a relação entre a renda per capita e a geração de resíduos sólidos? No Brasil, quais os estados que mais geram resíduos sólidos? Lembre-se que como se trata de uma palestra, é importante que você apresente dados recentes sobre a geração de resíduos no Brasil e no mundo.

Resolução da situação-problema

Caro aluno, você pode iniciar a sua palestra abordando brevemente o contexto histórico da geração de resíduos pela humanidade. Em seguida, aborde os temas centrais da palestra. Busque por dados e gráficos no "Guia de Estratégias Nacionais para o Manejo do Lixo: Mudando de Desafios para Oportunidades", elaborado pela Organização das Nações Unidas em 2013 e também no Panorama Nacional de Resíduos Sólidos (2015) da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). Hoornweg e Bhadattata (2012) mostraram, em seus estudos, que os valores de produção per capita de resíduos são inferiores (entre **219 – 343 kg / hab / ano** em países com menores rendas, enquanto que, nos países com maiores rendas, esses valores são maiores, entre **777 – 840 kg / hab / ano**). Portanto, a geração de resíduos sólidos está diretamente relacionada com o nível de renda per capita de um país, uma vez que reflete o poder de consumo da sua população. Essa relação pode ser verificada no Brasil, que apesar de ser um país em desenvolvimento, apresenta alta taxa de geração per capita, cerca de 1,071 (**kg / hab / ano**) em 2015 (ABRELPE, 2015). Quando observamos o consumo per capita nos estados brasileiros, observamos que o Distrito Federal é o que mais gera resíduos, seguido do estado de São Paulo e do Rio de Janeiro, onde concentram-se as maiores rendas per capita do país (ABRELPE, 2015). Para finalizar a sua palestra, sugiro que você aborde sucintamente a questão do consumo e da importância de sua redução, além da necessidade do Brasil em investir na coleta seletiva e na reciclagem, a fim de diminuir a quantidade de resíduos sólidos gerados no país.

Faça valer a pena

1. O aumento da geração de resíduos sólidos é considerado um dos grandes problemas da sociedade moderna, principalmente ao modelo de

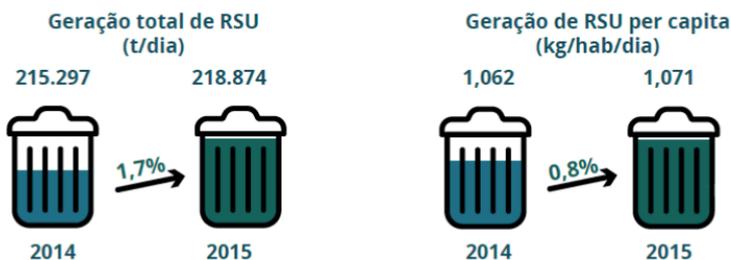
desenvolvimento econômico baseado na produção de bens de consumo, sobretudo de bens não duráveis, como plásticos.

Considerando o contexto apresentado, assinale a alternativa correta sobre a geração de resíduos ao longo do processo civilizatório.

- a) A geração de resíduos sólidos já era um grave problema ambiental na Idade da Pedra Lascada.
- b) A partir da Revolução Industrial, houve uma queda da geração de resíduos orgânicos.
- c) O aumento da população não interfere no aumento da geração de resíduos sólidos.
- d) O atual padrão de consumo aumenta a geração de resíduos sólidos urbanos.
- e) Na Idade da Pedra Polida só se geravam resíduos orgânicos.

2. No Brasil, segundo dados do Panorama Nacional de Resíduos Sólidos de 2015, publicado pela Associação Brasileira de Empresas Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), em 2015 foram gerados 79,9 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU), cerca de 1,7% a mais em relação a 2014, conforme a Figura 1.1.

Figura 1.1 | Geração de resíduos no Brasil em 2014 e 2015



Fonte: ABRELPE (2015, p. 29).

Considerando os dados apresentados assinale a afirmativa correta.

- a) Em 2014, foram gerados 1,062 kg de resíduos sólidos urbanos.
- b) A geração total de resíduos sólidos cresceu 0,8% de 2014 a 2015.
- c) No Brasil, em 2015, a geração per capita de RSU foi menor do que em 2014.
- d) A geração total de RSU, em 2014, foi cerca de 79 milhões de toneladas.
- e) Cada brasileiro gerou, em 2015, cerca de 388 quilos de RSU.

3. Analisando o processo civilizatório da humanidade, é possível estabelecermos uma relação entre o consumo e a geração de resíduos. Conforme aumenta a quantidade e a variedade de produtos, serviços e tecnologias, aumenta-se também a pressão provocada sobre o ambiente, devido aos recursos extraídos e aos resíduos gerados, desde o processo de extração de matérias-primas, de fabricação e de seu descarte.

Considerando o contexto apresentado, complete corretamente as lacunas do texto a seguir.

Os valores de geração per capita de resíduos são _____ em países com _____ rendas, enquanto que nos países com maiores rendas estes valores são _____.

Agora, assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto.

- a) Menores; menores; maiores.
- b) Maiores; menores; menores.
- c) Maiores; menores; maiores.
- d) Menores; maiores; maiores.
- e) Maiores; maiores; maiores.

Seção 1.2

Classificação e caracterização dos resíduos sólidos

Diálogo aberto

Prezado aluno,

As atividades humanas geram uma diversificada gama de resíduos que, quando dispostos de forma inadequada, degradam o meio ambiente e expõem a população a riscos de saúde. Por isso, o estudo dos resíduos sólidos é, sem dúvida, um ponto relevante para alcançarmos o desenvolvimento sustentável. Diante disso, vamos continuar nossos estudos sobre os resíduos sólidos?

Nesta seção, abordaremos de forma sucinta os principais objetivos, princípios e instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Também iremos estudar as diretrizes fixadas na norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 10004:2004. Conforme estudamos na Seção 1, a geração de resíduos é algo intrínseco às atividades humanas. Porém, o aumento vertiginoso da população entre as décadas de 1960 e 1970, associado aos atuais padrões de consumo, tem elevado a geração de resíduos, trazendo consequências sociais e ambientais, sobretudo quando não gerenciados adequadamente. E, dentro desse contexto, foi instituída, em 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), buscando normatizar a gestão de resíduos sólidos no Brasil.

Levando em conta esse plano de fundo, vamos também retomar o desafio da unidade, apresentado no “Convite ao estudo”, em que você, no papel de um analista ambiental, realizará agora a segunda etapa do estudo de consulta pública sobre o estado da arte dos resíduos sólidos no Brasil.

Após a contextualização histórica dos resíduos sólidos na Seção 1.1, que gerou a primeira etapa do estudo, na segunda etapa é preciso descrever o aporte jurídico atual que rege a gestão de resíduos sólidos no Brasil, sobretudo referente às características dos resíduos e suas classificações. Para guiar a produção dessa segunda parte do estudo, atente-se para as seguintes perguntas

norteadoras: Quando foi instituída a PNRS? Quais os principais avanços que a PNRS trouxe para a gestão dos resíduos sólidos no Brasil? Como são classificados os resíduos sólidos na PNRS e na ABNT NBR 10004:2004? Quais as características dos resíduos sólidos classificados segundo a ABNT NBR 10004:2004?

O estudo desta seção é de suma importância para você compreender a gestão dos resíduos sólidos e, assim, ser capaz de propor estratégias e alternativas de gestão, uma vez que serão abordadas definições importantes. Pronto para essa leitura?

Bons estudos!

Não pode faltar

Caro aluno,

Na Seção 1.1, iniciamos o nosso estudo sobre a gestão de resíduos sólidos, abordando dados sobre a geração de resíduos no Brasil e no mundo. Você pôde perceber que a geração per capita de resíduos é alta, principalmente em países desenvolvidos. Porém, o Brasil, mesmo sendo um país em desenvolvimento, apresenta elevada geração per capita, cerca de 1,071 kg/hab/dia. Além disso, no Brasil, segundo dados do Panorama Nacional de Resíduos Sólidos (ABRELPE, 2015), em 2015, 42,3% dos resíduos sólidos coletados não possuem destinação adequada, ou seja, são dispostos em lixões e aterros controlados, podendo contaminar o solo e a água.

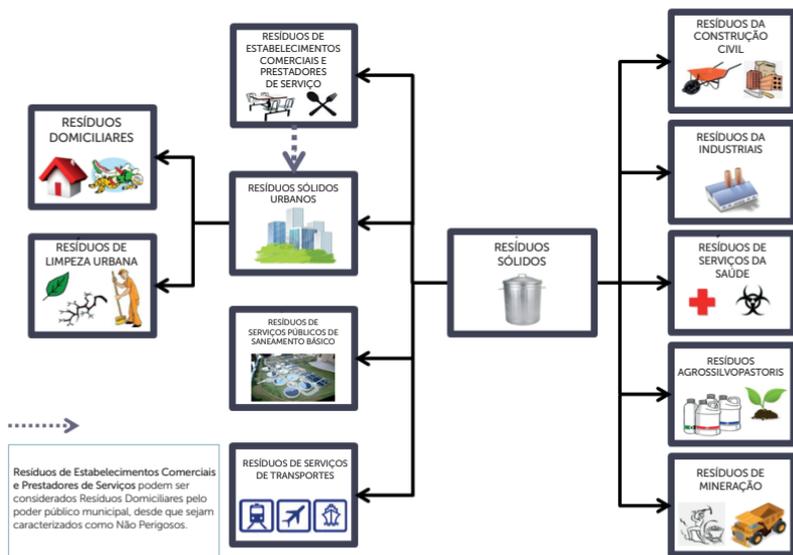
Antes de prosseguirmos com o nosso estudo, é importante compreendermos o que de fato são resíduos sólidos. Apesar da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010), ser recente, a definição de resíduos sólidos já havia sido estabelecida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 10004:2004. A ABNT NBR 10004:2004, no item três (3), define resíduo sólido como resultado de atividades industriais, domésticas, hospitalar, comercial, agrícola e de serviços de varrição. Já a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305 de agosto de 2010, em seu art. 3º, traz uma definição mais ampla ao conceituar resíduos sólidos como material, substâncias, objeto ou bem descartado, mas também considera que os resíduos são provenientes das mesmas atividades descritas na ABNT.



A definição de resíduos sólidos não engloba apenas os resíduos domésticos, mas também uma diversidade de resíduos, gerados a partir de diferentes atividades, por exemplo, resíduos industriais, hospitalares, agrícola, entre outros.

A partir das definições apresentadas, é possível perceber que os resíduos sólidos englobam uma infinidade de tipos de resíduos, com características distintas, conforme a Figura 1.3.

Figura 1.3 | Resíduos sólidos: conceitos e fontes geradoras



Fonte: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b2/Diagrama_Res%C3%ADduos_S%C3%B3lidos.png?uselang=pt-br>. Acesso em: 27 set. 2017.

Além de conceituarem resíduos sólidos as legislações e normas classificam esses resíduos, conforme suas características, origem, periculosidade, entre outros aspectos.

Para classificar os resíduos sólidos, a ABNT NBR 10004:2004 considera o processo que deu origem ao resíduo, seus constituintes e características. Esse processo de classificação da ABNT NBR 10004:2004 resulta em duas classes de resíduos, segundo suas

características e, a elas, são associados códigos de identificação, conforme demonstrado no Quadro 1.1, em que Classe I representa os resíduos perigosos e Classe II, os resíduos não perigosos. A Classe II ainda se divide em Classe II A – não inerte e Classe II B – inertes. Os resíduos Classe I – Perigosos são os que apresentam periculosidade, ou seja, suas propriedades podem causar risco à saúde pública e riscos ao meio ambiente. Dentre as características de periculosidade estão: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, conforme pode ser observado no Quadro 1.1. Porém, para que seja considerado perigoso, basta que possua apenas uma dessas características.

Quadro 1.1 | Classificação dos resíduos sólidos (ABNT NBR 10004:2004).

| Classificação | Periculosidade | Características |
|---------------|----------------|--|
| Classe I | Perigosos | Inflamabilidade, corrosividade, reatividade, patogenicidade, toxicidade. |
| Classe II | Não perigosos | - |
| Classe II A | Não inertes | Biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. |
| Classe II B | Inertes | Não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água. |

Fonte: adaptado de ABNT NBR 100004:2004.

A PNRS, além de classificar os resíduos quanto à periculosidade, também os classifica quanto à origem, por exemplo, resíduos domiciliares, resíduos sólidos urbanos, resíduos industriais, resíduos agrossilvopastoris (resíduos provenientes da agricultura, pastagem e atividades silviculturais), entre outros.

Além da classificação, é importante conhecer quais as características dos resíduos sólidos. A caracterização dos resíduos pode ser feita de diferentes maneiras, variando as necessidades de análise, as metodologias de amostragem, os parâmetros e sua periodicidade, de acordo com os objetivos do estudo. A norma técnica ABNT NBR 10007:2004 fixa os requisitos exigíveis para amostragem de resíduos sólidos, como requisitos de preparação da amostra, pré-caracterização, plano de amostragem, tipos de amostradores, número de amostras, entre outros. Note que na própria norma técnica é preciso uma pré-caracterização. Portanto, a análise das características dos resíduos sólidos é de suma importância, pois permite traçar a escolha de

alternativas técnicas, estratégias e métodos operacionais referentes à coleta, ao transporte, ao tratamento e à disposição.

Os resíduos sólidos são caracterizados quanto aos aspectos físicos, químicos e biológicos, segundo Barros (2012), conforme descrito no Quadro 1.2.

Quadro 1.2 | Características físicas, químicas e biológicas dos resíduos sólidos

| Características | | |
|-------------------------|---|--|
| Físicas | Químicas | Biológicas |
| Composição gravimétrica | Proporção de elementos (carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, enxofre e fósforo) | Fração biodegradável |
| Peso específico | Relação Carbono (C): Nitrogênio (N) (ou C/N) | Presença de microrganismos patogênicos |
| Produção per capita | pH | – |
| Compressibilidade | Poder calorífico | |
| Teor de umidade | – | |

Fonte: adaptado de Barros (2012).

As características físicas são importantes para definir estratégias do ponto de vista operacional, como dimensionamento de equipamentos e instalações para tratamento e disposição final. As características químicas também são importantes para definir estratégias operacionais, mas algumas de suas determinações são complicadas e caras, sendo imprescindíveis quando se pensa em compostagem e incineração. Já as características biológicas são importantes devido à possibilidade que sua fração orgânica tem de ser convertida biologicamente em gases, líquidos e em sólidos orgânicos e inorgânicos, que causam a produção de odores e o aparecimento de moscas e de outros animais que estão associados à putrescibilidade. Ao longo das unidades seguintes, iremos aprofundar nossos estudos sobre tratamento, destinação e disposição final, e você irá compreender melhor essas características.

Agora que você já compreendeu o que são resíduos sólidos, como eles são classificados e suas principais características, vamos discutir os principais avanços e desafios, considerando o que está estabelecido na PNRS.

Apesar da PNRS ser recente, as discussões acerca dos resíduos sólidos se iniciaram 20 anos antes de ser instituída. Hoje, podemos

dizer que a PNRS é um marco na legislação brasileira, pois incorpora novos objetivos, princípios e instrumentos com vistas à preservação ambiental. Além disso, a PNRS traz uma forte articulação institucional entre União, Estados, Municípios, setor produtivo e a sociedade em geral, na busca de soluções para os problemas graves provenientes da geração, destinação e disposição de resíduos sólidos.

Dentre os princípios estabelecidos no art. 6º da PNRS, destacam-se o (1) princípio do poluidor-pagador e o protetor-recebedor, o (2) princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e o (3) princípio do reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania. Esses princípios estão diretamente relacionados aos seguintes objetivos estabelecidos no art. 7º da PNRS: (1) não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; (2) incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados e (3) integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

Cabe ressaltar que, para atender a princípios e objetivos, a PNRS traz importantes instrumentos, tais como (1) os planos de resíduos sólidos, (2) a coleta seletiva, (3) o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, entre outros.



Pesquise mais

Para conhecer os demais princípios, objetivos e instrumentos da PNRS, acesse o link:

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 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, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 13 set. 2017.

Agora que você conheceu alguns dos princípios, objetivos e instrumentos da PNRS, vamos debater um pouco mais sobre alguns temas?

A responsabilidade compartilhada é garantida a partir do instrumento de acordo setorial, que é um contrato entre poder público, fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, visando também o estabelecimento da logística reversa. Ou seja, todos os envolvidos no ciclo de vida do produto são responsáveis por ele. Portanto, a responsabilidade compartilhada pode ser compreendida como um conjunto de atribuições dos envolvidos (fabricantes, distribuidores, comerciantes, consumidores, etc.) que visa minimizar a quantidade de resíduos e rejeitos gerados, reduzindo assim os impactos ambientais e à saúde humana.

Mas você deve estar se perguntando, o que é o ciclo de vida de um produto?

Considera-se ciclo de vida todas as fases ou etapas que envolvem a extração e o beneficiamento de matérias-primas, a fabricação e o desenvolvimento do produto, além do consumo e da disposição final. Ainda nesse contexto, há outra definição importante que você deve conhecer, que é a logística reversa. Segundo a PNRS (art. 3º, inciso XII), a logística reversa constitui um conjunto de procedimentos para que os resíduos sólidos sejam restituídos ao setor empresarial, a fim de ser reaproveitado no próprio processo produtivo ou para que tenha outra destinação ambientalmente adequada.



Exemplificando

Um exemplo fácil para você compreender os termos ciclo de vida, responsabilidade compartilhada, acordo setorial e logística reversa refere-se às embalagens de agrotóxicos, que são resíduos perigosos. Os agrotóxicos são classificados como resíduos Classe I – Perigosos, de acordo com a ABNT NBR 10004:2004. Esses resíduos tiveram o acordo setorial, que estabelece a responsabilidade compartilhada e a logística reversa, instituída em 2000, pela Lei nº 9.974 (BRASIL, 2000). Ou seja, os fabricantes são responsáveis pelos resíduos gerados na indústria; a transportadora, pelo correto transporte de substâncias perigosas; o lojista, pelo correto armazenamento; e o produtor rural pelo correto descarte das embalagens. Essas embalagens, após o uso, devem ser lavadas e destinadas aos pontos de coleta, de onde serão retiradas por empresas

que farão a reciclagem, a reutilização ou a incineração. Portanto, como podemos observar, trata-se de uma responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida das embalagens, em que, após a utilização, ela pode voltar à cadeia produtiva, por meio da reciclagem ou reutilização, o que caracteriza a logística reversa.



Pesquise mais

Além das embalagens de agrotóxicos, segundo a PNRS, em seu art. 33, são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, a partir de acordo setorial, os seguintes produtos: (1) pilhas e baterias, (2) pneus, (3) óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens, (4) lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista e (5) produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Por isso, você pode aprofundar os seus conhecimentos acerca dos acordos setoriais a partir da leitura do material disponível no link:

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir). Logística reversa. Disponível em: <<http://sinir.gov.br/web/guest/logistica-reversa>>. Acesso em: 10 set. 2017.

Sobre os planos de resíduos sólidos, a PNRS estabelece que devem ser elaborados o plano nacional, os planos estaduais, os planos municipais e os planos de gerenciamento de resíduos sólidos, estes últimos relacionados a grandes geradores, empresas e indústrias. Os planos devem atender ao conteúdo mínimo estabelecido na PNRS, que abordam, por exemplo, diagnóstico dos resíduos, ações e programas de redução da geração e de educação ambiental, entre outros. Posteriormente, iremos aprofundar os nossos estudos acerca dos planos de resíduos sólidos.

Em relação aos princípios de incentivo à indústria de reciclagem e à integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, o Brasil ainda precisa avançar. Segundo dados do Panorama Nacional de Resíduos Sólidos (ABRELPE, 2015), o Brasil recicla apenas 3% dos resíduos sólidos gerados. Ainda de acordo com o panorama, em 2013, o Brasil reciclou 33,7% do consumo doméstico de alumínio (destaque para as latas de alumínio, cuja taxa de reciclagem foi de 98,4% em

2014). O papel, em 2014, teve uma taxa de reciclagem de 63,4%, e o plástico teve uma redução de 7,5% na taxa de reciclagem de 2014 para 2015, com índice de 51%.

Porém, o que está relacionado às baixas taxas de reciclagem no Brasil? Vamos tentar entender.

No século passado, na cidade de São Paulo, a atividade de coleta de lixo era uma tarefa atribuída aos segregados do convívio da sociedade, como os presos, os loucos, os velhos, os doentes e os camponeses (WALDMAN, 2010). Porém, ainda hoje, os catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, para boa parte da população, encontram-se no mais baixo estágio da evolução humana, pois se interessam por aquilo que para a sociedade não tem mais utilidade. Além disso, em muitos casos, trabalham em condições precárias de trabalho, de forma autônoma e dispersa nas ruas e em lixões, mas também de forma coletiva, por meio de cooperativas e associações.

Segundo dados publicados na apostila *Catadores de materiais recicláveis: um encontro nacional*, do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (PEREIRA; GOES, 2016), o Brasil possui cerca de 388 mil catadores de material reciclável, com uma renda média mensal de R\$ 571,56.

Vale ressaltar que o número de catadores é muito maior do que o estimado, uma vez que não foram incluídos os catadores que possuem renda acima do permitido no cadastro e também não foram incluídos os catadores que trabalham na informalidade nos lixões. Aliás, um dos grandes desafios da PNRS é encontrar uma solução para esse dilema dos catadores informais que trabalham nos lixões, dificultando assim o seu encerramento de forma sustentável.

Contudo, mesmo que a passos lentos, o Brasil vem caminhando para de fato integrar os catadores, aumentar a taxa de reciclagem e, conseqüentemente, diminuir a quantidade de resíduos sólidos enviados para lixões, aterros controlados e aterros sanitários.



Pesquise mais

Para conhecer mais sobre as ações e os programas relativos à integração dos catadores de material reciclável e reutilizável, sugiro a leitura dos Capítulos 20 e 21, disponível no link a seguir:

PEREIRA, Bruna Cristina Jaquetto e GOES, Fernanda Lira (organizadoras).

Catadores de Materiais Recicláveis: um encontro nacional. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2016. 562 p. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/160331_livro_catadores.pdf> Acesso em: 10 set. 2017.

É importante lembrar que a atividade dos catadores é reconhecida pelo Ministério do Trabalho e Emprego desde 2002. Além disso, trata-se de uma atividade de extrema relevância para alcançar os objetivos da PNRS, uma vez que contribui para o aumento da vida útil dos aterros sanitários e para a diminuição da demanda por recursos naturais, na medida em que abastece as indústrias recicladoras para reinserção dos resíduos nas cadeias produtivas, em substituição ao uso de matérias-primas virgens (BRASIL, 2017).



Refleta

Debatemos sobre a necessidade de inclusão social dos catadores de lixo e de sua importância para a implantação da coleta seletiva. Porém, há ainda muitos obstáculos nesse processo de inclusão. O que você sugere para que essa inclusão de fato aconteça?

Por fim, e de extrema importância, é preciso refletirmos sobre o objetivo descrito no inciso II do art. 7º da PNRS, de não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. É preciso refletir principalmente sobre a não geração e a redução da geração de resíduos, a fim de buscarmos o desenvolvimento sustentável e a proteção da saúde pública e da qualidade ambiental. No Direito Ambiental existem duas estratégias para reduzir a quantidade de resíduos gerada e estimular a reutilização e reciclagem do que for gerado, que é a adoção de instrumentos de comando e controle, como impor aos agentes econômicos normas para o acesso e o uso dos recursos naturais e o uso de instrumentos econômicos que buscam empregar estratégias de mercado para induzir o seu uso eficiente (MINOTTO, 2014).

Finalizamos aqui esta seção! Até breve!

Tendo em vista que os prejuízos provocados ao meio ambiente refletem diretamente na qualidade de vida dos seres humanos, comprometendo a saúde e o bem-estar da população, a problemática da geração de resíduos sólidos mostra-se como um importante fator a ser discutido no ambiente acadêmico.

Relembrando o problema desta seção, você é funcionário do MMA e, na Seção 1.1, fez a contextualização histórica dos resíduos sólidos. Agora, é preciso descrever o aporte jurídico atual que rege a gestão de resíduos sólidos no Brasil, sobretudo referentes às características dos resíduos e suas classificações. Para guiar a produção dessa segunda parte do estudo, responderemos agora às seguintes perguntas norteadoras: Quando foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos? Quais os principais avanços que a PNRS trouxe para a gestão dos resíduos sólidos no Brasil? Como são classificados os resíduos sólidos na PNRS e na ABNT NBR 10004:2004? Quais as características dos resíduos sólidos classificados segundo a ABNT NBR 10004:2004?

Como vimos, o marco legal da gestão de resíduos sólidos no Brasil é a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305, no dia 2 de agosto de 2010. A PNRS trouxe inúmeros avanços à problemática dos resíduos, pois incorpora novos objetivos, princípios e instrumentos com vistas à preservação ambiental, dentre eles a coleta seletiva, a responsabilidade compartilhada, a logística reversa, o incentivo à reciclagem e aos catadores de material reciclável e reutilizável. Ou seja, a PNRS traz uma forte articulação institucional entre União, Estados, Municípios, setor produtivo e a sociedade em geral na busca de soluções para os problemas graves provenientes da geração, destinação e disposição de resíduos sólidos. A PNRS ainda traz a classificação dos resíduos sólidos quanto à origem (doméstico, industrial, serviços de saúde, limpeza urbana, entre outros) e quanto à periculosidade (perigoso e não perigoso).

Porém, a ABNT NBR 10004:2004, anos antes da PNRS, já classificava os resíduos e ainda hoje é seguida. Essa classificação divide os resíduos sólidos em duas classes, segundo suas características: Classe I representa os resíduos perigosos e Classe II, os resíduos não perigosos. A Classe II ainda se divide em Classe II A – não inerte e Classe II B –

inertes. Os resíduos Classe I – Perigosos são os que apresentam periculosidade, ou seja, suas propriedades podem causar risco à saúde pública e riscos ao meio ambiente.

Nesse ponto, você também pode descrever em seu estudo, e explicar sucintamente, quais as características que conferem periculosidade aos resíduos, como inflamabilidade, corrosividade, entre outras. Da mesma forma, você pode descrever as características dos resíduos não inertes, como biodegradabilidade.

Lembre-se de que são temas imprescindíveis nos estudos dos resíduos sólidos, além disso, de suma importância para a apresentação do estudo da unidade, que envolve a aplicação das principais legislações e normativas referentes à classificação e caracterização dos resíduos sólidos no Brasil, uma vez que é preciso conhecer, além dos aspectos legais, como os resíduos são classificados, a fim de garantir a correta gestão dos resíduos sólidos.

Bons estudos!

Avançando na prática

Responsabilidade compartilhada: o que eu tenho a ver com isso?

Descrição da situação-problema

As embalagens de agrotóxicos fazem parte do sistema de logística reversa, instrumento previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos. Nesse sistema, as embalagens devem ser retornadas após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana. Nesse contexto, suponha que você seja o profissional da área ambiental de uma importante fabricante de embalagens de agrotóxicos. Considerando os princípios, objetivos e instrumentos da PNRS, a empresa onde você trabalha, fabricante de embalagens de agrotóxicos, possui alguma responsabilidade dentro do sistema de logística reversa? Em caso afirmativo, qual seria essa responsabilidade? Existe algum ato de natureza contratual em que esteja estabelecida essa responsabilidade?

Resolução da situação-problema

Caro aluno,

Para responder a essas perguntas, lembre-se de que os termos responsabilidade compartilhada, logística reversa e acordo setorial estão correlacionados. Nesse caso, você, profissional da área ambiental de uma fabricante de embalagens, deve considerar que já existe um ato de natureza contratual, que segundo o art. 3º da PNRS (2010), é o acordo setorial, entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada e o estabelecimento da logística reversa. Especificamente, no caso das embalagens de agrotóxicos, uma legislação anterior à PNRS – a Lei nº 9.974, de 2000 – já havia regulamentado a destinação das embalagens vazias, impulsionando a criação do Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (inpEV). Por isso, no sistema de logística reversa das embalagens de agrotóxicos, o fabricante possui a responsabilidade de retirar as embalagens vazias devolvidas pelo consumidor nas unidades de recebimento, dar a correta destinação final às embalagens (incineração ou reciclagem), além de educar e conscientizar os agricultores.

Faça valer a pena

1. Os resíduos sólidos, segundo a norma técnica ABNT NBR 10004:2004, são classificados, de acordo com as suas características, em duas classes, sendo a Classe I para resíduos perigosos e a Classe II para resíduos não perigosos, que ainda se subdivide em Classe II A, que são os não inertes, e Classe II B, que são os inertes.

Considerando o contexto apresentado, assinale a alternativa que possui características que conferem periculosidade aos resíduos.

- a) Corrosividade e inflamabilidade.
- b) Biodegradabilidade e inflamabilidade.
- c) Reatividade e biodegradabilidade.
- d) Toxicidade e biodegradabilidade.
- e) Biodegradabilidade e patogenicidade.

2. Dentre os avanços da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), está o estabelecimento da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida de um produto.

Essa responsabilidade compartilhada é garantida a partir do instrumento de _____, que é um contrato entre _____, fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, para viabilizar também a _____.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas presentes no texto.

- a) Coleta seletiva; consumidor; responsabilidade compartilhada.
- b) Coleta seletiva; consumidor; reciclagem.
- c) Acordo setorial; poder público; logística reversa.
- d) Acordo setorial; consumidor; reciclagem.
- e) Acordo setorial; poder público; reciclagem.

3. Assim como a classificação dos resíduos sólidos, a sua caracterização é de grande relevância para se definir estratégias do ponto de vista operacional da gestão de resíduos sólidos, desde a coleta até a disposição final ambientalmente adequada.

Considerando o contexto apresentado, assinale a alternativa referente às características físicas dos resíduos sólidos.

- a) Teor de umidade, biodegradabilidade e compressibilidade.
- b) Proporção de elementos, composição gravimétrica e pH.
- c) Presença de microrganismos patogênicos, pH e peso específico.
- d) Compressibilidade, biodegradabilidade e poder calorífico.
- e) Composição gravimétrica, peso específico e produção per capita.

Seção 1.3

Aspectos legais e normativos

Diálogo aberto

Caro aluno,

Nas seções anteriores, abordamos temas importantes para o estudo da gestão dos resíduos sólidos (RS), sendo eles a contextualização histórica, a geração de resíduos no Brasil e no mundo e discutimos sobre pontos relevantes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Agora, para finalizarmos esta unidade, abordaremos a relação da PNRS com a Lei de Saneamento Básico, enfocando os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos.

Nesse contexto, você considera a cidade onde mora limpa? O serviço de limpeza urbana, sobretudo de coleta regular de resíduos, é eficiente? Há coleta seletiva de resíduos sólidos no seu município? Essas perguntas nos levam a refletir sobre um dos grandes desafios das cidades, que é a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos. Uma das atividades que auxiliam na preservação dos recursos naturais nos centros urbanos é a coleta de resíduos, sobretudo a coleta seletiva, pois permite que uma grande parcela dos resíduos seja destinada à reutilização e à reciclagem. Porém, ao longo desta seção, você poderá perceber que, apesar de ser um instrumento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e de ser amplamente incentivada, estamos longe de alcançar todo o potencial de coleta seletiva e de reciclagem. Diante disso, vamos retomar o nosso contexto de aprendizagem, apresentado no *Convite ao estudo*.

Você atua como analista ambiental no Ministério do Meio Ambiente (MMA) e participará da realização de uma pesquisa, de consulta pública, sobre o estado da arte dos resíduos sólidos no Brasil. Nas duas primeiras etapas da elaboração do estudo, você abordou temas como o contexto histórico e a definição de resíduos sólidos segundo a PNRS e a norma técnica ABNT NBR 10004:2004. Agora, para terminá-lo, você deverá abordar a relação da Política Nacional de Resíduos Sólidos com a Lei Nacional de Saneamento Básico, sobretudo no que se refere aos serviços de limpeza urbana, coleta regular e coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos. Para nortear a elaboração dessa última

parte, guie-se pelas seguintes perguntas norteadoras: O que a Lei de Saneamento Básico diz sobre os resíduos sólidos? De que forma essa lei é complementar à PNRS? O que ambas as leis estabelecem sobre a coleta regular e a coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos?

Para responder a essas indagações e a outros questionamentos semelhantes, estudaremos, nesta seção, a Lei de Saneamento Básico, os aspectos normativos de limpeza urbana e coleta seletiva e os impactos ambientais da geração de resíduos sólidos. Lembre-se de que se trata de um estudo de consulta pública, por isso deverá ser elaborado com linguagem clara e de forma bastante explicativa.

Além disso, é importante lembrar e frisar que, ao término desta unidade, o seu estudo irá permitir que você conheça os conteúdos referentes aos aspectos legais, à classificação e à caracterização dos resíduos sólidos. Pronto? Então vamos lá!

Não pode faltar

Caro aluno,

Pronto para mais uma seção de estudos sobre a gestão dos resíduos sólidos? Nas seções anteriores, discutimos sobre o panorama da geração de resíduos sólidos no Brasil e no mundo e estudamos alguns pontos relevantes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal nº 12.305/2010.

Vimos que a PNRS trouxe avanços importantes no campo da gestão adequada dos resíduos sólidos a partir de instrumentos como os planos de resíduos sólidos, a coleta seletiva, a logística reversa, entre outros. Porém, você sabia que o manejo de resíduos sólidos faz parte de um conjunto de serviços, infraestrutura e instalações para prover e garantir o saneamento básico, estabelecido pela Lei Federal nº 11.445, de 2007?

Essa lei estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, definido como o conjunto de serviços, infraestrutura e instalações operacionais para o abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo de águas pluviais. Como o nosso objeto de estudo são os

resíduos sólidos, focaremos nossa discussão acerca do que a Lei do Saneamento Básico traz sobre este assunto.



Assimile

Fazem parte do saneamento básico os serviços, a infraestrutura e as operações relacionadas ao abastecimento de água potável, ao esgotamento sanitário, à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, bem como à drenagem e ao manejo de águas pluviais.

A referida lei traz, dentre os seus princípios fundamentais, o princípio da universalização do acesso, da equidade e da integralidade. Mas de que forma esses princípios estão relacionados com o manejo de resíduos? Considerando o princípio da universalização do acesso, temos que todos têm direito ao acesso a todos bens e serviços produzidos pela sociedade e, no que tange ao saneamento básico, o acesso deve contemplar a integralidade dos componentes, como abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais. Nota-se que os princípios da universalização do acesso e da integralidade são indissociáveis, não é mesmo?

A Lei de Saneamento Básico (Lei Federal nº 11.445, de 2007), em seu artigo 2º, inciso II, conceitua a integralidade das ações de saneamento como “o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso em conformidade às suas necessidades, maximizando a eficácia das ações e os resultados”.

Porém, além de universalizar o acesso à integralidade dos componentes do saneamento básico, o princípio da equidade visa atender igualmente aos desiguais, de forma a considerar as peculiaridades locais e regionais.



Refleta

Em vista disso, você acha que a lei possibilita o atendimento desigual aos que são desiguais, sobretudo àqueles que mais necessitam, para assim alcançar a universalização dos serviços?

Agora que você já compreendeu os princípios essenciais da Lei de Saneamento Básico e como eles se inter-relacionam, vamos continuar o nosso estudo acerca dos resíduos sólidos. Segundo o art.º 3 da supracitada lei, fazem parte da limpeza urbana e do manejo de resíduos sólidos as "atividades, infraestrutura e instalações relacionadas à coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas".

Nesse ponto, podemos notar a relação entre a Lei de Saneamento Básico e a PNRS, no que se refere ao manejo de resíduos sólidos, não é mesmo? Estudamos na seção anterior sobre alguns instrumentos, princípios e objetivos que visam promover a redução da geração de resíduos, incentivar a reciclagem e integrar os catadores de material reciclável e reutilizável. Vimos também que, para alguns resíduos, tais como embalagens de agrotóxicos, óleos lubrificantes, entre outros, existem programas específicos de logística reversa estabelecidos a partir de acordos setoriais, que visam garantir o retorno desses resíduos para o ciclo produtivo.

Porém os resíduos domésticos, aqueles originários da varrição e limpeza de logradouros e de podas e capinas são de responsabilidade do poder público. Logo, sua coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final devem ser garantidos a toda a população pelo município. Os resíduos sólidos de grandes geradores, bem como resíduos específicos, como os resíduos de serviços de saúde, da construção civil e os resíduos industriais serão abordados em outra unidade.

O sistema de limpeza urbana compreende os componentes de coleta, coleta especial, transporte, varrição, capina e roçagem, desobstrução de bocas de lobo e outros serviços (recolha de animais mortos). O planejamento do sistema de coleta de resíduos sólidos domiciliares (RSD) e comerciais leva em conta características topográficas do município, o plano viário, as convenções de tráfego, o estado de pavimentação e de calçamento das ruas, as diferentes zonas de ocupação, os locais de destino final e as quantidades e características dos resíduos produzidos. Além disso, a coleta de resíduos sólidos (RS) pode ser diferenciada em quatro sistemas, conforme o Quadro 1.3.

Quadro 1.3 | Sistemas de coleta de resíduos sólidos

| | |
|--|--|
| Sistema regular ou convencional | Executado nas residências e comércios em intervalos determinados. |
| Coleta especial | Executada mediante escala ou a pedido do interessado (unidades de saúde, feiras livres, festas especiais). |
| Coleta realizada pelo próprio produtor | Executada quando há grandes volumes (industriais, obras de engenharia, resíduos de serviços de saúde). |
| Coleta seletiva | Recolhimento dos materiais segregados na fonte. |

Fonte: adaptado de Barros (2012, p. 99-101).

O sistema de coleta de RS é, sem dúvida, um grande desafio para os gestores públicos, deve ser compatível com as estratégias operacionais dos serviços de limpeza e precisa ser efetuada em função dos tipos e da quantidade de resíduos a serem transportados. Logo, em regiões centrais de um município, onde o fluxo de pessoas é maior, a coleta deve ser diária, a fim de evitar a emanção de odores e a atração de animais. Porém, a maior parte da coleta deve ter frequência alternada, que pode ser de duas a três vezes na semana, considerando as individualidades de cada município. A frequência alternada é ideal para o sistema, pois garante a relação custo x benefício, mas tem como desvantagens o impacto visual e a exigência do armazenamento de resíduos pelas pessoas.

Além da frequência, é preciso estabelecer o horário da coleta, que depende das condições de tráfego (estado das vias e horários de pico) e das características da frota de veículos disponíveis. Cabe ressaltar que os horários estabelecidos precisam ser respeitados, de maneira a proporcionar aos usuários a prestação confiável do serviço, até para que se tenha autoridade para exigir da população maior colaboração. A coleta diurna é mais econômica e permite melhor fiscalização do serviço, mas interfere no trânsito e causa maior desgaste do trabalhador, logo menor produtividade. Já a coleta noturna é indicada para áreas comerciais e turísticas, não interfere muito no trânsito, tem maior produtividade e os resíduos não ficam muito tempo expostos, porém causa ruído e dificulta a fiscalização, além de riscos de danos e acidentes.

A participação da população é essencial para uma coleta bem-sucedida, por isso é fundamental que os dias e horários sejam

amplamente informados, de modo a criar hábitos regulares na população, evitando acúmulos de resíduos sólidos nas vias públicas.

Dentre as coletas supracitadas, vamos destacar também, nesta seção, a coleta seletiva, visto que as demais serão abordadas em outras seções. No que se refere à coleta seletiva no Brasil, a Resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril de 2001, estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Ao todo, são dez cores para a segregação dos resíduos, conforme mostra o Quadro 1.4.

Quadro 1.4 | Código de cores para os diferentes tipos de resíduos

| Cor | Tipo de resíduo |
|----------|--|
| Azul | Papel / papelão |
| Vermelho | Plástico |
| Verde | Vidro |
| Amarelo | Metal |
| Preto | Madeira |
| Laranja | Resíduos perigosos |
| Branco | Resíduo ambulatorial e de serviços de saúde |
| Roxo | Resíduo radioativo |
| Marrom | Resíduo orgânico |
| Cinza | Resíduo geral não reciclável, misturado ou contaminado, não passível de separação. |

Fonte: CONAMA (2001, p. 1).

Note que a resolução supracitada é anterior à PNRS e, mesmo após mais de 15 anos do estabelecimento do código de cores, ainda há um longo caminho a ser percorrido em relação à coleta seletiva. Isso está relacionado a diversos fatores, sobretudo aos recursos financeiros dos municípios. A implantação da coleta seletiva é algo oneroso e complexo, uma vez que requer investimentos em frota de caminhões com caçamba, estabelecimento de rotas e itinerários, mão de obra qualificada, infraestrutura para transbordo e armazenagem, além de campanhas de educação ambiental, a fim de informar e conscientizar a população sobre a importância da coleta seletiva.

Cabe ressaltar que, em muitos municípios, a coleta seletiva é realizada de forma autônoma por catadores, inclusive de maneira

informal que, por sua vez, não utiliza caminhões, mas sim carrinhos de mão, em que também não há a segregação por cores.

Isso nos faz refletir sobre a eficiência do código de cores, já que a população teria que decorar dez tipos de cores e segregar em casa ao menos sete destes resíduos, exceto os radioativos, os perigosos e os de serviços de saúde. Além disso, vale lembrar que, para segregar corretamente, a população necessita comprar ao menos sete cores diferentes de sacos plásticos, não é mesmo?



Exemplificando

Existem caminhões de coleta seletiva que são compartimentados, como é o caso de Teresina, no Piauí. O caminhão possui em sua carroceria divisórias coloridas que recebem o material de acordo com a cor – azul (papel/papelão), vermelho (plástico), verde (vidro), amarelo (metal). Além disso, todo o material reciclável é doado a ONGs e empresas que deles necessitam como matéria-prima, retornando esse resíduo ao processo produtivo.

Segundo dados do Panorama Nacional de Resíduos Sólidos (ABRELPE, 2015), 69,3% dos municípios declararam possuir alguma iniciativa de coleta seletiva, ao passo que apenas 3% dos resíduos sólidos foram reciclados. Porém, cabe ressaltar que os dados não consideram que, em grande parte dos municípios, a coleta não atende a todo o município, os caminhões que realizam a coleta não são compartimentados, havendo mistura de resíduos.

Note também que é comum nos depararmos com lixeiras de coleta seletiva em espaços públicos como praças e parques, mas na grande maioria dos casos apenas as lixeiras são identificadas com o código de cores, por vezes errado, mas os sacos plásticos (quando presentes) são todos pretos, conforme mostra a Figura 1.4. Além disso, em muitos lugares a coleta dos resíduos nessas lixeiras é realizada por caminhões da coleta regular (Figura 1.5) ou por caminhões da coleta seletiva que não são compartimentados por cores, não permitindo a correta segregação, já que os sacos plásticos são todos pretos.

Figura 1.4 | Lixeiras de coleta seletiva com sacos plásticos não identificados



Fonte: <<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f8/Reciclagem.jpg>>. Acesso em: 24 set. 2017.



Refleta

Você considera o código de cores da coleta seletiva, estabelecido pela Resolução CONAMA nº 275/2001, eficaz para a implantação da coleta seletiva no Brasil? Existe coleta seletiva no seu município? Quais medidas você sugere para viabilizar a coleta seletiva e aumentar o índice de reciclagem no Brasil?

Figura 1.5 | Profissional do serviço de limpeza (à esquerda), realizando a coleta seletiva em sacos plásticos pretos; lixeiras de coleta seletiva e coleta em sacos pretos (à direita)



Fonte: acervo do autor.

Cabe ressaltar que discutimos sobre a coleta seletiva porta a porta, destacando as dificuldades de sua implantação por parte da população e também a coleta ponto a ponto, em que contentores estão espalhados nos espaços públicos. Além disso, não podemos deixar de mencionar

sobre os postos de entrega voluntária (PEV) ou os locais de entrega voluntária (LEV), que devem ser localizados próximos às residências para não desestimular o deslocamento para a entrega.

Portanto, o nosso sistema de coleta seletiva e de codificação dos resíduos por cores precisa passar por revisão, a fim de tornar a segregação um processo mais simples para a população e, também, para permitir que uma infraestrutura mais simples seja requerida dos municípios para viabilizar a implantação da coleta seletiva, seja porta a porta ou ponto a ponto.



Pesquise mais

Para conhecer mais sobre os serviços de limpeza urbana, sugiro a leitura das páginas 20 a 45 da *Cartilha de Limpeza Urbana*, realizado pelo CPU - Centro de Estudos e Pesquisas Urbanas do IBAM em convênio com a Secretaria Nacional de Saneamento – SNS - do Ministério da Ação Social - MAS. Disponível em: <http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/cartilha_limpeza_urb.pdf>. Acesso em: 29 set. 2017.

Apesar de a quase totalidade da população brasileira contar com serviços de limpeza urbana, fato que pode ser observado pelo índice de cobertura de coleta de RSU, que é de aproximadamente 90,8% (Abrelpe, 2015), a gestão de resíduos sólidos nas cidades brasileiras ainda encontra diversos obstáculos. Isso se deve ao fato de que, segundo os dados do Censo Demográfico 2010, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), a taxa de urbanização continua a subir de maneira acelerada nos 5.565 municípios do país, o que traz impacto direto na organização e na prestação de serviços públicos, inclusive nesses dados os serviços de limpeza urbana que, como vimos, possuem ligação direta com o número de habitantes, hábitos e cultura.

A ausência de uma cultura de segregação, a adoção de medidas pontuais que não têm perenidade, a informalidade e a ausência de fiscalização, associadas à crescente geração de resíduos, são os principais obstáculos e desafios para o estabelecimento de uma gestão adequada e sustentável de resíduos sólidos urbanos.

Para encerrar os nossos estudos nesta seção, é importante ressaltarmos que o acúmulo de resíduos sólidos nas vias públicas, além de transtornos para a população, acarreta em impactos ambientais,

tornando-se um problema de saúde pública. O acúmulo de lixo ocasiona a proliferação de vetores que transmitem doenças, por exemplo, dengue, chicungunha, malária, entre outros. Ademais, a presença de resíduos sólidos nas vias públicas atrai animais maiores, como escorpiões e roedores. O acúmulo de lixo também pode entupir as bocas de lobo, favorecendo as enchentes e, conseqüentemente, aumentando o risco de contaminação por doenças de veiculação hídrica, como amebíase, disenteria bacteriana, cólera, giardíase, criptosporidíase, entre outras.

Além dos impactos do acúmulo de resíduos nas vias públicas, é importante mencionar que os resíduos, quando não dispostos de forma adequada, podem contaminar o lençol freático, afetando a comunidade aquática e a vida microbiana presente nos solos. Por isso, é importante que você, futuro profissional da área ambiental, compreenda todos os fatores relacionados aos serviços de limpeza urbana, sobretudo no que se refere à coleta de resíduos, seja ela convencional ou seletiva. Lembre-se que, por muitas vezes, a simplicidade do sistema é a garantia da sua implantação e do seu funcionamento.

Por fim, esperamos que a sociedade do descarte dê lugar à sociedade do consumo consciente e, sobretudo, do descarte racional, em que os materiais descartados serão percebidos como recurso com potencial de aproveitamento. Espero que a leitura desta seção tenha despertado em você questões relativas à eficiência dos sistemas propostos, a fim de buscar, como futuro profissional, medidas mais eficazes para a gestão dos resíduos sólidos. Até breve!

Sem medo de errar

Caro aluno,

A geração de resíduos sólidos é um dos principais desafios enfrentados pelos municípios brasileiros. É notável que o avanço das cidades, associado às melhorias de qualidade de vida, aumenta a oferta de bens e serviços, ampliando assim o consumo e a quantidade de resíduos produzidos. Esse acréscimo na geração de resíduos sólidos, quando não gerenciados de forma adequada, traz problemas sanitários e de saúde pública, além de impactar o meio ambiente. Diante do contexto apresentado, vamos relembrar e concluir o desafio da unidade.

Você é um profissional da área ambiental do Ministério do Meio Ambiente e faz parte de um grupo que é responsável por elaborar um estudo acerca do estado da arte dos resíduos sólidos. Vocês estão finalizando a pesquisa e, nesta última etapa, abordarão a relação da Política Nacional de Resíduos Sólidos com a Lei Nacional de Saneamento Básico, sobretudo no que se refere aos serviços de limpeza urbana, coleta regular e coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos. Para nortear a elaboração dessa última parte do estudo, você deve envolver os seguintes temas: O que a Lei de Saneamento Básico diz sobre os resíduos sólidos? De que forma essa lei é complementar à PNRS? O que ambas as leis estabelecem sobre a coleta regular e a coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos?

Vimos que a PNRS trouxe avanços importantes no campo da gestão adequada dos resíduos sólidos a partir de instrumentos como os planos de resíduos sólidos, a coleta seletiva, a logística reversa, entre outros. Além disso, você deve se lembrar de que o manejo de resíduos sólidos faz parte de um conjunto de serviços, infraestrutura e instalações para prover e garantir o saneamento básico, estabelecido pela Lei Federal nº 11.445, em 2007. Constituem o saneamento básico, o abastecimento de água potável, o esgotamento sanitário, os serviços de limpeza urbana, o manejo de resíduos sólidos e a drenagem e o manejo de águas pluviais.

Nesse sentido, segundo a Lei Federal nº 11.445/2007, em seu art. 3º, fazem parte da limpeza urbana e do manejo de resíduos sólidos as atividades, a infraestrutura e as instalações relacionadas à coleta, ao transporte, ao transbordo, ao tratamento e ao destino final do lixo doméstico e do lixo originário de varrição e limpeza de logradouros e vias públicas. Nesse ponto, é possível perceber a relação entre a Lei de Saneamento Básico e a PNRS. Os resíduos domésticos, aqueles originários de varrição, limpeza de logradouros e de podas e capinas são de responsabilidade do poder público. Logo, coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final desses resíduos devem ser garantidos a toda a população pelo município. A coleta de resíduos, dividida em 4 sistemas, engloba a coleta convencional (nas portas das residências) e a coleta seletiva, que pode ser porta a porta, ponto a ponto ou ainda por meio dos pontos de entrega voluntária e dos locais de entrega voluntária. Cabe ressaltar que, tanto na Lei do Saneamento quanto na PNRS, a coleta dos resíduos sólidos domiciliares é atribuição do município, e compete a ele, o estabelecimento do seu sistema

de coleta, considerando as características do seu município, como número de habitantes, características dos resíduos, frota disponível, estado das vias, entre outros.

Chegamos ao fim do nosso estudo e, agora, sugerimos a você organizar todas as etapas desenvolvidas aqui, na Unidade 1, visando a entregar o seu trabalho ao Ministério do Meio Ambiente. Por isso, faça uma rápida revisão dos conteúdos estudados e abordados no trabalho. Lembre-se de que se trata de um estudo de consulta pública e que, por isso, a linguagem deve ser clara e objetiva.

Bom trabalho!

Avançando na prática

Gestão de resíduos em grandes eventos

Descrição da situação-problema

Grandes eventos, como shows e partidas de futebol, ocorrem regularmente em todo o país e reúnem uma grande quantidade de pessoas. Nesses eventos, uma grande quantidade de resíduos é gerada, mas que na maioria das vezes não são segregados, inviabilizando a coleta seletiva e aumentando a quantidade de resíduos encaminhada para aterros sanitários ou até mesmo lixões. Considerando o contexto apresentado, imagine a seguinte situação: você é um profissional da área ambiental de um município onde acontecerá um grande show, que reunirá milhares de pessoas. O que você propõe para viabilizar a coleta seletiva no evento? É possível utilizar o espetáculo para sensibilizar e informar o público acerca das questões ambientais referentes à geração excessiva e ao descarte incorreto de resíduos sólidos?

Resolução da situação-problema

Em grandes eventos, gera-se uma grande quantidade de resíduos sólidos, sobretudo de materiais passíveis de reutilização, reciclagem e compostagem, tais como plásticos (copos plásticos), alumínio (latas de bebidas), papéis e resíduos orgânicos (restos de alimentos). Logo, percebe-se que os grandes espetáculos são,

sem dúvida, uma ótima oportunidade para sensibilizar e informar a população, por meio dos telões, acerca do descarte de resíduos e da coleta seletiva. Além disso, há possibilidade de parcerias entre a organização dos eventos com as cooperativas de catadores de material reciclável e reutilizável, de forma a viabilizar a coleta seletiva nesses espaços. Além das alternativas apresentadas, você pode propor outras medidas e opções para o correto gerenciamento dos resíduos sólidos gerados em grandes eventos. Ressalta-se que o seu alcance é muito alto, logo, representa amplas oportunidades de informação em termos ambientais, sociais e empresariais.

Faça valer a pena

1. Os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos faz parte de um conjunto de serviços, infraestrutura e instalações para prover e garantir o saneamento básico, estabelecido pela Lei Federal nº 11.445, em 2007, conhecida como Lei do Saneamento Básico.

Além dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, assinale a alternativa que também constitui um serviço de saneamento básico.

- a) Gestão de bacias hidrográficas.
- b) Controle da qualidade ambiental.
- c) Manejo de áreas degradadas.
- d) Esgotamento sanitário.
- e) Identificação de áreas ambientalmente sensíveis.

2. O planejamento do sistema de coleta de resíduos sólidos domiciliares (RSD) e comerciais leva em conta características topográficas do município, o plano viário, as convenções de tráfego, o estado de pavimentação e de calçamento das ruas, as diferentes zonas de ocupação, os locais de destino final e as quantidades e características dos resíduos produzidos.

Considerando o contexto apresentado, associe a Coluna I, sobre os tipos de coleta, com a Coluna II, sobre as características de cada sistema.

Quadro 1.5 | Tipos de coleta

| Coluna I | Coluna II |
|---------------------|---|
| I – Coleta especial | 1 - Executada nas residências e comércios em intervalos determinados. |

| | |
|--|--|
| II - Coleta seletiva | 2 - Executada mediante escala ou a pedido do interessado (unidades de saúde, feiras livres, festas especiais). |
| III - Coleta realizada pelo próprio produtor | 3 - Executada quando há grandes volumes (industriais, obras de engenharia, resíduos de serviços de saúde). |
| IV - Sistema regular ou convencional | 4 - Recolhimento dos materiais segregados na fonte. |

Fonte: adaptado de Barros (2012, p. 99-101).

Agora, assinale a alternativa que apresenta a associação correta entre as colunas.

- a) I – 2; II – 4; III – 3; IV – 1.
- b) I – 3; II – 4; III – 1; IV – 2.
- c) I – 1; II – 4; III – 3; IV – 2.
- d) I – 1; II – 3; III – 4; IV – 2.
- e) I – 3; II – 2; III – 4; IV – 1.

3. A ausência de uma cultura de segregação, a adoção de medidas pontuais que não têm perenidade, a informalidade e ausência de fiscalização, associadas à crescente geração de resíduos, são os principais obstáculos e desafios para o estabelecimento de uma gestão adequada e sustentável de resíduos sólidos urbanos.

Considerando que o acúmulo de resíduos sólidos favorece as enchentes nos centros urbanos, assinale a alternativa que apresenta doenças de veiculação hídrica:

- a) Meningite bacteriana, cólera e amebíase.
- b) Cólera, malária e criptosporidíase.
- c) Meningite bacteriana, disenteria bacteriana e giardíase.
- d) Meningite bacteriana, malária e chicungunha.
- e) Amebíase, cólera e criptosporidíase.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA URBANA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. **Panorama Nacional de Resíduos Sólidos 2015**. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2004. **Amostragem de resíduos sólidos. NBR-10007**. Rio de Janeiro: ABNT 25 p. Disponível em: <<http://sites.unicentro.br/wp/educacaoambiental/files/2017/04/NBR-10007.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2017.

_____. **Resíduos sólidos – classificação: NBR-10004**. Rio de Janeiro: ABNT 63 p. Disponível em: <<http://www.v3.eco.br/docs/NBR-n-10004-2004.pdf>> Acesso em: 13 set. 2017.

BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos. **Elementos de gestão de resíduos sólidos**. 1. ed. Minas Gerais: Tessitura. 2012. 424 p.

BERRÍOS, Manuel Rolando. Consumerism and generation of solid residues. **Geosp: Espaço e Tempo** (Online), [s.l.], n. 6, p. 17-28, 24 ago. 2006. Universidade de São Paulo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBiUSP. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.1999.123360>>. Acesso em: 29 ago. 2017.

BRASIL. **Lei nº 9974, de 6 de junho de 2000**. Altera a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que 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, 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9974.htm>. Acesso em: 2 out. 2017.

_____. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, nº 8.036, de 11 de maio de 1990, nº 8.666, de 21 de junho de 1993, nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 22 set. 2017.

_____. **Lei nº 12.305, de 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, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 26 set. 2017.

_____. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Catadores de Materiais Recicláveis**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/catadores-de-materiais-reciclaveis>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 275, de 25 de abril de 2001**. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Publicada no DOU no 117-E, de 19 de junho de 2001, Seção 1, página 80. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=273>>. Acesso em: 26 set. 2017.

Centro de Estudos e Pesquisas Urbanas do Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Cartilha de Limpeza Urbana**. Realizado pelo em convênio com a Secretaria Nacional de Saneamento – SNS - do Ministério da Ação Social – MAS. [s.d]. Disponível em: <http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/cartilha_limpeza_urb.pdf>. Acesso em: 29 set. 2017.

GABINETE DE ESTATÍSTICAS DA UNIÃO EUROPEIA - EUROSTAT. **Eurostat Yearbook 2015 (Relatório Ambiental Anual da Comissão Europeia)**. 2015. p. 312. Disponível em: <<http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/7018888/KS-HA-15-001-EN-N.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2017.

HOORNWEG, Daniel e BHADA-TATA, Perinaz. URBAN DEVELOPMENT & LOCAL GOVERNMENT UNIT - WORLD BANK – BANCO MUNDIAL. **What a waste: A Global Review of Solid Waste Management**. 2012. Disponível em: <https://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/What_a_Waste2012_Final.pdf> Acesso em: 23 ago. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2010 – Características Gerais da População**. Resultados da Amostra. IBGE, 2010. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 25 set. 2017.

INSTITUTO ESTRE. **Programa ressoar** - Lixo em Paulínia. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=yH23gv2FK5k>>. Acesso em: 31 ago. 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir)**. Logística reversa. Disponível em: <<http://sinir.gov.br/web/guest/logistica-reversa>>. Acesso em: 10 set. 2017.

MINOTTO, Juliane Borba. **Instrumentos econômicos para redução da geração de Resíduos de Serviços de Saúde** (TCC especialização). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: 2014, 76 p. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/148251/001001573.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 17 set. 2017.

ODEBRECHT REALIZAÇÕES. **Parque da cidade** - Sistema de coleta automatizada de resíduos a vácuo. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=jUDetlKWdEY>>. Acesso em: 31 ago. 2017.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **Guidelines for National Waste Management Strategies: Moving from Challenges to Opportunities**. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) – UNEP-UNITAR. 2013. Disponível em: <http://cwm.unitar.org/national-profiles/publications/cw/wm/UNEP_UNITAR_NWMS_English.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2017.

PEREIRA, Bruna Cristina Jaquetto e GOES, Fernanda Lira (organizadoras). **Catadores de Materiais Recicláveis**: um encontro nacional. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2016. 562 p. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/160331_livro_catadores.pdf>. Acesso em: 10 set. 2017.

RÔMULUS A. P. Borges. **Barcelona é exemplo de coleta de lixo responsável e eficiente**. Cidade Sustentável. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=X-Z0fNysGn_Y>. Acesso em: 31 ago. 2017.

SILVA, Harley; BARBIERI, Alisson Flávio; MONTE-MOR, Roberto L. Demografia do consumo urbano: um estudo sobre a geração de resíduos sólidos domiciliares no município de Belo Horizonte. **Revista Brasileira de Estudos da População**. [on-line]. 2012, v. 29, n. 2, p. 421-449. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-30982012000200012>>. Acesso em: 23 ago. 2017.

WALDMAN, Maurício. **Lixo**: cenários e desafios; abordagens básicas para entender os resíduos sólidos. São Paulo: Cortez, 2010. 231 p.

Gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos

Convite ao estudo

Olá, aluno, seja bem-vindo!

A problemática dos resíduos sólidos urbanos é facilmente notada em nosso dia a dia, não é mesmo? Com certeza, você já deve ter observado a destinação inadequada dos resíduos sólidos em seu município, no seu bairro, em espaços públicos como shoppings, praças e, principalmente, em grandes eventos, como shows. Nota-se, portanto, que as atividades humanas geram uma diversificada gama de resíduos, que normalmente são lançados na natureza sem mínima preocupação relacionada à degradação ambiental, o que, por sua vez, provoca desequilíbrio no ciclo de vida das espécies animais e no clima do nosso planeta, degradando o meio ambiente e expondo a população a sérios riscos de contaminação.

Diante desse contexto, estudaremos, na Unidade 2, temas relativos ao gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, a fim de conhecermos os principais aspectos referentes à gestão desses resíduos.

Para alcançar esse objetivo, compreenderemos noções básicas do gerenciamento dos resíduos sólidos; as etapas que envolvem a elaboração de um Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS); os aspectos relacionados ao gerenciamento dos resíduos; os princípios de gestão e o sistema de limpeza urbana. Esses conteúdos serão fundamentais para que você consiga analisar um Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), como veremos a seguir no desafio da unidade.

Para guiar os seus estudos, imagine a seguinte situação hipotética: sabe-se que a gestão de resíduos sólidos urbanos é um

dos principais desafios enfrentados pelos municípios brasileiros, a fim de atender à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Diante disso, suponha agora que você é analista ambiental da prefeitura de São José do Rio Preto, um município paulista. Você, juntamente com o restante dos profissionais que integram a Secretaria de Meio Ambiente da prefeitura, deverão revisar o PMGIRS e apresentá-lo para o secretário de Meio Ambiente. Porém, o que é um PMGIRS? Como ele deve ser elaborado? Quais as legislações vigentes a serem consideradas para a sua elaboração? O que devo abordar em um PMGIRS?

Para responder a essas e outras perguntas, convido você a mergulhar nos estudos desta unidade.

Bons estudos!

Seção 2.1

Introdução ao gerenciamento dos resíduos sólidos

Diálogo aberto

Prezado aluno,

Diariamente somos bombardeados com notícias sobre os impactos ambientais provocados pelas atividades humanas. Além disso, nos deparamos com muitos desses problemas no nosso dia a dia, por exemplo, o lixo disposto de forma inadequada e ilegal em áreas inadequadas. Porém, nas últimas décadas, foi possível notar um aumento da preocupação da sociedade com a preservação dos recursos naturais e com a questão de saúde pública associada à geração de resíduos sólidos urbanos, pois sua gestão é um dos principais desafios enfrentados pelos municípios brasileiros, a fim de atender à PNRS. Considerando esse cenário e lembrando o nosso contexto de aprendizagem, você agora é analista ambiental da prefeitura de São José do Rio Preto e faz parte da equipe que revisará o PMGIRS.

A primeira etapa de revisão do PMGIRS, que posteriormente será apresentado ao secretário de Meio Ambiente, consiste em apresentar os conceitos básicos de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos e qual a responsabilidade do município em relação à limpeza pública urbana, considerando as diretrizes fixadas na PNRS. Para nortear essa primeira etapa, responda às seguintes perguntas: O que é o PMGIRS? Quais diretrizes e legislações o PMGIRS deve seguir? No município, há parcerias com os catadores? O município participa de algum consórcio público para gestão de resíduos?

Para que você seja capaz de responder a essas perguntas norteadoras, nós estudaremos, ao longo desta seção, as noções básicas e os princípios de gerenciamento dos resíduos sólidos, vamos compreender o sistema de limpeza urbana e de que forma o PMGIRS garante a qualidade ambiental e promove a saúde pública. Como você pode perceber, são conteúdos de grande relevância para a sua vida profissional e para o exercício da cidadania!

Vamos aos estudos? Boa leitura!

Não pode faltar

Caro aluno,

Discutimos, na Unidade 1, que a geração de resíduos faz parte do cotidiano do ser humano, sendo difícil imaginar um modo de vida que não gere resíduos sólidos. A problemática da geração contemporânea e, sobretudo, da destinação e da disposição final dos resíduos, agravou-se de forma mais intensa nas cidades com a rápida urbanização ocorrida no Brasil entre as décadas de 1940 e 1970, uma vez que a infraestrutura não conseguiu acompanhar o ritmo acelerado do crescimento da população urbana. Porém, ainda hoje, os municípios brasileiros enfrentam dificuldades e desafios no que se refere à gestão e ao gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos.



Assimile

A Lei nº 12.305/2010, em seu art. 3º, distingue destinação de disposição final: a destinação de resíduos refere-se às ações que incluem a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético dos resíduos; já a disposição final refere-se à distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.

Antes de compreendermos os temas relacionados ao gerenciamento dos resíduos sólidos e discutirmos sobre eles, é importante que você conheça o significado de gestão e de gerenciamento de resíduos. Enquanto a gestão abrange atividades referentes à tomada de decisões, envolvendo instituições, políticas, instrumentos e meios, voltados para a organização do setor, o gerenciamento refere-se aos aspectos tecnológicos e operacionais, por exemplo, redução, segregação, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento, recuperação de energia e destinação final de resíduos sólidos.

Na Seção 3 da Unidade 1, discutimos alguns pontos relevantes sobre a segregação e a coleta de resíduos sólidos urbanos, que envolve características importantes de planejamento e administração, como a frequência, o ponto, o horário e a forma da coleta. As definições

dessas características têm como objetivo causar o menor impacto possível para a população e, ao mesmo tempo, garantir o serviço, a fim de evitar o acúmulo de resíduos nas vias públicas, bem como evitar a proliferação de maus odores e de vetores.

Os resíduos sólidos urbanos, de maneira geral, não são acondicionados, sendo essa etapa do gerenciamento muito utilizada para resíduos específicos, como os resíduos dos serviços de saúde, da construção civil e industriais. Por isso, abordaremos o acondicionamento em outro momento no livro didático.

Após a coleta, os resíduos são transportados para as unidades de tratamento ou para o local de disposição final. Porém, em alguns casos, ainda são previstas estações de transbordo, local onde os resíduos são transferidos de veículos menores para veículos maiores, a fim de economizar com o sistema de transporte. Esse transporte geralmente é realizado pelos mesmos veículos que trabalham na coleta e constitui parte importante do custo do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos.

Os veículos utilizados para a coleta de resíduos geralmente são do tipo caçamba aberta ou compactadores, conforme mostra a Figura 2.1. Os compactadores proporcionam maior eficiência operacional, mas são mais caros que os de caçamba aberta. Em contrapartida, não são indicados para a coleta seletiva, visto que podem introduzir dificuldades na triagem, além de quebrar peças que poderiam ser utilizadas inteiras, como garrafas de vidro.

Figura 2.1 | Caminhão do tipo compactador



Fonte: <https://c2.staticflickr.com/8/7474/26833993115_e42b7bcae3_b.jpg>. Acesso em: 8 out. 2017.

Após a coleta, na maioria dos municípios brasileiros, os resíduos sólidos urbanos são encaminhados para aterros adequados, como os aterros sanitários, ou para vazadouros à céu aberto (lixões) e aterros controlados, ambos não adequados, sem nenhum tratamento prévio. O tratamento prévio ainda é uma etapa do gerenciamento muito utilizada para resíduos específicos, tais como os citados para a etapa de acondicionamento. Porém, cabe ressaltar que existem diversas iniciativas de reciclagem de resíduos e de compostagem, mas que ainda são pouco significativas diante do volume gerado de resíduos.

Para que o tratamento dos resíduos seja possível, a triagem é fundamental. Ela pode ser realizada em usinas, nos próprios aterros sanitários controlados e nos lixões por processos manuais, conforme mostra a Figura 2.2, ou por métodos mecânicos e automatizados. Entre as vantagens da triagem manual está a integração dos catadores de material reciclável e reutilizável, a geração de empregos, o baixo investimento inicial e uma melhor distribuição dos lucros provenientes da reciclagem. Porém, a capacidade de separação limitada, a não operação 24 horas por dia e a falta de capacitação técnica são desvantagens do processo manual. Já a triagem mecanizada tem como vantagens a possibilidade de operação 24 horas por dia, caso necessário ou desejado, alta qualidade na segregação dos resíduos e produtos com maior valor de mercado devido à alta qualidade na segregação. Porém, como desvantagens da triagem mecanizada estão a baixa necessidade de mão de obra, geração de riqueza mais centralizada, além do alto investimento inicial.

Figura 2.2 | Triagem manual de resíduos sólidos



Fonte: <<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/76/TriagemDeLixo.jpg>>. Acesso em: 8 out. 2017.

Ainda no que se refere ao tratamento dos resíduos sólidos urbanos, é de extrema importância abordarmos a reciclagem e a compostagem, temas que serão aprofundados na Unidade 4. A PNRS (BRASIL, 2010), em seu art. 3º, define reciclagem como processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas com vistas à transformação em insumos ou novos produtos. Alguns processos de reciclagem podem ser realizados artesanalmente para fins educativos e artísticos, como a produção de bolsas a partir de caixas de leite ou de garrafas PET. Porém, é importante frisar que a reciclagem é diferente da reutilização; esta exige um menor grau de processamento, por exemplo, apenas a triagem e a limpeza do material.

No que se refere à reciclagem industrial, para os diferentes tipos de materiais há processos tecnológicos específicos; alguns deles são baratos e conhecidos, como a reciclagem do alumínio, do vidro e de resíduos metálicos. Contudo, outros processos precisam ser aperfeiçoados para se tornarem economicamente viáveis, por exemplo, a reciclagem de alguns tipos de plásticos termorrígidos (não se fundem a elevadas temperaturas), utilizados para a fabricação da esponja de cozinha, de plásticos encontrados em telefones, interruptores, entre outros.



Exemplificando

O processo de reciclagem de resíduos metálicos está amplamente difundido no mercado, são fundidos para a fabricação de lingotes (massa de metal) ou chapas, que servirão de matéria-prima para fabricação de novas peças. Outro exemplo bastante conhecido é a reciclagem do alumínio, sobretudo das latas de bebidas, as quais também são fundidas para fabricação de lingotes, que posteriormente passam por processo de laminação para a fabricação de novas latas.

Além disso, é importante destacar que, apesar dos benefícios ambientais proporcionados pela reciclagem, é preciso considerar a análise do ciclo de vida do produto para se ter uma visão clara das vantagens e eventuais desvantagens ambientais envolvidas no processo de reciclagem. Há ainda diferenças regionais que podem viabilizar ou não a reciclagem de um determinado material naquela região. Philippi Júnior e Aguiar (2005) ainda destacam a dificuldade de

desenvolvimento de mercado para os produtos reciclados, que muitas vezes são vistos como produtos de qualidade inferior.



Refleta

O que você, futuro profissional, sugere para fomentar e viabilizar a indústria de reciclagem, considerando os processos de gerenciamento de resíduos sólidos?

Contudo, a reciclagem não engloba os resíduos orgânicos, também gerados em grandes quantidades pela população. O tratamento dos resíduos orgânicos é realizado a partir do processo de compostagem, que consiste na decomposição controlada de matéria orgânica (de origem animal e vegetal), resultando em um composto orgânico que pode ser utilizado para melhorar as propriedades físicas do solo, além de ter propriedade fertilizantes. A compostagem pode ocorrer de forma simples, em montes periodicamente revirados, ou até mesmo em instalações de grande porte com tambores rotativos, a partir de processos aeróbios, anaeróbios ou mistos.

Ainda fazem parte da etapa de tratamento dos resíduos a incineração, a pirólise e a conversão biológica com recuperação de energia. A incineração visa reduzir o peso e o volume dos resíduos, por intermédio de queima controlada que, ao final do processo, representa cerca de 5 a 15% do peso inicial (PHILLIPE JÚNIOR; AGUIAR, 2005). A pirólise consiste na decomposição química e física por ação térmica na ausência de oxigênio, a uma temperatura de 500 a 1000 °C, resultando na produção de gases e óleos combustíveis e compostos químicos. Porém, esse método de tratamento tem pouca aplicação no Brasil. Já a conversão biológica com recuperação de energia consiste na atividade microbiana anaeróbia, resultando na produção de gases combustíveis. Contudo, trata-se de um processo de alto custo.

Na Unidade 4, abordaremos de forma aprofundada cada um desses processos de tratamento previamente citados nesta seção, de forma que você compreenderá todos os fatores envolvidos em cada processo, o seu funcionamento, suas vantagens e desvantagens.

A última etapa do gerenciamento de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos é a disposição final. Os resíduos que não forem tratados por algum dos tipos de tratamento citados anteriormente,

bem como os rejeitos provenientes dos diversos tipos de tratamento, devem ser dispostos no solo, sendo que a solução estabelecida pela PNRS é a disposição final em aterros sanitários, garantindo a minimização dos impactos ambientais.



Assimile

Você sabe a diferença entre aterro sanitário, aterro controlado e lixões? Os aterros sanitários são obras de engenharia destinadas a receber os resíduos sólidos, a fim de minimizar os impactos ambientais e os riscos à saúde. Para isso, devem possuir drenos para os líquidos percolados (chorume), impermeabilização do solo e drenos para escoamento dos gases. Já nos aterros controlados, os resíduos são dispostos sobre o solo e recebem uma cobertura de solo, mas o solo não é impermeabilizado, não há drenos para gases e chorume. Por fim, os lixões constituem valas a céu aberto, sem nenhuma medida de controle e minimização dos impactos.

Porém, segundo dados do Panorama Nacional de Resíduos Sólidos (ABRELPE, 2015), em 2015, no Brasil, cerca de 58,7% dos resíduos coletados foram encaminhados para aterros sanitários, 24,1% foram encaminhados para aterros controlados e 17,2% foram encaminhados para lixões.

Cabe ressaltar que, segundo a PNRS, o prazo para encerramento dos lixões era 2014, mas o Projeto de Lei nº 2.289/2015, aprovado no Senado e em tramitação na Câmara dos Deputados, prorroga o prazo para 2018 em capitais e regiões metropolitanas, para 2019 em municípios com população superior a 100 mil habitantes, para 2020 em municípios com população entre 50 mil e 100 mil habitantes e para 2021 naqueles com população inferior a 50 mil habitantes.

A prorrogação do prazo para adequação está diretamente relacionada às dificuldades enfrentadas pelos municípios brasileiros em encerrar os seus lixões e, principalmente, em construir aterros sanitários, visto que se trata de um processo complexo, que exige mão de obra qualificada, além de elevados custos de implantação e operação. Na Unidade 4, você conhecerá e aprofundará os estudos sobre as características operacionais dos aterros sanitários.

Discutimos até agora um pouco de cada etapa do processo de gerenciamento de resíduos sólidos. Todavia, é importante frisar que,

mesmo diante de tantas alternativas para o gerenciamento, é de extrema importância discutirmos sobre os princípios da gestão dos resíduos que, como apresentado no início desta seção, abrange atividades referentes à tomada de decisões.

Na Unidade 1, em que discutimos sobre alguns objetivos e princípios da PNRS, foi possível perceber que a própria política traz em seu arcabouço que as soluções para os resíduos não é algo tão simples e, para viabilizar a implantação de seus instrumentos, é preciso o controle social como uma das bases da gestão e do gerenciamento dos resíduos. O controle social é estabelecido como princípio da PNRS e também como instrumento a partir dos órgãos colegiados. Além disso, a Lei nº 11.445/2007 também estabelece o controle social como princípio fundamental.



Pesquise mais

Para compreender melhor sobre o controle social e a temática dos resíduos sólidos, sugerimos a leitura dos conteúdos "Iniciativas para o controle social" e "Formas de exercício do controle social" disponíveis no link do Portal Resíduos Sólidos:

PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS. Iniciativas para o controle social. Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/iniciativas-para-controle-social/>>. Acesso em: 8 out. 2017.

PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS. Formas de exercício do controle social. Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/formas-de-exercicio-controle-social/>>. Acesso em: 8 out. 2017.

Nesse sentido, o elemento essencial do controle social é a informação, sendo competência dos órgãos públicos prover informação aos cidadãos sobre a gestão dos resíduos no Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir). Além disso, a PNRS estabelece a participação pública na formulação, implantação e na avaliação das políticas públicas aplicadas aos resíduos sólidos. Essa participação foi consolidada por meio dos planos de gestão de resíduos sólidos nos âmbitos nacional, estadual e municipal, além, é claro, dos planos de gerenciamento de resíduos para resíduos perigosos e para grandes geradores.

Dentre os planos de resíduos sólidos, destaca-se o Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (PMGIRS), cuja

elaboração abordaremos ainda nesta unidade. Esse plano tem relação com a prestação de serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos, estabelecido também no Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), previsto no art. 19 da Lei nº 11.445/2007, discutidos na Unidade 1.

O escopo dos planos de resíduos sólidos abrange o ciclo que se inicia desde a geração do resíduo, com a identificação do ente gerador, até a disposição final dos rejeitos, passando pela responsabilização do setor público, titular ou concessionário, do consumidor, do cidadão e do setor privado na adoção de soluções que minimizem ou ponham fim aos efeitos negativos para a saúde da população e para o ambiente em cada fase do ciclo de vida dos produtos. Ou seja, deve abranger todas as etapas do gerenciamento dos resíduos. Cabe ressaltar que os municípios podem participar de consórcios públicos, com o objetivo de viabilizar a descentralização e a prestação de serviços públicos que envolvam resíduos sólidos, facilitando assim o controle social e a obtenção de incentivos instituídos pelo Governo Federal.



Pesquise mais

É importante lembrar que o município tem autonomia para legislar sobre os seus resíduos e para elaborar o seu PMGIRS, porém, deve atender à Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) e também à Lei nº 11.445/2007, que estabelece a diretrizes para o saneamento básico.

Para compreender melhor sobre os itens abordados no PMGIRS, acesse o plano do município de São José do Rio Preto, disponível no link a seguir, e que será o ambiente de estudo do nosso contexto de aprendizagem da unidade.

PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO. Disponível em: <<http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/cpla/2017/05/sao-jose-do-rio-preto.pdf>>. Acesso em: 9 out. 2017.

Mesmo diante de tantas possibilidades, a participação social na implantação das políticas públicas, no entanto, necessita de amplo processo de educação ambiental, assim como é preciso que os gestores públicos invistam em educação ambiental, a fim de provocar mudanças nos padrões de produção e consumo, visto que nenhuma das tecnologias de tratamento devem ser encaradas como soluções

definitivas para os problemas com resíduos. Um exemplo crítico referente ao aumento dos resíduos, associado ao elevado consumo, refere-se aos resíduos eletroeletrônicos. O acesso facilitado às novas tecnologias (preço acessível e facilidade de pagamento), bem como o rápido avanço tecnológico, levam a população a descartar em maior quantidade e, na maioria das vezes, de forma precoce, telefones celulares e outros produtos eletrônicos apenas para possuir uma nova tecnologia, e não por necessidade de troca.

Como podemos observar, os aspectos relacionados à gestão dos resíduos são mais complexos do que os referentes ao seu gerenciamento. Mesmo que a PNRS estabeleça como prioridades a não geração e a redução da geração dos resíduos, a política não é clara sobre como abordar essa minimização e nem como estabelecer os padrões de produção e consumo para alcançar o desenvolvimento sustentável. Além disso, essas prioridades só serão alcançadas a partir de uma série de mudanças culturais e comportamentais, que devem superar as aulas de reciclagem e coleta seletiva adotadas em muitas escolas.

Isto porque, atualmente, os programas de educação ambiental, bem como as campanhas de conscientização ainda são, em sua maioria, voltados a ensinar que a reciclagem é a solução para as questões dos resíduos. No entanto, conforme mencionado anteriormente, nem todos os resíduos gerados pela população são recicláveis, seja pela falta de tecnologia economicamente viável, seja pelo próprio processo de reciclagem, que consome grande quantidade de energia. Ou seja, a reciclagem deve ser a última solução para a questão dos resíduos, quando todas as possibilidades de não geração e redução forem esgotadas.

Diante do exposto, finalizamos esta seção cientes de que o processo de gestão e de gerenciamento dos resíduos sólidos deve considerar a participação social ativa e, para isso, é evidente a necessidade de trazer a educação ambiental como fator primordial de formação da cidadania.



Refleta

Parece simples diante de tantas alternativas tecnológicas e diante do arcabouço político, mas por que tem sido tão difícil provocar mudanças comportamentais e implementar de fato o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos?

Nesse sentido, espero que você se sinta motivado a continuar estudando sobre o assunto ao longo deste livro didático e também buscar informações em leituras complementares. Até breve!

Sem medo de errar

Caro aluno,

Sabe-se que a geração de resíduos é um dos grandes problemas ambientais da atualidade e, conseqüentemente, o seu adequado gerenciamento é um dos grandes desafios para os municípios brasileiros. Considerando esse contexto, vamos lembrar a nossa situação hipotética: você é analista ambiental da prefeitura de São José do Rio Preto e fará parte da equipe que revisará o PMGIRS. Na primeira parte da revisão, você deverá apresentar os conceitos básicos de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos e deverá definir qual a responsabilidade do município em relação à limpeza pública urbana, considerando as diretrizes fixadas na PNRS. Para guiar a sua revisão, busque responder às seguintes perguntas: O que é o PMGIRS? Quais as diretrizes e legislações que o PMGIRS deve seguir? No município, há parcerias com os catadores? O município participa de algum consórcio público para gestão de resíduos?

Antes de iniciar a análise, busque o PMGIRS de São José do Rio Preto na internet (disponível em: <<http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/cpla/2017/05/sao-jose-do-rio-preto.pdf>>. Acesso em: 6 fev. 2018.). Trata-se de um arquivo extenso e, para que você não se perca, foque a análise nos temas que foram discutidos nesta seção e nos questionamentos do *Diálogo aberto*.

Primeiramente, é preciso considerar todas as etapas do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, que são: redução, segregação, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento, recuperação de energia e destinação final. Além disso, é preciso que você diferencie a gestão e o gerenciamento, a fim de determinar, no plano, quais as medidas pertinentes a cada uma dessas áreas. Enquanto a gestão abrange atividades referentes à tomada de decisões, envolvendo instituições, políticas, instrumentos e meios

voltados para a organização do setor, o gerenciamento refere-se aos aspectos tecnológicos e operacionais. Isso significa que a gestão se encarrega de formular as leis e planos referentes aos resíduos sólidos em âmbito municipal, sendo que a participação ativa da sociedade é fundamental para a implementação de todas as etapas do processo de gerenciamento, sobretudo no que se refere à redução e à segregação.

Dessa forma, o PMGIRS é um mecanismo por meio do qual o município organiza e implementa de que forma os resíduos serão gerenciados, quais as alternativas de coleta, transporte, tratamento e destinação final, considerando suas particularidades regionais, bem como os recursos financeiros disponíveis. É importante lembrar que o município tem autonomia para legislar sobre os seus resíduos e para elaborar o seu PMGIRS, porém, deve atender à Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) e também à Lei nº 11.445/2007, que estabelece as diretrizes para o saneamento básico.

Ao analisar o PMGIRS do município de São José do Rio Preto/SP, é possível observar que ele não participa de consórcio público com outros municípios, mas estabelece parcerias com cooperativas de catadores, a fim de desviar os resíduos da rota tradicional de descarte, possibilitando seu reaproveitamento em processos de reciclagem. Para alcançar tal objetivo, o município estabeleceu como uma das diretrizes do seu plano a qualificação do Programa de Coleta Seletiva, com ampliação da coleta porta a porta e da rede de Pontos de Apoio, que envolverá, dentre outras ações, o levantamento, o cadastramento e a organização dos catadores ainda não cooperados ou associados, buscando a inclusão desses atores no processo, a capacitação dos catadores a fim de melhorar o trabalho executado, tanto nas centrais de triagem quanto na coleta de materiais recicláveis junto à população, entre outras medidas.

Além disso, é importante observar no plano que o município criou o Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente (CMDEMA), um conselho participativo regional e/ou comunitário, visando garantir o controle social, ou seja, a participação ativa da população nas questões relativas à gestão e ao gerenciamento dos resíduos sólidos.

Esses são alguns pontos analisados no PMGIRS, que faz parte da primeira etapa de revisão, porém, é importante que você analise o

plano de uma forma mais ampla e aprofundada, considerando todas as etapas do gerenciamento dos resíduos, bem como as ações relativas à sua gestão. Bons estudos!

Avançando na prática

A gestão de resíduos sólidos e o controle social

Descrição da situação-problema

A geração de resíduos sólidos é um grave problema da sociedade moderna, além de ser um grande desafio para os gestores públicos municipais. Mesmo diante de tantas alternativas e mecanismos para o gerenciamento dos resíduos, tais como reciclagem, compostagem e incineração, é preciso que os gestores públicos invistam no controle social para promover a não geração e a redução dos resíduos sólidos gerados. Considerando o contexto apresentado, suponha que você seja o secretário de Meio Ambiente de um município, cujo PMGIRS está em fase de elaboração, sobretudo no que se refere ao controle social. Quais as alternativas que você propõe para garantir a mobilização social? Qual o mecanismo de exercício do controle social?

Resolução da situação-problema

O controle social está estabelecido tanto na PNRS quanto na Lei de Saneamento Básico, e refere-se ao conjunto de mecanismos que garantam à sociedade informações e participação na formulação, implementação e avaliação das políticas públicas relacionadas aos resíduos sólidos. Diante desse contexto, é importante que os municípios elaborem alternativas e mecanismos que possibilitem a mobilização social para o exercício do controle social. Dentre as alternativas, podem-se citar:

1. Promover seminários e oficinas participativas com pauta de discussão sobre temas relativos aos resíduos sólidos.
2. Incluir a temática dos resíduos sólidos na discussão ambiental estratégica, envolvendo a rede municipal de ensino.
3. Disponibilizar os dados sistematizados e indicadores de desempenho no site da prefeitura, entre outras.

Portanto, essas alternativas devem ser garantidas por meio do exercício do controle social, que é a criação de conselhos de políticas públicas com participação dos cidadãos, individualmente ou de forma organizada.

Faça valer a pena

1. A coleta de resíduos sólidos urbanos é uma atribuição do município, realizada porta a porta por quase todos os municípios brasileiros. Após a coleta, os resíduos são transportados para as unidades de tratamento ou para o local de disposição final. Porém, em alguns casos ainda são previstas estações de transbordo.

Considerando o contexto apresentado, as estações de transbordo são:

- a) Locais onde os resíduos perigosos são acondicionados.
- b) Locais onde os resíduos orgânicos serão tratados por compostagem.
- c) Locais onde os resíduos são transferidos de veículos menores para veículos maiores.
- d) Locais onde os resíduos são dispostos.
- e) Locais onde os resíduos são segregados para reciclagem.

2. O transporte de resíduos sólidos é realizado, em grande parte dos municípios brasileiros, pelos mesmos veículos que trabalham na coleta, e constitui parte importante do custo do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos. Esses veículos são caminhões do tipo caçamba aberta ou do tipo compactador.

Considerando o caminhão do tipo compactador, assinale a alternativa que apresenta uma desvantagem desse tipo de veículo:

- a) Custo elevado.
- b) Proliferação de maus odores.
- c) Facilidade de triagem de resíduos.
- d) Menor eficiência operacional.
- e) Maior segurança para os funcionários.

3. Os resíduos sólidos urbanos, na grande maioria dos municípios brasileiros, não recebem nenhum tipo de tratamento, sendo encaminhados quase que em sua totalidade para aterros sanitários, aterros controlados ou até mesmo lixões (vazadouros a céu aberto). O tratamento é uma das etapas do gerenciamento dos resíduos sólidos, cuja importância está na

proteção do meio ambiente e na transformação de resíduos em matérias-primas para fabricação de novos produtos.

Considerando o contexto apresentado, o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, químicas e/ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos é denominada:

- a) Incineração.
- b) Compostagem.
- c) Recuperação energética.
- d) Reciclagem.
- e) Reutilização.

Seção 2.2

Planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos

Diálogo aberto

Prezado aluno, estudamos, nas seções anteriores, que a gestão dos resíduos sólidos é uma das funções do saneamento básico e constitui um dos maiores desafios dos municípios brasileiros. Até a década de 1990, o poder público preocupava-se basicamente com a limpeza urbana, promovendo varrição, coleta, transporte e disposição final dos resíduos. Porém, não se preocupava quanto aos aspectos de remuneração dos serviços e quanto à integração dos diversos tipos de resíduos gerados. Buscando resolver estes e outros desafios relativos aos resíduos sólidos municipais, a Política Nacional de Resíduos Sólidos estabeleceu os planos de resíduos como instrumento, dentre eles o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, foco desta seção.

Considerando esse cenário, vamos lembrar novamente o contexto de aprendizagem da unidade: você é analista ambiental da prefeitura de São José do Rio Preto, no Estado de São Paulo, e, juntamente com o restante dos profissionais que integram a Secretaria de Meio Ambiente da prefeitura, deverá revisar o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS). Na primeira etapa, vocês revisaram aspectos relacionados ao gerenciamento dos resíduos. Agora, na segunda parte da revisão do PMGIRS, vocês deverão revisar o diagnóstico da geração de resíduos sólidos do município, a situação atual dos resíduos sólidos em São José do Rio Preto, rever diretrizes, estratégias, programas, ações e metas para o manejo diferenciado dos resíduos e estabelecer como será a gestão integrada, participativa e compartilhada. Para isso, guie-se pelos seguintes conteúdos e questionamentos a serem revisados (BRASIL, 2013):

- **Diagnóstico:** Quais os aspectos gerais e socioeconômicos? Quais as características relativas ao saneamento básico, aos resíduos sólidos e à legislação local em vigor? Qual a estrutura operacional, fiscalizatória e gerencial do município? Existe algum projeto relativo à educação ambiental?

- **A situação dos resíduos sólidos municipais:** Qual a destinação e a disposição final dos resíduos sólidos no município? Quais os custos desses serviços? Quais as competências e responsabilidades? Quais as carências e deficiências?
- **Diretrizes, estratégias, programas, ações e metas para o manejo diferenciado dos resíduos:** Quais as metas quantitativas e os prazos? Quais programas e ações para atingir as metas? Quais ações relativas aos resíduos com logística reversa? Como será o sistema de cálculo dos custos operacionais e investimentos? De que forma será realizada a cobrança dos custos dos serviços públicos? De que forma será feito o monitoramento e a verificação de resultados?

Espero que você se sinta motivado a estudar sobre o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, dado sua importância para a gestão dos resíduos sólidos urbanos, bem como por se tratar de uma área de grande relevância para a sua atuação profissional.

Bons estudos!

Não pode faltar

Caro aluno, seja bem-vindo!

Ao longo das seções anteriores, estudamos que a PNRS trouxe um arcabouço importante ao descentralizar a gestão dos resíduos sólidos e dar competências e atribuições para todos os âmbitos, nacional, estadual e, principalmente, municipal, em que o problema está em foco e as ações de gerenciamento devem ser desenvolvidas.



Refleta

No município onde você mora existe Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos? Em caso afirmativo, você já leu o plano? Caso não exista, o que você pode fazer para auxiliar na gestão de resíduos do seu município?

Nesse sentido, os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos são a base para a implementação bem-sucedida da política e a ferramenta guia para operar o gerenciamento em bases mais integradas. O conteúdo mínimo a ser abordado nesses planos consta no art. 19 da PNRS (BRASIL, 2010a), destacando-se (1) o diagnóstico da geração dos resíduos sólidos municipais; (2) procedimentos operacionais; (3) definição de responsabilidades; (4) metas de redução, reutilização, coleta

seletiva; (5) sistema de cálculo dos custos de prestação dos serviços; e (6) programas e projetos para atender as metas propostas, entre outros.

Porém, para municípios que possuem população total até 20 mil habitantes, o conteúdo é simplificado, estabelecido pelo Decreto nº 7.404/2010 (BRASIL, 2010b), que regulamenta a PNRS. Há possibilidade também de que os municípios insiram o PMGIRS dentro do Plano de Saneamento Básico (PSB), previsto na Lei nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007), desde que o conteúdo mínimo atenda aos dois documentos legais. Além disso, os municípios que participam de consórcios são dispensados da elaboração do PMGIRS, desde que o plano intermunicipal atenda ao conteúdo mínimo previsto no art. 19 da PNRS (BRASIL, 2010a).

O primeiro passo para a elaboração de um PMGIRS é descrever as características gerais do município, como localização, vias de acesso, dados físicos (área do município, bacia hidrográfica, geologia, entre outros), plano diretor, dados socioeconômicos (população total, população urbana e rural, renda per capita, entre outros) e mapeamento de áreas específicas (área indígena, faixa de fronteira, áreas protegidas). Em seguida, é preciso realizar um diagnóstico da situação atual dos resíduos sólidos gerados no município. Para isso é preciso coletar dados quantitativos e qualitativos sobre geração, coleta, transporte, destinação e disposição final. Esse levantamento pode ser organizado considerando cinco áreas temáticas, conforme descrito no Quadro 2.1.

Quadro 2.1 | Áreas temáticas para diagnóstico da situação atual dos resíduos sólidos

| Áreas temáticas | Descrição |
|---|---|
| <p>Infraestrutura e serviços</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caracterização dos resíduos. • Equipamentos e unidades operacionais. • Serviços. | <p>Abrange a caracterização dos resíduos (composição gravimétrica* e cálculo da geração per capita de resíduos), levantamento de veículos e equipamentos, unidades de manejo, forma de disposição final, serviços de coleta regular e coletiva (rota, abrangência, frequência) e número de funcionários que atuam nos serviços de manejo dos resíduos sólidos.</p> |
| <p>Aspectos jurídico-institucionais</p> <ul style="list-style-type: none"> • Legislação, normas, contratos. • Aspectos institucionais. • Consorciamento. | <p>Levantamento de leis, regulamentos e normas técnicas aplicáveis a resíduos sólidos no município, estado e União; instrumentos de planejamento existentes no município e no estado (por exemplo, Plano de Bacia Hidrográfica e Plano Diretor); identificar os geradores de resíduos sujeitos à elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos (grandes geradores e geradores de resíduos da logística reversa); identificação da estrutura organizacional atual e recursos humanos empregados nos setores e se há consorciamento.</p> |

| | |
|--|---|
| Aspectos econômicos | Levantamento da existência de ICMS ecológico estadual; levantar a estrutura de receitas da prefeitura ao longo dos últimos 4 anos; levantamento das despesas e formas de remuneração dos processos atuais da prestação dos serviços; estimar o custo de coleta, transporte, tratamento e destinação dos resíduos sólidos (R\$/tonelada). |
| Aspectos ambientais | Identificação e localização de pontos de descarte irregular de resíduos sólidos; levantar a existência de áreas contaminadas; identificação das áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada. |
| Aspectos sociais <ul style="list-style-type: none"> • Percepção da população. • Participação social. • Catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis. • Educação ambiental. | Consultar a população, por meio de reuniões, audiências e questionários, a fim de identificar os principais problemas relacionados a resíduos sólidos; definir as formas de participação social; quantificar o número de catadores que atuam no município; estimar massas ou volumes de resíduos recicláveis coletados pelos catadores; identificar e descrever a existência de iniciativas voltadas para a redução de geração, reutilização e reciclagem dos resíduos. |

*Composição gravimétrica: percentual em massa de cada tipo de resíduo sólido.

Fonte: adaptado de Ministério do Meio Ambiente (2013, p. 6-12).

Além dos dados já descritos, é importante constar no PMGIRS os sistemas de logística reversa estabelecidos no estado e no município (se houver). Lembre-se que os sistemas de logística reversa foram instituídos pela PNRS, no art. 33 (BRASIL, 2010a), para os seguintes produtos: (1) agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso; (2) pilhas e baterias; (3) pneus; (4) óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; (5) lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; (6) produtos eletroeletrônicos e seus componentes.



Assimile

Além dos produtos descritos na PNRS para implantação de sistemas de logística reversa, outras cadeias podem ser definidas pelo Comitê Orientador para Implantação da Logística Reversa (CORI), como as cadeias de medicamentos e embalagens em geral.

Após a coleta dos dados referentes ao diagnóstico dos resíduos no município, é preciso realizar o planejamento das ações necessárias de adequação dos sistemas de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Porém, para isso é necessário, primeiramente, estimar o aumento populacional e a geração futura de resíduos sólidos considerando o horizonte do plano. Alguns municípios já realizaram os cálculos de evolução da população ao elaborarem o seu Plano Diretor (mecanismo legal que visa orientar a ocupação do solo urbano, tomando por base, por um lado, interesses coletivos e difusos).

Porém, aos municípios que não possuem essas informações, é possível calcular a partir de modelos matemáticos. Primeiramente é preciso buscar no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) os dados censitários (realizados a cada 10 anos) e montar uma tabela. Em seguida, a partir do Quadro 2.2, calcula-se a taxa de crescimento da população. A partir da taxa de crescimento da população, é possível calcular o aumento populacional a partir de diferentes modelos matemáticos, descritos no Quadro 2.2.

Quadro 2.2 | Modelos matemáticos para cálculo de evolução da população

| Método | Taxa de crescimento | Fórmula da projeção | Coefficientes (se não for efetuada análise da regressão) |
|---------------------------------|--|--|---|
| Projeção aritmética | $\frac{dP}{dT} = Ka$ | $P_t = P_0 + Ka(t - t_0)$ | $Ka = \frac{P_2 - P_0}{t_2 - t_0}$ |
| Projeção geométrica | $\frac{dP}{dt} = Kg \cdot P$ | $P_t = P_0 \cdot e^{Kg(t-t_0)}$ ou $P_t = P_0 \cdot (1+i)^{(t-t_0)}$ | $Kg = \frac{\ln P_2 - \ln P_0}{t_2 - t_0}$ ou $i = e^{Kg} - 1$ |
| Regressão multiplicativa | - | $P_t = P_0 + r(t - t_0)^s$ | r, s - análise da regressão ou transformação logarítmica |
| Taxa decrescente de crescimento | $\frac{dP}{dt} = Kd(P_s - P)$ | $P_t = P_0 + (P_s - P_0) \cdot [1 - e^{-Kd(t-t_0)}]$ | $P_s = \frac{2 \cdot P_0 P_1 P_2 - P_1^2 (P_0 + P_2)}{P_0 \cdot P_2 - P_1^2}$ $Kd = \frac{-\ln[(P_s - P_2)/(P_s - P_0)]}{t_2 - t_0}$ |
| Crescimento logístico | $\frac{dP}{dt} = K1 \cdot P \cdot \frac{(P_s - P)}{P}$ | $P_t = \frac{P_s}{1 + c \cdot e^{K1(t-t_0)}}$ | $P_s = \frac{2 \cdot P_0 P_1 P_2 - P_1^2 (P_0 + P_2)}{P_0 \cdot P_2 - P_1^2}$ $c = \frac{(P_s - P_0)}{P_0}$ $K1 = \frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \ln \left[\frac{P_0 \cdot (P_s - P_1)}{P_1 \cdot (P_s - P_0)} \right]$ |

Fonte: Adaptado de Heller e Pádua (2006, p. 112).

- dP / dt = taxa de crescimento da população em função do tempo.
- P_0, P_1, P_2 = populações nos anos t_0, t_1, t_2 ; $Ka, Kg, Kd, K1, i, c, r, s$ = coeficientes (a obtenção dos coeficientes pela análise da regressão é preferível, já que se pode utilizar toda a série de dados existentes, e não apenas P_0, P_1, P_2), (as fórmulas para taxa decrescente e crescimento logístico exigem valores equidistantes, caso não sejam baseadas na análise da regressão) (hab).
- P_t = população estimada no ano t (hab); P_s = população de saturação (hab).

Mas, você deve estar se perguntando, qual método escolher, não é mesmo? A escolha do método deve considerar as particularidades de cada município e deve ser considerada a experiência obtida em resultados censitários (como o do IBGE) para que o método escolhido seja o mais próximo da realidade. Em seguida, para calcular a evolução da geração de resíduos, basta multiplicar a população total do ano de interesse pela geração per capita de resíduos, encontrada quando se realizou a caracterização dos resíduos.



Exemplificando

Suponha que você realizou os cálculos de evolução da população para um município hipotético "X" e encontrou que, em 2020, a população total será de 18.830 mil habitantes.

Você também já havia realizado o cálculo da geração per capita de resíduos sólidos no município, em 2017, a partir da caracterização dos resíduos, quando dividiu a população total (em 2017) pela quantidade de resíduos sólidos urbanos coletados naquele ano, e obteve que cada habitante gera 0,65 kg de resíduos por dia. Portanto, para calcular a evolução da geração de resíduos, basta multiplicar a população total de 2020, que será de 18.830 mil habitantes por 0,65, encontrando, assim, uma geração de 12.239,5 kg por dia ou (multiplica-se por 365 dias) 4.467.417,5 kg por ano (dividindo-se por 1.000, temos 4.467,42 toneladas por ano).

De posse de todas essas informações, é possível estabelecer diretrizes, estratégias e programas para o manejo diferenciado dos resíduos. Primeiramente, é preciso definir os objetivos a partir da identificação dos problemas (fase de diagnóstico). Em seguida, para cada objetivo, são estabelecidos os programas e as ações necessárias para solucionar tais problemas. Esses programas devem ser acompanhados e monitorados a partir de indicadores de desempenho, além de ser necessário estabelecer metas imediatas (de 1 a 2 anos), de curto (2 a 4 anos), médio (de 4 a 8 anos) e longo prazo (de 8 a 20 anos) para cada programa e ação (BRASIL, 2013). Por fim, é preciso estimar os recursos financeiros necessários para implementar os programas e as ações, considerando os custos de investimento, operação e manutenção dos sistemas que serão implantados até o final do horizonte do plano.



Exemplificando

A inexistência de coleta seletiva pode ser identificada como um problema na fase de diagnóstico. Para resolver esse problema, você pode criar um programa, por exemplo, chamado de "Aqui tem coleta seletiva". No âmbito do programa, você faz a descrição de como será realizado. Por exemplo, será feito de porta em porta, em dias alternados, inicialmente em 20% dos bairros do município. Em seguida, define as ações e os prazos. Por exemplo, a primeira ação consiste em adquirir ou adaptar veículos para a coleta seletiva, que será feita em curto prazo. Um indicador para essa ação pode ser o número de veículos adquiridos. Por fim, calcula-se o investimento necessário para implantação do programa, neste caso, considerando o preço de cada veículo, gastos com combustível, mão de obra, entre outros.

Para finalizarmos o nosso estudo sobre o PMGIRS, é preciso considerar os aspectos econômicos e financeiros relacionados ao gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos. Cabe ressaltar que o Supremo Tribunal Federal (STF) estabelece que a cobrança pelos serviços públicos de coleta, remoção e tratamento ou destinação de lixo ou resíduos provenientes de imóveis é constitucional, ao passo que é inconstitucional a cobrança de valores tidos como taxa em razão de serviços de conservação e limpeza de logradouros e bens públicos.



Pesquise mais

Para compreender o sistema de cálculo para taxa de resíduos sólidos urbanos, acesse o conteúdo disponível no link a seguir:

PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS. Como calcular a taxa de resíduos sólidos para cidades com até 20.000 habitantes. Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/como-calcular-taxa-de-residuos-solidos-para-cidades-com-ate-20-000-habitantes/>>. Acesso em: 21 out. 2017.

Isto quer dizer que os serviços de limpeza urbana (varrição, capina, poda, limpeza de espaços públicos) devem ser custeados por outras receitas do município, por meio de: (1) repasses do governo federal, a partir do Fundo de Participação do Município; (2) repasse do governo estadual, como o Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de

Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS); ou (3) recursos municipais arrecadados por meio de impostos, como o Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU) (BRASIL, 2013).

Além disso, é importante diferenciar taxa de tarifa. A taxa é um tributo compulsório, ou seja, pode ser cobrada mesmo que não exista efetiva utilização do serviço, mas que deve ser instituída por lei. Já a tarifa consiste em uma cobrança facultativa em decorrência da utilização de serviço público, feita indiretamente pelo estado, por meio de empresas que prestam serviços em seu nome (BRASIL, 2013).

Cabe frisar que os resíduos industriais, perigosos e de serviços de saúde não são coletados pelo serviço regular de coleta de resíduos sólidos domiciliares, mas devem ser objeto de estudo nos planos de gerenciamento de resíduos sólidos.

Além disso, diversos órgãos federais disponibilizam recursos para auxiliar na gestão de resíduos a partir de financiamentos não reembolsáveis (não precisam ser devolvidos) e financiamentos reembolsáveis. Entre os financiamentos não reembolsáveis estão: Fundo Nacional de Meio Ambiente e Fundo Clima (Ministério do Meio Ambiente), Programa de Resíduos Sólidos (Ministério da Saúde /Fundação Nacional de Saúde – FUNASA), Programa Saneamento Básico (Ministério das Cidades/Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA), Programa Resíduos Sólidos (Ministério do Trabalho e Previdência Social – MTPS) e Fundo Social (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES).

Já os recursos reembolsáveis são: Fime Empresarial, FCO Empresarial, Proger Urbano Empresarial, Proger Urbano Cooperfat, Cartão BNDS e Leasing (todos do Banco do Brasil – BB), PMI - Projetos Multissetoriais Integrados Urbanos e Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES).



Pesquise mais

Para conhecer mais sobre cada fonte de financiamento, acesse o conteúdo disponível no link a seguir:

PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS. Fontes de Financiamento para o

setor de resíduos sólidos no Brasil. Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/fontes-de-financiamento-para-o-setor-de-residuos-solidos-no-brasil/>>. Acesso em: 21 out. 2017.

Tomando o nosso estudo de caso da unidade, sugerimos também que saiba mais sobre diagnóstico, situação dos resíduos sólidos, diretrizes, estratégias, programas, ações e metas para o manejo diferenciado dos resíduos da cidade de São José do Rio Pedro em:

ESTADO DE SÃO PAULO. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de São José do Rio Preto. Disponível em: <<http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/cpla/2017/05/sao-jose-do-rio-preto.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2017. Como sugestão, a princípio, sugerimos que leia os Capítulos 1, 2 e 6 do plano municipal.

Chegamos ao final desta seção, em que abordamos aspectos importantes para elaboração e revisão do PMGIRS. É importante que você aprofunde os seus conhecimentos a partir das leituras complementares sugeridas. Além disso, é fundamental que pratique os cálculos aqui apresentados, uma vez que são imprescindíveis para a sua formação profissional. Espero que você tenha se sentido motivado a continuar os estudos, pois na próxima seção abordaremos a gestão participativa e compartilhada a respeito dos resíduos sólidos. Até breve!

Sem medo de errar

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305/2010, em seu art. 3º (BRASIL, 2010a), apresenta o conceito de gestão integrada de resíduos sólidos como sendo um “conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável”. Nesse contexto, encontra-se a implantação dessa gestão integrada por parte dos municípios a partir dos planos municipais, instrumento da PNRS, que representa atualmente um dos grandes desafios para os gestores públicos, dada a sua complexidade de elaboração.

Diante do exposto e relembando o desafio proposto nesta seção, você é analista ambiental da Secretaria de Meio Ambiente da prefeitura de São José do Rio Preto e, juntamente com outros profissionais, revisará o PMGIRS. Na seção anterior, vocês revisaram temas relativos ao gerenciamento e, agora, na segunda parte do trabalho, revisarão o diagnóstico da geração de resíduos sólidos do município, a situação atual dos resíduos sólidos em São José do Rio Preto, diretrizes, estratégias, programas, ações e metas para o manejo diferenciado dos resíduos.

Para analisar o PMGIRS do município de São José do Rio Preto e resolver os questionamentos do início da seção, você deverá acessar o plano disponível no link (<<http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/cpla/2017/05/sao-jose-do-rio-preto.pdf>>. Acesso em: 6 fev. 2018.). O plano data de 2013 e está dividido em capítulos. É importante que você faça uma análise detalhada do plano, considerando os conteúdos abordados na seção e os itens destacados no desafio da seção. Porém, seguem algumas informações importantes obtidas a partir da análise do plano.

Os aspectos socioeconômicos estão descritos no Capítulo 1 do plano, no qual se nota que o município, em 2013, apresentava mais de 434 mil habitantes e a taxa de crescimento da população é de 0,68. Além disso, em São José do Rio Preto, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo é responsável pela gestão dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, sendo os serviços terceirizados via contrato de serviço, tanto para os resíduos sólidos urbanos quanto para os resíduos de serviços de saúde. Para elaboração do PMGIRS, o município seguiu o Plano Diretor. Observa-se também que há dados relativos à cobertura dos serviços de saneamento básico, sendo que em 2013, 136.817 mil domicílios tiveram os seus resíduos coletados. Além disso, em 2013, foram geradas 142.434,57 toneladas de resíduos e, destas, 56,67% foram de resíduos orgânicos. A coleta dos resíduos é realizada por 27 caminhões compactadores, diariamente ou alternada, nos períodos diurno (residenciais) e noturno (espaços públicos). O município possui uma Usina de Triagem e Compostagem que recebe cerca de 400 toneladas/dia de resíduos, que são segregados manualmente e mecanicamente. Os resíduos coletados que não são enviados para a usina, bem como os seus rejeitos, são enviados para o aterro sanitário.

Além disso, o plano contém um item específico para o manejo de resíduos especiais, como os resíduos de serviços de saúde, em que

consta a legislação municipal e os decretos vigentes. Também constam no plano os programas relativos à Educação Ambiental, inclusive com dados referentes ao seu custo anual, sendo que, em 2012, ficou na ordem de R\$ 198.452,70. Outros custos relativos aos serviços de execução continuada de Limpeza Pública podem ser observados na Tabela 18, página 126 do plano.

Os dados referentes ao sistema de cálculo dos custos operacionais e investimento e a forma como é realizada a cobrança dos custos dos serviços públicos estão descritas detalhadamente no Capítulo 6 do plano, a partir da página 288. Já as informações relativas ao monitoramento estão descritas a partir da página 370.

Foram descritas aqui apenas análises superficiais, porém é importante que você faça análises mais detalhadas e aprofundadas do plano para efetuar a segunda etapa de seu serviço. Trata-se de uma oportunidade de grande relevância, que associa a teoria à prática e que enriquecerá o seu conhecimento. Por isso, leia o plano com atenção, destacando as informações solicitadas no desafio desta seção.

Bons estudos!

Avançando na prática

O gerenciamento de resíduos sólidos em cidades turísticas

Descrição da situação-problema

Todo ano, no período das férias e do verão, milhares de pessoas viajam para cidades litorâneas. Essa migração sazonal aumenta bruscamente a demanda por serviços e infraestrutura de saneamento básico dessas cidades, além de aumentar consideravelmente a geração de resíduos e, conseqüentemente, o seu descarte inadequado. Como resultado, tem-se milhares de toneladas de lixo que não recebem a destinação correta, o que impacta o meio ambiente e traz riscos à saúde pública. Nesse contexto, suponha que você seja um profissional da área ambiental da prefeitura de uma cidade litorânea que recebe milhares de turistas todo verão. Considerando as noções básicas de gerenciamento de resíduos sólidos e do sistema de limpeza urbana, o que você propõe para diminuir a geração de resíduos durante as férias

e garantir que os resíduos sejam coletados em sua totalidade? De que forma esse problema deve ser abordado no PMGIRS?

Resolução da situação-problema

Nesse caso, a prefeitura da cidade deve considerar, durante a elaboração do PMGIRS, as particularidades da região que aumentam a geração de resíduos sólidos, tais como: eventos culturais locais, festas regionais, shows e, principalmente, considerar que a cidade é turística. Vale ressaltar que, por se tratar de uma cidade litorânea, o número de pessoas na cidade aumenta consideravelmente durante a alta temporada, como férias e feriados. Dessa forma, deve-se abordar, na elaboração do PMGIRS, programas e metas de caráter mais imediato, a serem implantadas em épocas específicas, por exemplo: (1) a contratação temporária de prestadores de serviços de limpeza urbana, aumentando assim o contingente de funcionários responsáveis pela coleta dos resíduos nos períodos de alta temporada; (2) promover parcerias com as cooperativas de reciclagem do município, para que atuem de forma mais enfática em altas temporadas; (3) promover campanhas de conscientização em espaços públicos, como praças e praias, durante a alta temporada, informando sobre a importância do turista para ajudar a manter a cidade limpa; entre outras. Portanto, é importante ressaltar que o gerenciamento dos resíduos sólidos deve considerar também as situações pontuais, como a descrita nesse contexto, de forma a garantir a adequada destinação dos resíduos.

Faça valer a pena

1. O plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos é um instrumento da Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída no ano de 2010. O seu conteúdo mínimo consta no art. 19 da referida lei e busca padronizar a elaboração do plano por parte dos municípios brasileiros. Considerando o contexto apresentado, analise as assertivas a seguir:

I – O diagnóstico da geração dos resíduos sólidos municipais não faz parte do conteúdo mínimo exigido na PNRS, mas é imprescindível para a elaboração do plano.

II – Para municípios que possuem população total até 20 mil habitantes, o conteúdo é simplificado, conforme estabelecido pelo Decreto nº 7.404/2010 (BRASIL, 2010b).

III – Os municípios não podem inserir o PMGIRS dentro do Plano de Saneamento Básico (PSB), previsto na Lei nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007).

Considerando as assertivas, assinale a alternativa que contém a resposta correta:

- a) Apenas a assertiva I está correta.
- b) Apenas as assertivas I e II estão corretas.
- c) Apenas a assertiva II está correta.
- d) Apenas as assertivas II e III estão corretas.
- e) Apenas a assertiva III está correta.

2. O primeiro passo para a elaboração de um PMGIRS é descrever as características gerais do município, como localização, vias de acesso, dados físicos, plano diretor, dados socioeconômicos e mapeamento de áreas específicas. Em seguida, é preciso realizar o diagnóstico da situação atual dos resíduos sólidos gerados no município.

Considerando o levantamento de dados para o diagnóstico dos resíduos, devem-se considerar dados relativos a áreas temáticas, sendo elas: infraestrutura e serviços, aspectos econômicos, aspectos ambientais, aspectos sociais e aspectos jurídico-institucionais.

Considerando o contexto apresentado, a composição gravimétrica e o cálculo da geração per capita de resíduos são dados relativos a:

- a) Infraestrutura e serviços.
- b) Aspectos econômicos.
- c) Aspectos sociais.
- d) Aspectos ambientais.
- e) Aspectos jurídico-institucionais..

3. Durante a elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), é preciso estimar os recursos financeiros necessários para implementar programas e ações, considerando os custos de investimento, operação e manutenção dos sistemas que serão implantados até o final do horizonte do plano.

Considerando o contexto apresentado, assinale a alternativa referente a uma fonte não reembolsável de financiamento:

- a) Projetos Multissetoriais Integrados Urbanos.
- b) FCO Empresarial.

- c) Finaime Empresarial.
- d) Fundo Nacional de Meio Ambiente.
- e) Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos.

Seção 2.3

Geração e gestão de resíduos sólidos urbanos

Diálogo aberto

A gestão participativa e compartilhada dos resíduos sólidos é um dos principais desafios da área, dada a complexidade da tarefa. O desafio está, sobretudo, em romper com a visão tecnicista e abordar uma perspectiva socioambiental. Para muitas pessoas, a solução para a problemática dos resíduos sólidos está no desenvolvimento de tecnologias e melhorias no sistema de limpeza, por exemplo, com aumento da frota de caminhões e ampliação do número de funcionários e tecnologias para a destinação final. Porém, a gestão integrada, participativa e compartilhada possui uma visão mais ampla dessa problemática e está relacionada com variáveis tecnológicas, econômicas, culturais e sociais.

Diante desse cenário, vamos relembrar o contexto de aprendizagem da unidade. Você é analista ambiental da Prefeitura de São José do Rio Preto e, juntamente com o restante dos profissionais que integram a Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura, deverá revisar o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), uma exigência da PNRS. Nas primeiras etapas vocês apresentaram os conceitos relacionados ao gerenciamento dos resíduos, bem como revisaram o diagnóstico da geração de resíduos sólidos, a sua situação atual em São José do Rio Preto, revisaram diretrizes, estratégias, programas, ações e metas para o manejo diferenciado dos resíduos. Agora, para encerrar a revisão do PMGIRS, no estudo que deve entregar nesta unidade de ensino, você deverá revisar aspectos relacionados à gestão integrada, participativa e compartilhada com outros municípios, identificar os problemas da gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU), revisar se a gestão de resíduos está dentro do ideal dos 3Rs, e revisar aspectos estruturais sobre o acondicionamento, a coleta e o transporte de RSU, bem como a limpeza de logradouros, o tratamento e a disposição final.

Para isso, oriente-se pelas seguintes perguntas: Quais as iniciativas do município para viabilizar a política dos 5Rs? Como são realizados

o acondicionamento, a coleta e o transporte de RSU? Qual a periodicidade de limpeza dos logradouros? Os RSU recebem algum tipo de tratamento? Qual a disposição final dos RSU? Lembre-se que essa é a última etapa de revisão do PMGIRS e que ele deve atender aos requisitos mínimos exigidos na PNRS, por isso não deixe de consultá-la.

Ao longo desta última seção estudaremos a gestão integrada, participativa e compartilhada dos RSU, sobre as etapas de gestão e quais os principais problemas a ela relacionados, além de discutir sobre as etapas de gerenciamento e as ações relativas aos 3Rs da sustentabilidade. Esses conteúdos lhe darão suporte necessário para finalizar o produto que você deverá entregar. Ressaltamos que são temas de grande relevância para a atuação profissional, visto que o sucesso das ações relativas ao gerenciamento dos RSU está baseado na gestão integrada e participativa. Bons estudos!

Não pode faltar

Caro aluno,

Discutimos até aqui sobre aspectos importantes relacionados ao gerenciamento adequado dos resíduos sólidos. Na seção anterior, estudamos alguns dos itens que compõem o PMGIRS, porém, a gestão integrada, participativa e compartilhada vai muito além dos aspectos tecnológicos e operacionais do gerenciamento dos resíduos.

A concepção de gestão integrada baseia-se no desenvolvimento de formas de tratamento e valorização dos resíduos, buscando minimizar os impactos sobre o meio ambiente e sobre a saúde humana. Porém, devemos acrescentar a dimensão social, a partir da participação dos cidadãos, no processo de gestão dos resíduos e, sobretudo, na integração social dos catadores informais.

Dessa forma, o desenvolvimento de um sistema de gestão de resíduos sólidos deve identificar aspectos individuais e coletivos, começando por uma política baseada na redução do consumo, no reúso, na reciclagem e na compostagem, na incineração e na disposição final em aterros sanitários, conforme discutido na seção anterior. Nesse sentido, a participação dos cidadãos é imprescindível.

A redução do consumo visa, a partir da conscientização, evitar que, devido às compras excedentes, produtos sejam descartados.

O governo poderia normatizar que determinados produtos sejam produzidos de forma que o seu desmonte seja mais fácil, barateando os processos produtivos nas indústrias e concedendo incentivos fiscais para empresas de reciclagem, o que viabilizaria o setor e geraria empregos. Além disso, é preciso incluir programas educacionais nas escolas voltados para o consumo consciente, a redução dos resíduos sólidos, bem como informações sobre o caminho que os resíduos percorrem após sua geração por parte da população. Essas e outras medidas, em médio e longo prazo, seriam capazes de impulsionar a economia ligada ao setor de reciclagem e reúso.



Exemplificando

A redução do consumo enfrenta dois grandes desafios: a obsolescência programada e a obsolescência perceptiva. Na primeira, o produto é desenvolvido, de forma proposital, para se tornar não funcional em pouco tempo ou para que o seu conserto seja inviável economicamente, forçando a sua troca. O exemplo clássico de obsolescência programada são as lâmpadas na Europa, na década de 1930, produzidas para durarem 2,5 mil horas a menos, incentivando assim o consumo de mais lâmpadas. Já na obsolescência perceptiva, força-se a troca de um determinado produto ainda funcional, mas que é considerado obsoleto, ultrapassado. Um exemplo disso são os smartphones e a tecnologia de uma forma geral. Por isso, a redução do consumo não é algo apenas individual, visto que, mesmo que o consumidor deseje reduzir o consumo, muitas vezes ele é forçado a consumir.



Refleta

Além das medidas apresentadas, quais outras medidas você propõe para avançarmos na gestão integrada dos resíduos sólidos?

Portanto, considera-se gerenciamento integrado quando houver uma estreita relação entre as ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento das atividades relacionadas à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos.

Discutimos anteriormente que compete ao município os serviços de limpeza urbana e de gestão dos resíduos, exceto os de natureza industrial. Porém, existem modelos institucionais de gestão dos resíduos; os principais são a concessão, a terceirização e o consórcio.

O regime de concessão de serviço público, previsto na Lei nº 8.987/1995 (BRASIL, 1995), art. 2º, inciso II, consiste na “delegação de sua prestação, feita pelo poder concedente, mediante licitação, na modalidade de concorrência, à pessoa jurídica ou consórcio de empresas que demonstre capacidade para seu desempenho, por sua conta e risco e por prazo determinado”. Isso quer dizer que a concessionária assume um serviço de titularidade do Estado. Observe que, na concessão de serviço público, também há a possibilidade de que ela seja realizada por consórcio de empresas, modelo ainda pouco comum nos municípios brasileiros.



Pesquise mais

Para compreender melhor os modelos institucionais de gestão, leia da página 15 à 25 do material a seguir:

MESQUITA JÚNIOR, José Maria de. **Gestão integrada de resíduos sólidos**. Coordenação de Karin Segala. Rio de Janeiro: IBAM, 2007. 40p. Disponível em: <http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/01-girs_md1_1.pdf>. Acesso em: 29 out. 2017.

A PNRS (Lei nº 12.305, de 2010) estabelece como um de seus princípios, no art. 8º, o incentivo à adoção de consórcios ou de outras formas de cooperação entre os entes federados, com vistas à elevação das escalas de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos. Além disso, cabe ressaltar que as normas gerais de contratação de consórcios públicos estão estabelecidas na Lei nº 11.107/2005 (BRASIL, 2005) e tem como objetivo viabilizar a descentralização e a prestação de serviços públicos que envolvam resíduos sólidos.

Já a terceirização que vem sendo observada em cidades de médio e grande porte caracteriza-se pela prestação de serviços a partir da contratação de empresas privadas, que utilizarão de seus próprios meios (equipamentos e mão de obra) para gerenciar os resíduos sólidos urbanos do município.



Em 2014, Felisaki e Stoffel analisaram os custos com a terceirização da coleta de lixo urbano no município de Nova Esperança do Sudoeste (PR). Para conhecer o estudo e os resultados obtidos, acesse o artigo completo em:

FELISAKI, Fernanda; STOFFEL, Jaime Antônio. A terceirização da coleta do lixo urbano: o caso de Nova Esperança do Sudoeste – PR. Congresso nacional de pesquisa em ciências sociais aplicadas, 3., 2014, Francisco Beltrão. **Anais...** Francisco Beltrão: [s.n.], 2014. Disponível em: <http://cac-php.unioeste.br/eventos/conape/anais/iii_conape/Arquivos/Artigos/Artigoscompletos/CIENCIASECONOMICAS/3.pdf>. Acesso em: 29 out. 2017.

Existem basicamente dois modelos de gestão dos resíduos sólidos, o modelo de gestão convencional e o modelo de gestão participativa, que se subdivide em modelo de gestão individual com compartilhamento, modelo de gestão compartilhado e modelo de gestão com compartilhamento na destinação final.

O modelo de gestão convencional está presente em grande parte das cidades brasileiras, sendo caracterizado pela incorporação, pelo município, dos serviços de limpeza urbana ou, ainda, por municípios que incorporam empresas terceirizadas no processo de gestão dos resíduos.

No modelo de gestão participativa, observa-se a participação da sociedade civil no processo de decisão, administração e avaliação dos resultados. No modelo de gestão individual com compartilhamento (Figura 2.3), o município possui destinação final integrada, ou seja, envia os seus resíduos para outro município.

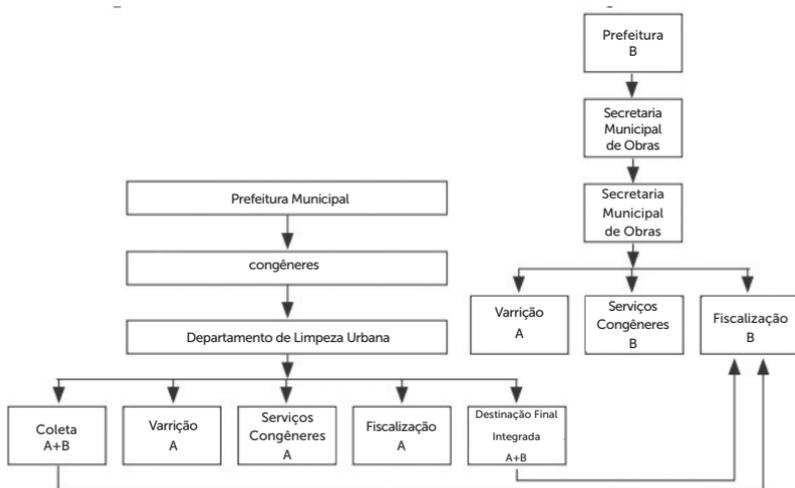
Figura 2.3 | Modelo de gestão individual com compartilhamento



Fonte: Lima (2001, p. 133).

O modelo de gestão participativa também pode ser compartilhado (Figura 2.4), então serão contempladas outras etapas do gerenciamento, como coleta e transporte, além da destinação final.

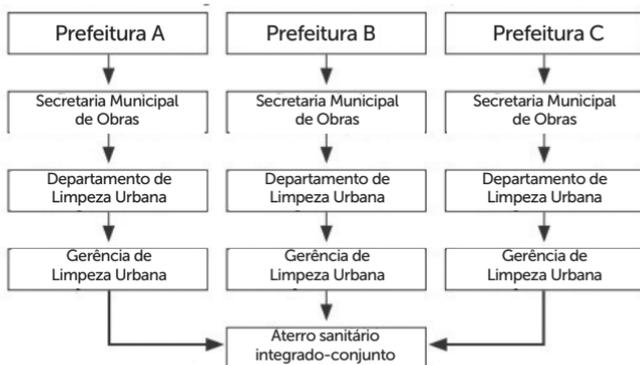
Figura 2.4 | Modelo de gestão compartilhado



Fonte: Lima (2001, p. 134).

Além disso, o modelo de gestão participativa pode ser compartilhado na destinação final, ou seja, diversos municípios, a partir de consórcios, enviam os seus resíduos para um único aterro sanitário (integrado, em conjunto) conforme a Figura 2.5.

Figura 2.5 | Modelo de gestão compartilhado



Fonte: Lima (2001, p. 135).

Diante de tantos modelos e possibilidades, você deve estar se perguntando quais são os problemas relacionados à gestão participativa e compartilhada dos resíduos sólidos, não é mesmo?



Assimile

A gestão participativa ainda é um grande desafio, uma vez que não está relacionada apenas à visão técnica, mas também possui variáveis econômicas, culturais e sociais. Ao desenhar uma proposta de gestão, devem-se considerar indicadores de desempenho que, devidamente apropriados, fornecem elementos para um acompanhamento que propicie uma execução eficiente dos serviços.

Porém, as administrações municipais brasileiras caminham a passos lentos nesse sentido, estão mais preocupadas com os serviços de coleta e são omissas nos itens relativos ao tratamento ou à destinação final adequada. Além disso, a conscientização da população, bem como sua participação em conselhos relacionados à temática dos resíduos, ainda é insatisfatória e, muitas vezes, inexistente.

Cabe ressaltar que algumas comunidades, de modo pioneiro, ensaiam boas alternativas ao perceberem os riscos e a gravidade da situação, a partir do orçamento participativo, da criação de associações de bairro, de ativistas e de participação no conselho municipal. Logo, podemos dizer que é apenas uma questão de tempo e de adaptação para que todos os municípios brasileiros apliquem princípios de gestão participativa e integrada de resíduos sólidos voltadas, primeiramente, para minimizar e, depois, para valorizar.

Nesse contexto, podemos abordar o último conteúdo desta seção, relativo à política dos 3Rs (atualmente 5Rs) na gestão e no gerenciamento dos resíduos sólidos. Para que você se situe, vamos voltar um pouco no tempo. Em 1992, foi realizada, na cidade do Rio

de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, conhecida como ECO-92 ou Rio-92, com o objetivo de debater os problemas ambientais. Dentre os resultados dessa conferência, está a Agenda 21 Global, um programa de ação que viabiliza um novo padrão de desenvolvimento ambientalmente racional. Cada país desenvolve a sua Agenda 21 e, a partir dela, pode ser desenvolvida a Agenda 21 Local.



Exemplificando

A Agenda 21 Local é um excelente instrumento para o planejamento participativo, sobretudo no que se refere à gestão dos resíduos sólidos. Por exemplo, na Agenda 21 de Piracicaba - SP, constatou-se que ainda é necessária a implantação de programas destinados à redução da geração de resíduos e à operacionalização da reciclagem nos setores industriais e comerciais, mesmo com dois programas de reciclagem instituídos no município.



Pesquise mais

Ficou interessado sobre a problemática dos resíduos sólidos abordados na Agenda 21 de Piracicaba? Então leia as páginas 131 a 138, disponíveis em:

PREFEITURA MUNICIPAL DE PIRACICABA. **Realizando o Futuro. Agenda 21 de Piracicaba.** Organizador: José Roberto dos Santos. Piracicaba-SP: Piracicaba, 2010. Disponível em: <<http://www.pira21.org.br/files/agenda-21-2-edicao.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2017.

Nesse sentido, o Ministério do Meio Ambiente, em 1999, na busca de novos referenciais de sustentabilidade ambiental nas instituições da administração pública, criou o projeto Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P), cujas diretrizes se fundamentam nas recomendações do Capítulo IV da Agenda 21 Global, que indica aos países o “estabelecimento de programas voltados ao exame dos padrões insustentáveis de produção e consumo e o desenvolvimento de políticas e estratégias nacionais de estímulo a mudanças nos padrões insustentáveis de consumo”.

Um dos princípios da A3P é a política do 5 Rs (repensar, reduzir, reaproveitar, reciclar e recusar). O último “R” refere-se a recusar consumir produtos que gerem impactos socioambientais significativos. Além disso, os 5 Rs permitem a redução da extração de recursos naturais, a redução dos resíduos nos aterros e o aumento da sua vida útil, a redução dos gastos do poder público com o tratamento do lixo, a redução do uso de energia nas indústrias e a intensificação da economia local (sucateiros, catadores etc.).

Além disso, a A3P é dividida em cinco eixos temáticos, sendo eles: (1) o uso racional dos recursos naturais e bens públicos, (2) a gestão adequada dos resíduos gerados, (3) a qualidade de vida no ambiente de trabalho, (4) a sensibilização e a capacitação dos servidores e (5) licitações sustentáveis. No que se refere à gestão adequada dos resíduos gerados, a A3P destaca as vantagens da política dos 5 Rs, conforme Figura 2.6.

Figura 2.6 | A política dos 5 Rs e a gestão adequada dos resíduos gerados

| | |
|-------------------|--|
| Repensar | Repensar a necessidade de consumo e os padrões de produção e descarte adotados. |
| Recusar | Recusar possibilidades de consumo desnecessário e produtos que gerem impactos ambientais significativos. |
| Reduzir | Reduzir significa evitar os desperdícios, consumir menos produtos, preferindo aqueles que ofereçam menor potencial de geração de resíduos e tenham maior durabilidade. |
| Reutilizar | Reutilizar é uma forma e evitar que vá para o lixo aquilo que não é lixo reaproveitando tudo o que estiver em bom estado. É ser criativo, inovador usando um produto de diferentes maneiras. |
| Reciclar | Reciclar significa transformar materiais usados em matérias-primas para outros produtos por meio de processos industriais ou artesanais. |

Fonte: Ministério do Meio Ambiente (2009, p. 40).

Além disso, a A3P traz a importância da coleta seletiva como uma maneira de sensibilizar as pessoas para questão do tratamento dispensado aos resíduos sólidos produzidos no dia a dia, quer seja nos ambientes públicos, quer nos privados.



Exemplificando

Um exemplo da importância da coleta seletiva é a campanha nacional, promovida pelo Ministério do Meio Ambiente, denominada "saco é um saco", com o objetivo de reduzir o consumo de sacolas plásticas, buscando, assim, novas alternativas para o transporte e o acondicionamento de lixo.

Diante do exposto, é possível perceber que há muitas maneiras e possibilidades para que os administradores públicos municipais busquem pela gestão participativa e compartilhada dos resíduos sólidos, baseando-se na política dos 5 Rs em todas as etapas de gerenciamento dos resíduos, desde a coleta até a destinação final adequada.

Chegamos ao fim do nosso estudo e, agora, você deve organizar todas as etapas desenvolvidas na Unidade 2, visando entregar a revisão do PMGIRS ao secretário de Meio Ambiente de São José do Rio Preto.



Pesquise mais

Para isso, convidamos você a novamente realizar uma leitura do PMGIRS do município, dessa vez, focando em: (i) viabilização da política dos 5 Rs; (ii) acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final dos RSU; e (iii) limpeza de logradouros.

ESTADO DE SÃO PAULO. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de São José do Rio Preto.** Disponível em: <<http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/cpla/2017/05/sao-jose-do-rio-preto.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

Por isso, faça uma rápida revisão dos conteúdos estudados e abordados ao longo da unidade. Lembre-se da importância de um bom Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Bom trabalho!

Prezado aluno, a geração de resíduos sólidos vem tomando proporções crescentes e, por isso, o seu gerenciamento é um dos principais desafios para os municípios brasileiros. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) trouxe avanços para o setor, ao descentralizar a gestão dos resíduos e permitir que os municípios gerenciem e legislem sobre os seus próprios resíduos, considerando as particularidades regionais. Além disso, um instrumento importante para o setor é o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), instrumento da política.

Nesse sentido, vamos relembrar o problema desta seção. Você é analista ambiental da Prefeitura de São José do Rio Preto e faz parte da equipe que está revisando o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS). Você já apresentou os conceitos relacionados ao gerenciamento dos resíduos, revisou o diagnóstico da geração de resíduos sólidos, revisou a situação atual dos resíduos, bem como diretrizes, estratégias, programas, ações e metas para o manejo diferenciado dos resíduos. Agora, para encerrar a revisão do PMGIRS, que consistirá no estudo que você deve entregar nesta unidade de ensino, você deverá revisar aspectos relacionados à gestão integrada, participativa e compartilhada com outros municípios, identificar os problemas da gestão de RSU, revisar se a gestão de resíduos está dentro do ideal dos 5Rs, e revisar aspectos estruturais sobre o acondicionamento, a coleta e o transporte de RSU, bem como a limpeza de logradouros, o tratamento e a disposição final.

Para isso, você deve responder às seguintes perguntas: Quais as iniciativas do município para viabilizar a política dos 5Rs? Como é realizado o acondicionamento, a coleta e o transporte de RSU? Qual a periodicidade de limpeza dos logradouros? Os RSU recebem algum tipo de tratamento? Qual a disposição final dos RSU? Lembre-se que essa é a última etapa de revisão do PMGIRS e que ele deve atender aos requisitos mínimos exigidos na PNRS, por isso, não deixe de consultá-la.

Para resolver esse problema, além do estudo desta seção, você deverá continuar a leitura e a revisão do PMGIRS de São José do Rio Preto. Porém os assuntos abordados nesta seção são um guia para

que você consiga analisar e revisar o plano. Ao analisá-lo, é possível perceber que o município ainda não criou a sua A3P, logo não há uma política estabelecida para viabilizar a política dos 5Rs. No entanto, consta como estratégia proposta a criação e a implementação da A3P. Para viabilizar a execução dessa agenda, são propostos cursos de capacitação e/ou formação de servidores públicos quanto às práticas sustentáveis, incentivando o papel dos funcionários como agentes multiplicadores não somente em seu expediente de trabalho, mas também fora deste. Sobre o acondicionamento, os resíduos domiciliares não são acondicionados. Porém, os resíduos domiciliares de grandes geradores, como supermercados, ficam acondicionados em caçambas estacionárias distribuídas em pontos estratégicos da cidade. A coleta é realizada por 27 caminhões compactadores, dos quais 5 são reservas. São utilizados 17 caminhões para a coleta diurna e 14 para a coleta noturna. Quanto à frequência, a coleta é realizada no período diurno, diariamente ou de forma alternada. Os resíduos são encaminhados à Usina de Triagem e Compostagem para o devido tratamento.

No que se refere à participação da sociedade civil, a fim de atender à legislação no que tange ao controle social, o município buscou envolver toda a população na discussão dos Planos Municipais de Saneamento e de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, por meio da realização da 1ª Conferência Municipal de Saneamento. Além disso, foi realizada uma série de encontros, denominados pré-conferências regionais, para ampliar a mobilização da sociedade e legitimar o direito à participação dos cidadãos nesse processo. Observa-se também no plano que, por meio dessas pré-conferências, o município buscou identificar propostas e prioridades junto à população local e construir, conjuntamente, as diretrizes e metas para cada área, considerando a universalização, a qualidade e a eficiência dos serviços.

Lembre-se que essas são algumas das medidas apresentadas no plano, você pode, em sua análise mais aprofundada, encontrar mais alternativas.

Chegamos ao fim do nosso estudo e, agora, incentivamos você a organizar todas as etapas desenvolvidas na Unidade 2, visando entregar a sua revisão do PMGIRS ao secretário de Meio Ambiente de São José do Rio Preto. Por isso, faça uma rápida revisão dos conteúdos estudados e abordados no trabalho. Lembre-se de que a revisão deve apontar os pontos fracos e propor melhorias. Bom trabalho!

Caminhos para a gestão participativa de resíduos sólidos

Descrição da situação-problema

A participação ativa da sociedade civil na gestão dos resíduos sólidos urbanos é um dos principais desafios enfrentados pela administração pública municipal. Além disso, muitos municípios concentram suas forças apenas nas questões operacionais e tecnológicas relacionadas à gestão dos resíduos. Diante desse contexto, imagine que você é recém-contratado da Secretaria de Meio Ambiente de um município e está revisando o Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Na revisão, você nota falhas na gestão participativa e compartilhada de resíduos sólidos. Quais medidas e alternativas você proporia para oportunizar e implementar a participação da população?

Resolução da situação-problema

As propostas para a gestão participativa, para serem viáveis, devem considerar a participação da população de uma forma geral. Uma maneira de iniciar essa participação é a partir da informação sobre a importância de cada um conhecer mais sobre o resíduo que gera e sobre aspectos relacionados à coleta, ao transporte e à disposição final desses resíduos. Por isso, uma forma de envolver e influenciar a população é a partir de associações, conselhos, ativistas de bairro e outras formas de agremiações. Nesse sentido, você pode propor que a secretaria de meio ambiente crie formas de incentivar a participação da sociedade civil e que busque fortalecer as agremiações, criando, para isso, canais de participação popular. Outra maneira de viabilizar a gestão participativa é por meio de valorização e integração de catadores de material reciclável e reutilizável, buscando, sobretudo, formalizar aqueles que trabalham de maneira informal. Esses são apenas exemplos de incentivo à participação da sociedade civil. Você, a partir dos seus estudos, pode pensar em mais alternativas, considerando a realidade do município onde reside, por exemplo.

Faça valer a pena

1. A concepção de gestão integrada baseia-se no desenvolvimento de formas de tratamento e valorização dos resíduos, buscando minimizar os impactos sobre o meio ambiente e sobre a saúde humana. Dessa forma, o desenvolvimento de um sistema de gestão de resíduos sólidos deve identificar aspectos _____ e _____, começando por uma política baseada em _____, reúso, reciclagem e compostagem, incineração e disposição final em aterros sanitários.

Considerando o texto apresentado, assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas:

- a) Individuais; coletivos; redução do consumo.
- b) Individuais; sociais; redução do consumo.
- c) Econômicos; financeiros; participação.
- d) Coletivos; financeiros; participação.
- e) Econômicos; coletivos; participação.

2. De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos e com a Lei do Saneamento Básico, compete ao município os serviços de limpeza urbana e de gestão dos resíduos, exceto os de natureza industrial.

Considerando os modelos institucionais de gestão dos resíduos, analise as afirmações a seguir.

I – No modelo de concessão, a concessionária assume um serviço de titularidade do Estado, como a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos, por meio de contrato, sem a necessidade de licitação.

II – A PNRS estabelece o incentivo à adoção de consórcios ou de outras formas de cooperação entre os entes federados, com vistas à elevação das escalas de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos.

III – A terceirização caracteriza-se pela prestação de serviços a partir da contratação de empresas privadas, que utilizarão de seus próprios meios (equipamentos e mão de obra) para gerenciar os resíduos sólidos urbanos do município.

Considerando os modelos institucionais de gestão dos resíduos, assinale a alternativa que representa a resposta correta:

- a) Apenas a afirmativa I está correta.
- b) Apenas a afirmativa II está correta.
- c) Apenas as afirmativas II e III estão corretas.

d) Apenas as afirmativas I e III estão corretas.

e) As afirmativas I, II e III estão corretas.

3. Atualmente, existem dois modelos de gestão dos resíduos sólidos, o modelo convencional e o modelo de gestão participativa, que ainda se subdivide em modelo de gestão individual com compartilhamento, modelo de gestão compartilhado e modelo de gestão com compartilhamento na destinação final.

Considerando o contexto apresentado, associe a Coluna 1, em que estão os modelos de gestão, com a Coluna 2, que contém as descrições dos modelos.

Quadro 2.3 | Modelos de gestão de resíduos sólidos e sua descrição

| | |
|---|---|
| I - Modelo de gestão individual com compartilhamento | 1 - São contempladas outras etapas do gerenciamento, como coleta e transporte, além da destinação final. |
| II - Modelo de gestão compartilhado | 2 - Diversos municípios, a partir de consórcios, enviam os seus resíduos para um único aterro sanitário (integrado, em conjunto). |
| III - Modelo de gestão com compartilhamento na destinação final | 3 - O município possui destinação final integrada, ou seja, envia os seus resíduos para outro município. |

Fonte: elaborado pela autora.

Considerando os modelos de gestão e suas características, assinale a alternativa que apresenta a associação correta:

a) I – 1; II – 3; III – 2.

b) I – 2; II – 1; III – 3.

c) I – 1; II – 2; III – 2.

d) I – 3; II – 1; III – 2.

e) I – 3; II – 2; III – 1.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA URBANA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. **Panorama Nacional de Resíduos Sólidos 2015**. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2017.

BRASIL. **Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010**. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2010b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm>. Acesso em: 13 nov. 2017.

_____. **Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995**. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1995. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8987cons.htm>. Acesso em: 29 out. 2017.

_____. **Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005**. Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11107.htm>. Acesso em: 29 out. 2017.

_____. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 22 set. 2017.

_____. **Lei nº 12.305, de 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, 2010a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 26 set. 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P)**. Cartilha Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental. Departamento de Cidadania e Responsabilidade Socioambiental. Brasília – DF, 2009. 5. ed. Revista e atualizada. Disponível em: <http://www.cetem.gov.br/sustentavel/planos/a3p/Cartilha_a3p_36.pdf>. Acesso em: 6 dez. 2017.

_____. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Orientações para elaboração de Plano Simplificado de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PSGIRS**. Brasília – DF, 2013. Disponível em: <<http://www.portalesiduossolidos.com/wp-content/uploads/2014/10/Elaboracao-de-PSGIRS-20000-hab.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2017.

_____. **Projeto de Lei nº 2.289/2015**. Prorroga o prazo para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos de que trata o art. 54 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetratamacao?idProposicao=1555331>>. Acesso em: 28 out. 2017.

ELABORAÇÃO DE PLANOS MUNICIPAIS DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=uAcmUMpzOAw>>. Acesso em: 14 out. 2017.

ESTADO DE SÃO PAULO. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de São José do Rio Preto. Disponível em: <<http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/cpla/2017/05/sao-jose-do-rio-preto.pdf>>. Acesso em: 27 /nov. 2017.

FELISAKI, Fernanda; STOFFEL, Jaime Antônio. A terceirização da coleta do lixo urbano: o caso de Nova Esperança do Sudoeste – PR. CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS. Francisco Beltrão: [s.n.], 2014. Disponível em: <http://cac-php.unioeste.br/eventos/conape/anais/iii_conape/Arquivos/Artigos/Artigoscompletos/CIENCIAECONOMICAS/3.pdf>. Acesso em: 29 out. 2017.

HELLER, Léo; PADUA, Valter Lúcio de. **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006. 859 p.

LIMA, J. D. **Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: ABES. 2001. 267p.

MESQUITA JÚNIOR, José Maria de. **Gestão integrada de resíduos sólidos**. Coordenação de Karin Segala. – Rio de Janeiro: IBAM, 2007. 40p. Disponível em: <http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/01-girs_mdl_1.pdf>. Acesso em: 29 out. 2017.

PHILLIPI JÚNIOR, Arlindo; AGUIAR, Alexandre de Oliveira e. Resíduos Sólidos: características e gerenciamento. In: **Saneamento, Saúde e Ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri, SO: Manole, 2005 (Coleção Ambiental). p. 267-321.

PHILLIPI JÚNIOR, Arlindo; AGUIAR, Alexandre de Oliveira e.; CASTILHOS JÚNIOR, Armando Borges de.; LUZZI, Daniel Angel. Gestão Integrada de resíduos sólidos. In: **Política Nacional, Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. Coleção Ambiental. Barueri-SP: Manole, 2012. p. 230-244.

PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS. **Como calcular a taxa de resíduos sólidos para cidades com até 20.000 habitantes**. Disponível em: <<http://www.portalesiduossolidos.com/como-calcular-taxa-de-residuos-solidos-para-cidades-com-ate-20-000-habitantes/>>. Acesso em: 21 out. 2017.

_____. **Fontes de Financiamento para o setor de resíduos sólidos no Brasil.** Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/fontes-de-financiamento-para-o-setor-de-residuos-solidos-no-brasil/>>. Acesso em: 21 out. 2017.

_____. **Formas de exercício do controle social.** Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/formas-de-exercicio-controle-social/>>. Acesso em: 8 out. 2017.

_____. **Iniciativas para o controle social.** Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/iniciativas-para-controle-social/>>. Acesso em: 8 out. 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JAHU. **Parceria público-privada** – concessão administrativa concorrência nº xxx/2012. Disponível em: <http://www.jau.sp.gov.br/arquivos/limpeza_manejo_residuos_solidos.pdf>. Acesso em: 28 out. 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PIRACICABA. **Realizando o Futuro Agenda 21 de Piracicaba.** Organizador: José Roberto dos Santos Piracicaba-SP: Piracicaba 2010. Disponível em: <<http://www.pira21.org.br/files/agenda-21-2-edicao.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2017.

Resíduos de serviço de saúde, de construção e demolição, resíduos radioativos e industriais

Convite ao estudo

Caro(a) aluno(a), seja bem-vindo!

Um dos grandes problemas da atualidade é a grande geração de resíduos sólidos decorrentes do avanço tecnológico, do aumento populacional e do modo de vida que privilegia a produção de bens de consumo. Essa problemática se agrava ao considerarmos a heterogeneidade dos resíduos, com diferentes níveis de risco, por exemplo, os resíduos de serviços de saúde, os resíduos provenientes da construção civil e de demolição, e os resíduos radioativos e industriais. Neste sentido, estes resíduos representam um desafio complexo e crítico em todo o mundo, pois o acelerado crescimento populacional aumenta a demanda por serviços e, conseqüentemente, a geração destes resíduos. Além disso, muitos desses resíduos são potencialmente prejudiciais para os seres humanos e para o meio ambiente.

Por isso, nesta Unidade 3, para possibilitar a você saber os principais aspectos relacionados aos resíduos de serviços de saúde, de construção e demolição, industriais e radioativos, iremos estudar conteúdos relacionados aos mesmos, no que se refere à geração, aspectos legais, tratamento e disposição final. Para guiar o seu estudo, imagine a seguinte situação: você é recém-contratado de uma consultoria que presta serviços no ramo de gerenciamento de resíduos para três clientes: um hospital de clínicas; uma usina eletronuclear e uma construtora. Estes estabelecimentos possuem o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), mas que precisa passar por revisão.

Você, enquanto profissional da área ambiental, irá prestar consultoria para elaborar uma revisão e adequação dos planos destes estabelecimentos. Para guiar a revisão e a nova proposta do PGRS, no momento você deverá focar nos seguintes itens: informar os aspectos relacionados ao gerenciamento dos resíduos dentro desses estabelecimentos (coleta interna, armazenamento temporário, transporte interno, tratamento e disposição final).

Quais as responsabilidades dos geradores destes resíduos? Como são classificados? Como é realizada a coleta? Onde são armazenados até a coleta? Quais os tratamentos para estes tipos de resíduos? E qual a destinação ambientalmente adequada?

Portanto, você está convidado a participar deste enorme desafio, que é gerenciar de forma sustentável estes resíduos sólidos com características específicas, seja a partir da redução da geração, da correta segregação, coleta, acondicionamento, tratamento e destinação final. Você irá perceber que a sua área de formação é uma arma poderosa e essencial para solucionar problemas relativos à geração e aos impactos ambientais gerados por estes resíduos, melhorando a qualidade de vida de toda a população.

Bons estudos!

Seção 3.1

Resíduos sólidos de serviço de saúde

Diálogo aberto

Prezado(a) aluno(a),

A geração de resíduos de serviços de saúde cresce de forma acelerada, acompanhando o crescimento populacional e a busca por serviços médicos. Apesar de representarem uma pequena parcela do total de resíduos gerados pela sociedade, o gerenciamento incorreto destes resíduos tem risco potencial para a saúde humana e para o meio ambiente.

Neste contexto, retomamos a situação em que você é recém-contratado de uma consultoria que presta serviços no ramo de gerenciamento de resíduos. A primeira etapa consiste na consultoria para um hospital de clínicas, que solicita o seu auxílio, enquanto profissional da área ambiental, para elaborar a revisão do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS). Para completar esse primeiro serviço, você deve contemplar os seguintes pontos: Quais as responsabilidades do hospital enquanto gerador? Quais os tipos (grupos) de resíduos gerados no hospital? Como são classificados? Como pode ser realizada a coleta interna de resíduos nas diferentes clínicas do hospital? Como podem ser armazenados até a coleta externa? Há tratamento interno de algum tipo de resíduo? Qual a destinação ambientalmente adequada para estes resíduos?

Para que você consiga responder a estas e outras perguntas, iremos abordar nesta seção as legislações vigentes acerca dos resíduos de serviços de saúde, o panorama de geração no Brasil, aspectos relacionados ao gerenciamento dos resíduos, desde a segregação até a disposição final, destacando as formas de tratamento e disposição final.

O correto gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde é um grande desafio para todo mundo, sobretudo devido ao aumento na busca por serviços médicos. Dessa forma, trata-se de uma área de atuação profissional promissora, onde irá se buscar por profissionais

capacitados para gerenciar os resíduos de forma correta e capazes de desenvolver tecnologias sustentáveis para o seu tratamento e disposição final. Então, vamos aos estudos? Boa leitura!

Não pode faltar

Caro(a) aluno(a),

Na unidade anterior discutimos temas relevantes da gestão de resíduos sólidos urbanos, como a elaboração do plano municipal, a gestão participativa, o gerenciamento dos serviços de limpeza pública, entre outros. Agora, na Unidade 3 você será apresentado a alguns tipos de resíduos que possuem legislação específica e, por isso, sistema de gerenciamento específico, de responsabilidade do gerador, entre eles os resíduos de serviços de saúde (RSS).

Segundo dados do Panorama Nacional de Resíduos Sólidos (ABRELPE, 2016), em 2016, os municípios brasileiros foram responsáveis pela coleta de 256.238 toneladas de RSS, o equivalente a 1,24 kg por habitante/ano. Este dado representa uma redução na geração de 2015 para 2016 de 1,5%. Contudo, não está inclusa nestes dados a quantidade de RSS dos grandes geradores, cuja coleta, transporte, tratamento e disposição final não são realizados pelo município.

Os municípios realizam a coleta de RSS apenas dos pequenos geradores, como clínicas veterinárias, odontológicas, postos de saúde, entre outros. Cada município estabelece a quantidade máxima de RSS para ser considerado pequeno gerador. Em Uberaba-MG, por exemplo, são considerados grandes geradores aqueles que geram mais de 200 L por dia. Logo, estes são responsáveis por todo o gerenciamento dos seus resíduos e, por isso, não constam na pesquisa da Abrelpe (2016). Os pequenos geradores pagam uma tarifa extra de coleta (estabelecida pelo município) para que os seus RSS sejam coletados pelo município. Contudo, cabe ressaltar que esta coleta é diferenciada da coleta regular (resíduos domésticos) e são destinados para tratamento e, posteriormente, para disposição final, que não o aterro sanitário do município.



Os RSS são de responsabilidade do gerador, desde a geração até disposição final ambientalmente adequada, independentemente da contratação de terceiros para o seu manejo.

Por isso, entre os diferentes tipos de resíduos, destacam-se os RSS como um dos muitos desafios complexos e exigentes enfrentados pela humanidade, pois o acelerado crescimento populacional aumenta a demanda por serviços médicos e, conseqüentemente, a geração de RSS (WINDFELD; BROOKS, 2015). Estes resíduos, de acordo com a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) nº 306, de 07 de dezembro de 2004 (BRASIL, 2004), e com a Resolução do CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005 (BRASIL, 2005), são originários de estabelecimentos que atuam na área da saúde humana e animal.

ARDC nº 306/04 (BRASIL, 2004) classifica os RSS em cinco grupos, Grupo A (infectantes), Grupo B (químicos), Grupo C (radioativos), Grupo D (comuns) e Grupo E (perfuocortantes e escarificantes) e define procedimentos para o manejo desses grupos, enquanto a Resolução CONAMA nº 358/05 (BRASIL, 2005) dispõe sobre o tratamento e disposição final de tais resíduos, de acordo com as características físicas, químicas ou biológicas apresentadas. O grupo A abrange os resíduos que apresentam agentes biológicos e que podem conferir risco de infecção. O grupo A se subdivide em A1, A2, A3, A4 e A5, conforme descrito no Quadro 3.1.

Quadro 3.1 | Subgrupos do Grupo A dos resíduos de serviços de saúde

| Subgrupo | Tipos de resíduos |
|----------|--|
| A1 | Culturas e estoques de microrganismos, descarte de vacinas de microrganismos vivos ou atenuados, entre outros. |
| A2 | Carcaças, peças anatômicas, vísceras de animais submetidos a processos de experimentação com inoculação de microrganismos, entre outros. |
| A3 | Peças anatômicas (membros) do ser humano e produto de fecundação com até 20 semanas, sem sinais vitais. |

| Subgrupo | Tipos de resíduos |
|----------|--|
| A4 | Kits de linhas arteriais, filtros de ar e gases aspirados de área contaminada, sobras de amostras de laboratório e seus recipientes contendo fezes, urina e secreções, entre outros. |
| A5 | Órgãos, tecidos, fluidos orgânicos, materiais perfurocortantes ou escarificantes e demais materiais resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação com príons. |

Fonte: ANVISA (2004, p. 13-14)

De acordo com a RDC nº 306/2004 (BRASIL, 2004), os resíduos do grupo B são aqueles que possuem substâncias que podem ser nocivas à saúde ou ao meio ambiente, considerando suas características de periculosidade, que são a inflamabilidade, a corrosividade, a reatividade e toxicidade. Os resíduos do grupo C são aqueles que contêm radionuclídeos acima dos limites especificados pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEM). Os resíduos do grupo D são os resíduos considerados comuns, que são equiparados aos resíduos domiciliares. E por fim, o grupo E abrange os resíduos perfurocortantes ou escarificantes.

Além disso, as resoluções supracitadas determinam que todos os estabelecimentos prestadores de serviços de saúde, públicos ou privados, são obrigados a implantar e monitorar o seu Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), também estabelecido no Art. 8º como instrumento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010).

Segundo a Anvisa (2006), o PGRSS deve contemplar ações sobre o manejo de resíduos, considerando suas características e riscos, que abrangem aspectos relacionados à geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte e disposição final. Além disso, cabe ressaltar que o PGRSS deve ser único, mesmo nos casos onde o estabelecimento de saúde seja composto por mais de um serviço, com alvarás sanitários diferentes. No caso dos resíduos radioativos, o estabelecimento deve contar com um profissional registrado pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), conforme as normas NE 6.01/1999.

Porém, apesar dos marcos legais, os estabelecimentos de saúde, em caso de dúvida, consideram todo tipo de resíduo como perigoso ou infectante, gerando um teor elevado de mistura, fato que traz como consequência custos elevados e equivocados para o seu gerenciamento. Também se verifica mistura de resíduos do grupo A nas lixeiras do grupo D (Figura 3.1), o que pode contaminar o meio ambiente e expor as pessoas a riscos de contaminação.

Figura 3.1 | Descarte incorreto de resíduos infectantes (Grupo A) em lixeiras comuns (Grupo D)



Fonte: acervo da autora.



Refleta

O descarte incorreto dos RSS expõe os próprios colaboradores a acidentes de trabalho com potencial risco de contaminação, sobretudo de hepatite B e vírus HIV. O que deve ser feito para diminuir o teor de mistura dos resíduos nos estabelecimentos de saúde?

Por isso, o correto gerenciamento dos RSS como um desafio às administrações hospitalares e a necessidade de investimentos em estruturas e capacitação, visando especialmente à redução de quantidades a serem tratadas, enviando ao tratamento somente a fração que realmente necessita. Neste contexto, a segregação é a etapa mais importante do gerenciamento RSS, pois a separação dos resíduos, por grupos e subgrupos de classificação, no momento e local de sua geração, é o ponto de partida para a realização de uma coleta, transporte, tratamento e disposição final mais seguros para o homem e o meio ambiente.

Mas, como descartar/segregar os resíduos de serviços de saúde de maneira correta? Primeiramente, os resíduos devem ser identificados, segundo a RDC nº 306/2004 (BRASIL, 2004), os resíduos tanto na coleta interna quanto na coleta externa, conforme descrito na Figura 3.2.

Figura 3.2 | Identificação dos resíduos de serviços de saúde

| | |
|---|---|
| <p>Grupo A: símbolo de substância infectante, com rótulo de fundo branco, desenho e contornos pretos.</p> |  |
| <p>Grupo B: símbolo de risco associado e com a discriminação de substância química e frases de risco.</p> |  |
| <p>Grupo C: símbolo internacional de presença de radiação ionizante, em rótulos de fundo amarelo e contornos pretos, acrescido da expressão MATERIAL.</p> |  |
| <p>Grupo D: reutilização e reciclagem (código de cores), para os demais utilizar cor preta ou cinza nos recipientes.</p> |  |
| <p>Grupo E: símbolo de substância infectante, com rótulo de fundo branco, desenho e contornos pretos, acrescido da inscrição de RESÍDUO PERFUROCORANTE.</p> |  |

Fonte: adaptada de Brasil (2006, p. 43)

Considerando os padrões de identificação, os resíduos devem ser acondicionados em sacos de material resistente, contidos em recipientes (lixeiras) também de material resistente, com cantos arredondados para facilitar a lavagem, e de forma que não seja necessário o contato manual para o descarte dos resíduos. Logo, os recipientes devem possuir tampa e pedal (Figura 3.3), exceto nas salas de cirurgia e salas de parto, onde os resíduos devem ser recolhidos imediatamente após o término dos procedimentos. Os resíduos químicos sólidos do grupo B podem ser descartados em sacos laranjas devidamente identificados.

Figura 3.3 | Recipientes de resíduos químicos (saco laranja), devidamente identificados, com tampa e pedal



Fonte: acervo da autora.

Já os resíduos perfurocortantes (grupo E) devem ser descartados e acondicionados separadamente, no local de sua geração, em recipiente rígido, estanque, resistente a punctura, ruptura e vazamento, impermeável, com tampa, contendo a simbologia, conforme Figura 3.4. Além disso, os recipientes para o grupo E não devem ficar sob bancadas, mas sim suspensos na parede.

Figura 3.4 | Recipiente para perfurocortantes (grupo E)



Fonte: acervo da autora.

Cabe ressaltar que novos recipientes têm sido desenvolvidos para o acondicionamento dos RSS, sobretudo para os resíduos perfurocortantes (grupo E), que atualmente são de papelão em sua

grande maioria. Porém, já existem recipientes de plástico resistente reutilizável, obedecendo o limite de armazenagem e o padrão de identificação.

Após o descarte em recipientes devidamente identificados, os resíduos são coletados internamente e encaminhados para armazenamento temporário, dentro do próprio estabelecimento, até que sejam recolhidos por empresas prestadoras de serviços terceirizados. É importante frisar que tais empresas devem apresentar a licença ambiental para tratamento ou disposição final dos RSS. A coleta e o transporte interno devem considerar o tipo de RSS a ser coletado, volume gerado, quantidade de funcionários, entre outros fatores. Além disso, a coleta e o transporte devem ser realizados em carros de coleta, com tampa articulada ao próprio corpo do equipamento, cantos e bordas arredondados, para facilitar a lavagem e, devidamente identificados com o tipo de RSS a ser transportado. Outro ponto importante estabelecido pela RDC nº 306/2004 (BRASIL, 2004) é referente ao horário de coleta e transporte interno, que não podem coincidir com o horário de distribuição de refeições e medicamentos, horário de visita ou de maior fluxo de pessoas, evitando assim contaminação cruzada.

Após a coleta e o transporte interno, os resíduos podem ser armazenados temporariamente antes da coleta externa. Porém, os resíduos não podem ser armazenados diretamente sobre o piso, e os sacos devem estar dentro de recipientes e a sala de resíduos deve ter piso e paredes laváveis.

A coleta externa deve encaminhar os resíduos, quando necessário, para tratamento e disposição final.

A Resolução CONAMA nº 358/2005 (BRASIL, 2005) dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde, conforme Quadro 3.2.

Quadro 3.2 | Tratamento de resíduos de serviços de saúde

| Resíduo | Tratamento e disposição final |
|---------|--|
| Grupo A | Desinfecção microbiana (grupo A1 e A2); aterro sanitário licenciado (grupo A1 e A2); sepultamento (Grupo A2 e A3); incineração ou cremação (grupo A3); sem necessidade de tratamento (A4); legislação específica (grupo A5). |

| Resíduo | Tratamento e disposição final |
|---------|---|
| Grupo B | Os resíduos com características de periculosidade, quando não forem submetidos a processo de reutilização, recuperação ou reciclagem, devem ser submetidos a tratamento e disposição final específicos. |
| Grupo C | Exigências definidas pela CNEN. |
| Grupo D | Quando não forem passíveis de processo de reutilização, recuperação ou reciclagem, devem ser encaminhados para aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos. |
| Grupo E | Desinfecção microbiana e descaracterização; aterro sanitário licenciado. |
| Grupo E | Desinfecção microbiana e descaracterização; aterro sanitário licenciado. |

Fonte: adaptado de Brasil (2005, p. 617-619).

Cabe ressaltar que para os resíduos químicos (grupo B), devido à diversidade da composição química, é preciso consultar o tipo de resíduo gerado (fármaco, saneante, etc.) em legislações e documentos específicos. Além disso, os resíduos químicos devem ser dispostos em aterro de resíduos perigosos (Classe I). Os resíduos dos grupos A e E devem receber as possíveis tecnologias de tratamento a desinfecção química e a desinfecção térmica (autoclavagem, incineração e micro-ondas).

A autoclavagem consiste em manter o material contaminado em contato com o vapor de água, dentro da autoclave (Figura 3.5), a uma temperatura e pressão elevadas, durante período de tempo suficiente para destruir potenciais agentes patogênicos ou reduzi-los a um nível que não constitua risco. A incineração consiste na reação química em que os materiais orgânicos combustíveis são gaseificados, num período de tempo prefixado (BRASIL, 2004). Já a utilização de micro-ondas consiste na descontaminação dos resíduos, previamente triturados e umidificados, com emissão de ondas de alta ou de baixa frequência, a uma temperatura elevada (entre 95 e 105°C). Após o processo de tratamento e trituração (descaracterização) os resíduos podem ser encaminhados para aterros sanitários licenciados.

Figura 3.5 | Autoclave



Fonte: acervo da autora.

É importante frisar que foram apresentadas aqui as soluções de forma geral, mas cada etapa de gerenciamento, bem como a escolha pelo tipo de tratamento, deve considerar os aspectos financeiros do hospital, a sua infraestrutura, a mão de obra disponibilizada, entre outros aspectos.



Pesquise mais

Para aprofundar os seus conhecimentos acerca do manejo de resíduos de serviços de saúde, sugiro a leitura do Manual de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). (2006) Manual de gerenciamento de resíduos de serviço de saúde. Brasília, Brasil. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/servicosade/manuais/manual_gerenciamento_residuos.pdf> Acesso em: 10 nov. 2017.

Como você pôde perceber ao longo desta seção, o correto gerenciamento dos RSS é bastante complexo e desafiador, devido à diversidade dos resíduos gerados, bem como de sua complexidade. Por isso, é de extrema importância que os estabelecimentos elaborem com responsabilidade o PGRSS e capacitem os seus colaboradores, a fim de que os resíduos sejam devidamente segregados, garantindo assim o sucesso no restante das etapas de gerenciamento. Dessa forma, chegamos ao final do nosso estudo sobre os RSS, mas espero que você tenha se sentido motivado a aprofundar os seus conhecimentos acerca dessa temática. Lembre-se de que o correto gerenciamento dos RSS garante a sustentabilidade ambiental, social

e financeira dos estabelecimentos de saúde, além de promover a saúde pública. Até breve!

Sem medo de errar

Dentre os resíduos sólidos, destacam-se os resíduos de serviços de saúde, devido ao seu potencial de risco à saúde humana e ao meio ambiente. A correta segregação destes resíduos, sobretudo na fonte geradora é, sem dúvida, a única maneira de garantir o correto gerenciamento nas etapas seguintes, especialmente no que se refere ao tratamento e à disposição final.

Agora, vamos aplicar os conteúdos estudados, aplicando-os no desafio desta seção?

Você é recém-contratado de uma consultoria e irá auxiliar um hospital no processo de revisão do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), a fim de propor, caso necessário, possíveis adequações. Para guiar a revisão e a nova proposta do PGRSS, você deve verificar, primeiramente, os aspectos legais relacionados ao gerenciamento dos resíduos dentro destes estabelecimentos (coleta interna, armazenamento temporário, transporte interno, tratamento e disposição final). Sua análise deve se basear nos seguintes questionamentos:

Quais as responsabilidades do hospital enquanto gerador? Quais os tipos de resíduos gerados no hospital? Como são classificados? Como pode ser realizada a coleta interna de resíduos nas diferentes clínicas do hospital? Como podem ser armazenados até a coleta externa? Há tratamento interno de algum tipo de resíduo? Qual a destinação ambientalmente adequada para estes resíduos?

O gerenciamento dos RSS é de responsabilidade dos geradores, sendo que se considera grande gerador pelas leis municipais (como neste caso), e este é responsável por contratar serviços de coleta, transporte, tratamento e disposição final. Além disso, conforme estabelecido no Art. 20 da PNRS, os estabelecimentos geradores de resíduos de serviços de saúde estão sujeitos à elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos. A RDC nº 306/04 classifica os RSS gerados nos estabelecimentos de saúde em cinco grupos, Grupo A (infectantes), Grupo B (químicos), Grupo C (radioativos), Grupo D (comuns) e Grupo E (perfurocortantes e escarificantes). A

coleta interna ou transporte interno dos resíduos deve ser realizada a partir de um roteiro previamente definido em horários que não coincidam com a distribuição de roupas, alimentos e medicamentos, períodos de visita ou de maior fluxo de pessoas ou de atividades. Além disso, deve ser feita separadamente, de acordo com o grupo de resíduos e em recipientes específicos a cada grupo de resíduos.

Segundo a RDC nº 306/04, o tratamento dos resíduos pode ser realizado no próprio estabelecimento gerador ou em outro local, desde que as normas de segurança sejam seguidas pela empresa responsável pela coleta e transporte até o local do tratamento. Além disso, os sistemas para tratamento de RSS devem ser objeto de licenciamento ambiental, de acordo com a Resolução CONAMA nº 237/97 e são passíveis de fiscalização e de controle pelos órgãos de vigilância sanitária e de meio ambiente. Logo, no caso desta situação, você pode considerar que o tratamento não é realizado pelo hospital. Cabe ressaltar, porém, que os resíduos do grupo A e, os resíduos do grupo E que estiverem contaminados, devem passar por tratamento de desinfecção, seja ela química ou térmica (autoclavagem, micro-ondas, incineração).

Estas tecnologias permitem que resíduos de serviços de saúde sejam encaminhados, após o tratamento, para o circuito normal de resíduos sólidos urbanos (RSU), desde que descaracterizados, sem qualquer risco para a saúde pública. Os resíduos do grupo E, após desinfecção, devem ser triturados, a fim de serem descaracterizados, para posterior destinação para aterros sanitários licenciados. O tratamento estabelecido aos rejeitos do Grupo C (radioativos) é o armazenamento, em condições adequadas, para o decaimento do elemento radioativo, obedecendo as diretrizes estabelecidas na norma NE-3.01 da CNEN. Os resíduos sólidos do grupo D (comuns) podem ser encaminhados para o processo de reciclagem ou compostagem, ou encaminhados para aterro sanitário e, os resíduos líquidos do grupo D, devem ser tratados antes do lançamento no corpo receptor. Por fim, o estabelecimento do tipo de tratamento para os resíduos do grupo B (químicos) deve considerar o tipo de resíduo químico, suas características e periculosidade. Desse modo, é preciso conhecer de forma específica quais os tipos gerados, em particular, para propor tratamento, que pode ser o reaproveitamento, a reutilização, a reciclagem.

É importante frisar que foram apresentadas aqui as soluções de forma geral, mas cada etapa de gerenciamento, bem como a escolha pelo tipo de tratamento, deve considerar os aspectos financeiros do hospital, a sua infraestrutura, a mão de obra disponibilizada, entre outros aspectos. Por isso, é importante que você esteja ciente das possibilidades para o setor, seguindo as legislações vigentes. Além disso, é importante que você analise o plano de uma forma mais ampla e aprofundada, considerando todas as etapas do gerenciamento dos RSS. Bons estudos!

Avançando na prática

Gerenciando os resíduos de serviços de saúde fora do hospital

Descrição da situação-problema

Um dos grandes problemas da atualidade é a grande geração de resíduos sólidos decorrentes do avanço tecnológico e do aumento populacional. Essa problemática se agrava ao considerarmos a heterogeneidade dos resíduos, como os resíduos de serviços de saúde. Neste contexto, imagine que você é responsável pela Gerência de Resíduos de um hospital de alta complexidade, e deverá contratar uma empresa para realizar a coleta, o tratamento e a disposição final dos resíduos do grupo A. Qual o tipo de tratamento que a empresa deve oferecer para os resíduos do grupo A para que você a contrate? É necessário pré-tratamento no interior do hospital para os resíduos do grupo A? Após o encaminhamento para tratamento, o hospital tem alguma responsabilidade pelos resíduos? Quais os aspectos legais e normativos que a empresa deve seguir para que você a contrate?

Resolução da situação-problema

Para o tratamento dos resíduos do grupo A a empresa deve oferecer serviço de desinfecção química ou térmica, tais como autoclavagem, micro-ondas ou incineração. Após a desinfecção, estes resíduos podem ser encaminhados para aterros sanitários, por se equipararem aos resíduos domiciliares. O pré-tratamento dentro do estabelecimento gerador não é obrigatório, logo o hospital pode optar por contratar empresa especializada em RSS. Porém, a responsabilidade, mesmo após o encaminhamento para

estas empresas, também é do gerador (hospital), conforme Art. 3º da Resolução CONAMA 358/2005 (BRASIL, 2005). Por isso, as empresas que oferecem serviços de coleta, transporte, tratamento e disposição final de RSS são objeto de licenciamento ambiental, de acordo com a Resolução CONAMA nº 237/97 e são passíveis de fiscalização e de controle pelos órgãos de vigilância sanitária e de meio ambiente. Por isso, o hospital, ao contratar uma empresa para gerenciar os seus resíduos fora do hospital até a disposição final, deve estar atento se a mesma atende a todas as normas de segurança e controle da ANVISA e demais órgãos ambientais, tanto na esfera federal, estadual e municipal.

Faça valer a pena

1. Os resíduos de serviços de saúde seguem legislação específica, que estabelece a classificação e os aspectos relacionados ao seu manejo e gerenciamento. Segundo a RDC 306/04, todo gerador deve elaborar um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde - PGRSS, baseado nas características dos resíduos gerados e na classificação.

Considerando o contexto apresentado, analise as afirmativas a seguir:

I – O plano deve conter informações sobre a geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final.

II – Não fazem parte do conteúdo a ser contemplado no plano as ações de proteção à saúde pública e ao meio ambiente.

III - As ações referentes aos processos de prevenção de saúde do trabalhador e as ações a serem adotadas em situações de emergência e acidentes não fazem parte do plano.

Com base na RDC nº 306/2004, assinale a alternativa que contém a resposta correta.

- a) Apenas a assertiva I está correta.
- b) Apenas a assertiva III está correta.
- c) Apenas as assertivas I e III estão corretas.
- d) Apenas as assertivas II e III estão corretas.
- e) Todas as assertivas estão corretas.

2. Um dos grandes desafios dos hospitais brasileiros refere-se às ações relativas ao correto gerenciamento dos resíduos gerados em seus estabelecimentos, sobretudo na identificação e segregação. Neste contexto, associe a Coluna 1, classificação dos RSS, com a Coluna 2, tipos de resíduos.

| Coluna 1 | Coluna 2 |
|---------------|---------------------------------------|
| I - Grupo A | 1 – Perfurocortantes e escarificantes |
| II – Grupo B | 2 – Radioativos |
| III – Grupo C | 3 – Infectante |
| IV – Grupo D | 4 – Químicos |
| V – Grupo E | 5 – Comum |

Fonte: O autor (2017)

Considerando a classificação dos resíduos de serviços de saúde, assinale a alternativa que representa a associação correta entre as colunas.

- a) I – 3; II – 5; III – 4; IV – 2; V – 1. d) I – 1; II – 5; III – 4; IV – 2; V – 3.
b) I – 3; II – 4; III – 2; IV – 5; V – 1. e) I – 5; II – 2; III – 4; IV – 3; V – 1.
c) I – 4; II – 3; III – 2; IV – 5; V – 1.

3. A Resolução CONAMA nº 358/2005 dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde. Neste contexto, analise as assertivas a seguir:

I - Cabe aos geradores de resíduos de serviços de saúde e ao responsável legal o gerenciamento dos resíduos desde a geração até a disposição final, mesmo que realizados por terceiros.

II - Os sistemas de tratamento e disposição final de resíduos de serviços de saúde não são passíveis de licenciamento ambiental pelo órgão ambiental competente para fins de funcionamento.

III – Os geradores são obrigados a segregarem os resíduos dentro dos seus estabelecimentos e no momento da geração, de acordo com suas características.

Diante das assertivas de I até III, assinale a alternativa que apresenta a resposta correta.

- a) Apenas a assertiva I está correta.
b) Apenas a assertiva II está correta.
c) Apenas as assertivas I e III estão corretas.
d) Apenas as assertivas II e III estão corretas.
e) Todas as assertivas estão corretas.

Seção 3.2

Resíduos sólidos de serviço de construção e demolição

Diálogo aberto

Olá, aluno(a), seja bem-vindo!

Na seção anterior discutimos sobre os resíduos de serviços de saúde, cujo gerenciamento adequado é um grande desafio para as administrações hospitalares e estabelecimentos de saúde, de uma forma geral. Porém, outro tipo de resíduo também merece destaque, os resíduos de construção e demolição.

A construção civil é uma das principais atividades de desenvolvimento econômico e social de um país. Porém, também é considerada um dos setores que mais impactam o meio ambiente, devido à quantidade de resíduos gerados, muitas vezes dispostos em locais inadequados. Em um rápido passeio pela cidade, não será muito difícil notar a presença destes resíduos, oriundos principalmente de perdas e desperdícios.

Diante do exposto, vamos relembrar o contexto de aprendizagem desta unidade: você é recém-contratado de uma consultoria que presta serviços no ramo de gerenciamento de resíduos. Você já prestou consultoria sobre o gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde de um hospital e, agora, o seu novo cliente é uma construtora, para a qual você irá prestar consultoria para revisão e adequação do PGRS. Imagine então que, em uma visita ao local, você identificou um grande desperdício de materiais, incluindo perdas no transporte do canteiro de obras para o local da obra. Por isso, identificou também uma grande quantidade de resíduos. Para guiar a revisão, você deverá focar nos seguintes questionamentos: Quais as responsabilidades da construtora enquanto geradora? Quais os tipos de resíduos gerados na construção? Como são classificados? Como é realizada a coleta interna de resíduos em um empreendimento? Onde são armazenados até a coleta externa? Há tratamento interno de algum tipo de resíduo? Qual a destinação ambientalmente adequada para estes resíduos?

Para que você consiga responder a estes e outros questionamentos referente aos resíduos de construção e demolição, iremos estudar nesta seção o panorama de geração destes resíduos no Brasil, as legislações e normas vigentes, as tecnologias de tratamento, destinação e disposição final.

A construção civil é um setor de grande relevância para o desenvolvimento de uma nação e, dessa forma, o correto gerenciamento dos resíduos é um grande desafio, além de ser uma importante área de atuação profissional. Vamos aos estudos? Boa leitura!

Não pode faltar

Prezado(a) aluno(a),

O setor de construção civil é a atividade mais significativa para os engenheiros civis e para os profissionais associados ao setor, tais como arquitetos, construtores, projetistas, entre outros, além de ser considerado o termômetro da economia de um país. Observamos facilmente ao nosso redor alguma atividade deste setor, alguma construção, alguma reforma, demolição ou construção, seja em escolas, locais de trabalho ou de lazer, obras de infraestrutura na cidade, ou até mesmo em nossas casas. Porém, associada a estas atividades está uma grande geração de resíduos, os resíduos da construção civil (RCC) ou resíduos de construção e demolição (RCD), que é o tema desta seção.

Você já deve ter notado que boa parte dos materiais que entram na obra acaba saindo na forma de resíduos, seja na forma de brita e areia, mistura de cacos cerâmicos, de tijolos, pedaços de argamassa, entre outros materiais, que juntos formam o que a população chama de entulho. Há menções de que em uma obra há 30% de perdas (BARROS, 2012). Porém, é possível, a partir do reaproveitamento destes materiais, obter materiais de construção mais baratos e de boa qualidade, diminuindo os impactos ao meio ambiente decorrentes da extração de recursos naturais e da disposição inadequada dos resíduos (Figura 3.6).

Figura 3.6 | Resíduos de construção e demolição abandonados em local inadequado



Fonte: <<https://pixabay.com/pt/decad%C3%Aancia-terreno-baldio-f%C3%A1brica-1724688/>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

Segundo o Panorama Nacional de Resíduos Sólidos (ABRELPE, 2016), em 2016, foram coletados cerca de 45,1 milhões de toneladas de RCD, cerca de 0,08% menor do que em 2015. O mesmo levantamento da ABRELPE (2016) mostra um índice per capita de geração de RCC de 0,600 kg/hab/dia para o país. Porém, há disparidade de geração ao considerarmos as regiões do Brasil, por exemplo, o índice per capita para região Norte, em 2016, foi de 0,266 kg/hab/dia, ao passo que na região Sudeste o índice foi de 0,741, maior que a média brasileira.



Assimile

A diferença de geração de RCD por região está relacionada à maior concentração de pessoas, de renda e de investimentos, principalmente na região Sudeste, o que impulsiona o setor da construção civil e, conseqüentemente, uma maior geração de resíduos.

Contudo, vale ressaltar que a quantidade de RCD pode ser ainda maior, visto que os municípios coletam apenas os resíduos lançados ou abandonados em logradouros públicos, ou seja, em locais inadequados. Além disso, uma parte destes resíduos sequer é conhecida, devido às más práticas da população, que os descarta sem qualquer controle, e à falta de registros, mesmo imprecisos e com baixa confiabilidade. De maneira geral, os municípios brasileiros enfrentam dificuldades relacionadas à grande quantidade (volume

ou massa) de RCD produzidos associados à escassez de terrenos adequados, favorecendo assim, o aparecimento de depósitos clandestinos. Além disso, cabe ressaltar que há a necessidade de áreas menores para pontos de entrega voluntária (PEV's), a fim de receber pequenos volumes, armazená-los temporariamente, para encaminhá-los para reciclagem ou para disposição final adequada.

Dentro deste contexto, o Estatuto das Cidades (Lei nº 10.257/2001), exige que os municípios adotem políticas setoriais articuladas com os seus Planos Diretores, acerca da gestão dos resíduos, dentre eles os RCD (BRASIL, 2001). Nesta mesma linha, a Resolução CONAMA nº 307/2002 estabeleceu diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil (BRASIL, 2002).

Segundo a Resolução CONAMA nº 307/2002, alterada pelas Resoluções CONAMA nº 348/2004, nº 431/2011 e nº 469/2015, todos os municípios e Distrito Federal são obrigados a implantar o Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil (PIGRCC) e, os grandes geradores (pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos definidos na Resolução CONAMA nº 307/2002) devem elaborar e implementar o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC). Além disso, determinou que os geradores devem adotar medidas que minimizem a produção destes resíduos, promovam a sua reciclagem ou reutilização e, quando estas forem inviáveis, que eles sejam reservados de forma segregada para posterior utilização ou disposição final ambientalmente adequada (aterro sanitário licenciado, exceto o aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos) (BRASIL, 2005).

Quadro 3.3 | Classificação dos RCD segundo Art. 3º da Resolução CONAMA nº 307/2002, alteradas pelas Resoluções CONAMA nº 469/2015, nº 431/2011 e nº 348/2004

| Classe | Características |
|----------|---|
| Classe A | Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras. |
| Classe B | Resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso (Redação dada pela Resolução nº 469/2015). |
| Classe C | Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação (Redação dada pela Resolução nº 431/11). |
| Classe D | resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde (Redação dada pela Resolução nº 348/04). |

Fonte: adaptado de Brasil (2002; 2004; 2011)

Porém, é importante frisar que, no mês de novembro de 2017, o Supremo Tribunal Federal (STF) proibiu, no país inteiro, o uso do amianto crisotila.

Além da classificação descrita, os RCD são classificados como resíduos sólidos Classe IIB (resíduos inertes) pela NBR 10.004/2004 (ABNT, 2004a), que estudamos na Unidade 1. Conforme o Art. 10 da Resolução CONAMA nº 307/2002, a destinação e disposição destes resíduos é feita de acordo com a sua classificação e obedecem a normas técnicas específicas (BRASIL, 2002). Os resíduos que são

Classe A e B devem ser reutilizados ou reciclados ou, encaminhados para aterros específicos, onde serão armazenados para usos futuros. Já os resíduos classificados como C e D devem seguir as normas técnicas específicas de armazenamento, transporte e disposição.

O uso dos agregados reciclados de resíduos sólidos provenientes da construção civil deve seguir as normas técnicas NBR 15.115/2004 (ABNT, 2004b) e NBR 15116/2004 (ABNT, 2004c), que estabelece procedimentos para execução de camadas de pavimentação utilizando agregados reciclados e, que estabelece requisitos para utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural, respectivamente. Segundo o item 5.1 da ABNT NBR 15.116/2004 (ABNT 2004c), o agregado de resíduo de concreto (ARC) é obtido do beneficiamento de resíduos de classe A composto na sua função graúda com menos de 90% em massa de fragmentos à base de cimento Portland e rochas e, deve atender aos requisitos das aplicações específicas.



Exemplificando

Nos vídeos disponíveis nos links a seguir você encontrará exemplos interessantes sobre a reciclagem de RCD. Não deixe de assistir.

ECOSÓLIDOS - gerenciamento e reciclagem de resíduos sólidos da construção civil. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Kn7OrCmUrG4>> Acesso em: 18 nov. 2017.

VANTAGENS da reciclagem de entulhos começam a chamar atenção de empresários. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=1H2UN9Dif7I>>. Acesso em: 18 nov. 2017.

Os materiais reaproveitados dos RCD, de modo geral, são reutilizados por consumidores grandes de materiais de construção, como a prefeitura e empresas de obras públicas, mas também podem ser reaproveitados por construtoras dentro da própria obra. Vale frisar que para garantir a qualidade do material reciclado é preciso atender aos requisitos estabelecidos pelas normas citadas anteriormente, além do monitoramento dos processos de reciclagem.

Dentre as principais aplicações dos materiais estão: (1) material para reforço de sub-base e tratamento primário de vias, (2) agregados para obras em geral, agregados para produção de tubos, meios-fios, sarjetas, bocas de lobo, alvenarias, etc., (3) blocos, tijolos e material

de argamassa e, (4) utilização de madeira, plástico, papel, pneus em aterros para garantia de estabilidade de maciço (BARROS, 2012).

Contudo, o gerenciamento de RCD é caro, principalmente se considerarmos que as áreas adequadas à disposição ficam distantes, tornando a logística da utilização de reciclados mais complexa. Por isso, o ideal é a reciclagem do entulho nos próprios canteiros de obras, uma vez que para isso basta um moinho triturador e um triturador do tipo betoneira (Figura 3.7) para realizar o processo de moagem/britagem.

Figura 3.7 | Triturador do tipo betoneira



Fonte: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/92/Betoneira_Brasil.JPG>. Acesso em: 19 nov. 2017.

A reciclagem no canteiro de obras permite um número menor de compras de materiais virgens, menor necessidade de transporte e disposição final de resíduos, além de diminuir gastos com caçambas e sua posterior remoção, e aumentar a durabilidade de certos materiais, como a adição de escória de alto-forno e pozolanas de cimento. Porém, o processo de reciclagem deve seguir as seguintes etapas: (1) seleção preliminar em função da composição e proporção dos resíduos, (2) limpeza para retirada de materiais inconvenientes, como madeira, plástico e outros, que também poderão ser reciclados, (3) moagem/britagem, que é o processo dos agregados segundo a granulometria desejada, (4) classificação granulométrica, que consiste no peneiramento para separação dos materiais em função do tamanho das partículas.

Além disso, é importante salientar que antes de estabelecer processo de reciclagem dos RCD é importante tomar medidas

dentro da própria obra, que visem reduzir a geração dos resíduos. Dentre as medidas pode-se citar: (1) separação dos resíduos segundo a classificação da Resolução CONAMA nº 307/2004 e suas alterações (BRASIL, 2004) a fim de facilitar a sua utilização futura; (2) a área de armazenamento dos materiais e dos resíduos deve ser ampla, coberta e cimentada, a fim de garantir a sua conservação, evitando desperdícios; (3) deve-se estruturar a localização do canteiro de obras, evitando menos viagens com materiais e, assim, evitando desperdícios e perdas; (4) separar itens novos de resíduos passíveis de reciclagem e resíduos que irão para o aterro; (5) realizar a coleta dos resíduos logo após a sua geração, evitando acumulação e permitindo melhor organização do espaço, diminuindo riscos de acidente; (6) centralizar o armazenamento de resíduos em um único espaço (galpão), minimizando o número de deslocamentos, entre outras medidas.



Pesquise mais

Enquanto profissional, você poderá propor outras medidas de redução de resíduos, considerando as particularidades de cada obra. Reis et al. (2017) apresentaram algumas medidas em seu trabalho considerando um estudo de caso. Para conhecer o estudo e as medidas que foram propostas sugiro a leitura do artigo a seguir:

REIS, Augusto da Cunha; OLIVEIRA, Renata Pereira; FERREIRA, Bernardo Reis Correia; ESPINHEIRA, Livia Letrré; SILVA, Paula Mendes Corado da. Proposta de melhoria na gestão de resíduos em uma empresa de construção civil. Revista Fatec Zona Sul, Suzano, v. 3, n. 3, p. 46-65, abr. 2017. Disponível em: <<http://www.revistarefas.com.br/index.php/RevFATECZS/article/view/91>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

Retornando à questão da disposição inadequada de RCD, podemos citar inúmeros tipos de impacto, tais como: impacto visual, assoreamento dos corpos d'água, sobrecarga dos serviços de limpeza pública, esgotamento dos aterros regulares e licenciados, além de criar um ambiente propício à proliferação de vetores, colocando em risco a integridade física da população, como roedores, animais peçonhentos e insetos (BARROS, 2012).

Por isso fica evidente a necessidade e a importância tanto da destinação adequada (reutilização e reciclagem) quanto da disposição final. No Brasil, a NBR 15113/2004 (ABNT, 2004d) traz

diretrizes para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes. De acordo com esta norma, a localização do aterro deve atender à legislação municipal de uso e ocupação do solo, em área em que seja possível minimizar os impactos e que a aceitação da população seja maximizada. Além disso, a referida norma traz em seu item 5.7 aspectos relacionados à proteção das águas subterrâneas e superficiais, considerando padrões de proteção, levando em conta a concentração do constituinte, os usos atuais e futuros do aquífero, o acesso de águas precipitadas no aterro e o carreamento de material sólido para fora da área do aterro.



Pesquise mais

Para saber mais sobre as diretrizes da NBR 15.113/2004 não deixe de acessá-la.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas. 2004d. Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. NBR-15.113. Rio de Janeiro: ABNT 16p. Disponível em: <<http://www.portofeliz.sp.gov.br/cmsBusiness/upload/translin/d14960a320b8433ebaf8a27bce9d4903.pdf>> Acesso em: 19 nov. 2017.

Porém, a migração de uma situação de impactos, decorrente da disposição inadequada de RCD para um sistema de gestão sustentável destes resíduos é um processo complexo e de longo prazo. Neste contexto, a implantação de Áreas Públicas de Transbordo e Triagem (ATT's) torna-se necessária, como solução temporária. Essas áreas seguem as diretrizes da NBR 15.112/2004 (ABNT 2004e).

Segundo esta norma técnica, as ATT's devem possuir portão e cercamento, anteparo para proteção quanto aos aspectos de vizinhança, deve ser identificada na entrada, além de possuir equipamentos de proteção ambiental, tais como controle de emissão de poeira, proteção do solo, entre outros. Além disso, a referida norma permite o controle de recebimento de resíduos, por meio do Controle de Transporte de Resíduos (CTR), onde constam a origem, a quantidade e a qualidade dos resíduos.

Estas áreas também podem ser de origem privada. Neste caso, a operação destas áreas é responsabilidade dos agentes privados,

assim como a coleta e o transporte dos resíduos até a ATT. Contudo, as áreas privadas podem estabelecer parcerias com entes públicos, legitimadas por convênios com instituições representativas de geradores e transportadores (BRASIL, 2010). Porém, cabe ressaltar que, no caso da existência de áreas privadas de transbordo e triagem, é imprescindível que a administração pública municipal apure os custos decorrentes do manejo correto dos resíduos, a fim de transferi-los para os geradores e transportadores.

Como você pôde perceber, ao longo da leitura desta seção, o setor da construção civil tem grande potencial para reaproveitamento e reciclagem de seus resíduos, porém, ainda há um longo caminho a ser percorrido quando se trata de áreas adequadas para o seu armazenamento temporário para futura utilização e para disposição final. Logo, fica evidente a necessidade de profissionais para atuarem tanto na administração pública, auxiliando na elaboração e na implantação dos sistemas de gerenciamento dos resíduos de construção e demolição, quanto para atuar nas usinas de reciclagem e junto às construtoras. Por isso, espero que você tenha se sentido motivado a aprofundar os seus conhecimentos sobre o assunto, a partir das leituras indicadas, bem como das normas técnicas vigentes para o setor.

Até breve!

Sem medo de errar

A discussão sobre problemática dos resíduos da construção civil vem ganhando espaço, sobretudo devido à Resolução CONAMA nº 307/2002 (BRASIL, 2002), uma vez que a mesma estabelece responsabilidades e competências para os geradores, transportadores e gestores municipais quanto ao gerenciamento destes resíduos. Neste contexto, o desafio desta seção colocou você como consultor ambiental de um PGRS de uma construtora. Na consultoria você deveria apresentar: Quais as responsabilidades da construtora enquanto geradora? Quais os tipos de resíduos gerados na construção? Como são classificados? Como é realizada a coleta interna de resíduos em um empreendimento? Onde são armazenados até a coleta externa? Há tratamento interno de algum tipo de resíduo? Qual a destinação ambientalmente adequada para estes resíduos?

Conforme estabelecido na Resolução CONAMA nº 307/2002 e suas alterações, dadas pelas Resoluções CONAMA nº 469/2015, nº 431/2011 e nº 348/2004, a construtora, enquanto geradora, seja ela pública ou privada, pessoa física ou jurídica, é responsável pelos resíduos gerados.

Na construção podem ser gerados os quatro tipos de resíduos classificados na supracitada resolução, que são: Classe A – resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados (reparos, terraplanagem); Classe B – resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso; Classe C – resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação; e Classe D - resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

No caso dos RCD, a construtora é responsável, caso ela mesma não realize o serviço, por contratar empresa terceirizada para coleta e disposição final dos RCD, lembrando que a disposição deve ser realizada em aterro sanitário devidamente licenciado, não sendo permitida a disposição em aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos. Porém, no caso de pequenos geradores, conforme consta no Art. 6º da Resolução CONAMA nº 307/2002, o município deve, a partir do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, “promover o cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em conformidade com o porte da área urbana municipal”.

Os resíduos de construção e demolição, de classe A e classe B podem ser reutilizados ou reciclados, sendo que os resíduos de classe A podem ser reciclados para serem utilizados como agregados, conforme consta na ABNT NBR 15.116/2004. Vale ressaltar que os resíduos da construção civil não podem ser dispostos em aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Conforme Art. 10 da Resolução Conama 307/2002, a destinação e

disposição destes resíduos é feita de acordo com a sua classificação e obedecem a normas técnicas específicas. Os resíduos Classe A e B devem ser reutilizados ou reciclados ou, encaminhados para aterros específicos, onde serão armazenados para usos futuros. Já os resíduos classe C e D devem seguir normas técnicas específicas de armazenamento, transporte e destinação.

Lembre-se de que você está revisando o PGRS da construtora e, caso haja a necessidade, estabeleça novas alternativas e diretrizes para que o seu cliente atenda a todas as legislações e normas vigentes para o setor. Além disso, você também pode propor medidas de gerenciamento visando reduzir os resíduos gerados nas obras, tais como, gerenciamento de estoque de materiais, conscientização dos colaboradores sobre perdas e desperdícios, aproveitamento e reutilização de materiais, entre outras. A sustentabilidade não deve ser pautada apenas no meio ambiente, lembre-se do tripé que deve ser baseado nos resultados de uma organização medidos em termos sociais, ambientais e econômicos.

Avançando na prática

Reciclagem de resíduos de construção e demolição

Descrição da situação-problema

É notório que o setor da construção civil acompanha o crescimento econômico de um país, sendo, inclusive, responsável por uma parte do Produto Interno Bruto (PIB). Porém, o setor também é responsável pela geração de uma grande quantidade de resíduos. Neste contexto, imagine a seguinte situação: você acaba de ser contratado, como profissional da área ambiental de uma grande construtora, responsável pela construção de 500 casas populares na sua cidade. A construtora solicita que você apresente soluções para os resíduos de construção gerados no empreendimento, desde a fase de terraplanagem até a fase de entrega das casas. Quais os resíduos de construção, e sua classificação, são gerados neste empreendimento? Quais as alternativas e/ou soluções para diminuir a geração de RCD na obra? Quais resíduos podem ser utilizados como agregados?

Resolução da situação-problema

Os RCD gerados na construção de 500 casas envolvem basicamente todos os resíduos classificados no Art. 3º da Resolução CONAMA nº 307/2002 e suas alterações, dadas pelas Resoluções CONAMA nº 469/2015, nº 431/2011 e nº 348/2002, que são: Classe A – resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados (reparos, terraplanagem); Classe B – resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso; Classe C – resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação; e Classe D - resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. Porém, é importante frisar que, no mês de novembro de 2017, o Supremo Tribunal Federal (STF) proibiu, em todo o país, o uso do amianto crisotila.

Enquanto profissional da área ambiental, você pode sugerir a utilização de agregados reciclados, a partir dos resíduos de Classe A gerados na própria obra, para aplicação em compostos cimentícios e pavimentação. É importante sugerir que o tempo de estocagem dos materiais seja reduzido, evitando perdas e desperdícios. Além disso, é importante sugerir que seja realizado um bom layout do canteiro de obras, buscando diminuir a distância percorrida pelos colaboradores, diminuindo perdas acidentais, entre outras alternativas.

Faça valer a pena

1. Dentre os setores industriais, o da construção civil é um dos que mais consome recursos naturais e energia. Além disso, também é responsável pela geração de grandes quantidades de resíduos. Neste contexto, a Resolução CONAMA nº 307/2002 e suas alterações, dadas pelas Resoluções CONAMA nº 469/2015, nº 431/2011 e nº 348/2002, estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

Considerando o contexto apresentado, analise as assertivas a seguir:

I – Os resíduos da construção civil são divididos em cinco grupos: A, B, C, D e E.

II – Plásticos, vidros e metais gerados na construção civil são classificados no grupo A.

III – Resíduos perigosos não podem ser encaminhados para reciclagem.

IV – Não existem tecnologias economicamente viáveis para a reciclagem de produtos oriundos do gesso.

Considerando a norma vigente, assinale a alternativa que apresenta a resposta correta.

- a) Apenas a assertiva I está correta.
- b) Apenas as assertivas I e II estão corretas.
- c) Apenas as assertivas II e III estão corretas.
- d) Apenas a assertiva III está correta.
- e) As assertivas I, II, III e IV estão corretas.

2. A geração de resíduos de construção e demolição é crescente e acompanha o crescimento da economia. Porém, trata-se de um setor que utiliza muita energia e recursos naturais, além de gerar muitos resíduos, sobretudo volumosos. Diante da necessidade de estabelecer diretrizes e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, foi instituída, em 2002, a Resolução CONAMA nº 307/2002.

Considerando o contexto apresentado, assinale a alternativa correta sobre a responsabilidade do gerador de resíduos da construção civil.

- a) Os geradores de resíduos da construção civil não são responsáveis pelos resíduos das atividades de terraplanagem.
- b) As pessoas físicas não são consideradas geradoras de resíduos da construção civil, logo a responsabilidade é do poder público municipal.
- c) As pessoas físicas podem dispor os resíduos da construção civil em aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos.

d) As pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, são responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem resíduos da construção civil.

e) Os transportadores de resíduos da construção civil não possuem responsabilidade sobre os resíduos coletados e transportados.

3. A NBR 15.116/2004 dispõe sobre agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil, utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural e outros requisitos. Considerando o contexto apresentado, preencha as lacunas do texto a seguir.

O agregado de resíduo de concreto (ARC) é obtido do beneficiamento de resíduos de _____ composto na sua função graúda com _____ em massa de fragmentos à base de cimento Portland e _____.

Considerando o contexto apresentado, a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto é:

- a) Classe A; menos de 90%; rochas.
- b) Classe B; mais de 90%; rochas.
- c) Classe A; mais de 90%; argamassa.
- d) Classe C; menos de 90%; argamassa.
- e) Classe B; menos de 90%; rochas.

Seção 3.3

Resíduos radioativos e resíduos industriais

Diálogo aberto

Caro(a) aluno(a), discutimos nas seções anteriores desta unidade sobre a geração de resíduos sólidos que possuem legislação específica, como os resíduos de construção e demolição. Agora, na Seção 3, vamos abordar sobre os resíduos industriais e radioativos. As diversas áreas de ciência têm tido um rápido desenvolvimento em todo o mundo, destacando-se a área da energia nuclear. Paralelamente a isto, crescem também o setor produtivo e as indústrias. Porém, o crescimento vem acompanhado de um grande problema ambiental da sociedade moderna, a geração de resíduos sólidos.

Neste contexto, imagine a seguinte situação: você é recém-contratado de uma consultoria que presta serviços no ramo de gerenciamento de resíduos. Um dos seus clientes é uma indústria nuclear, que possui o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), mas que precisa passar por revisão, conforme estabelece a PNRS. Você, enquanto profissional da área ambiental, irá prestar consultoria para revisão e adequação deste plano. Para guiar a revisão e a nova proposta do PGRS, você deverá: informar os aspectos relacionados ao gerenciamento dos resíduos (coleta interna, armazenamento temporário, transporte interno, tratamento e disposição final), além de guiar-se pelas seguintes perguntas: Quais as responsabilidades da usina enquanto geradora? Quais os tipos de resíduos gerados na usina? Como são classificados? Como é realizada a coleta interna de resíduos da usina nuclear? Onde são armazenados? Há tratamento interno de algum tipo de resíduo? Quem autoriza? Qual a destinação ambientalmente adequada para estes resíduos?

Para que você consiga responder a estas e outras perguntas, iremos abordar, nesta seção, as legislações vigentes acerca dos resíduos radioativos e industriais, o panorama de geração destes resíduos no Brasil, aspectos relacionados ao seu gerenciamento, sobretudo acerca do tratamento e da disposição final.

Os resíduos radioativos geram grande preocupação por parte da população, sobretudo devido aos acidentes nucleares já ocorridos. Além disso, os resíduos industriais inspiram maiores cuidados devido à sua própria natureza e quantidades geradas, nos diferentes segmentos do setor produtivo. Dessa forma, tratam-se de duas áreas de atuação profissional de grande relevância que buscam por profissionais capacitados para gerenciar os resíduos de forma correta e capazes de desenvolver tecnologias sustentáveis para o seu tratamento e disposição final. Lembre-se de que chegamos ao final da Unidade 3, por isso, espera-se que você adquira a competência de saber os principais aspectos relacionados aos resíduos de serviços de saúde, de construção e demolição, radioativos e também industriais. Então, vamos aos estudos? Boa leitura!

Não pode faltar

Prezado(a) aluno(a), ao longo desta unidade discutimos conteúdos relevantes sobre resíduos que possuem legislação específica, em função de suas particularidades, como os resíduos de serviços de saúde e os resíduos de construção e demolição. Para encerrar nossos estudos referentes a estes resíduos, vamos estudar nesta seção sobre os resíduos radioativos e os resíduos industriais.

São considerados rejeitos radioativos os resíduos que apresentam concentrações de atividade acima dos limites de isenção da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN, estabelecidos na norma CNEN-6.05/1985, intitulada “Gerência de Rejeitos Radioativos em Instalações Radiativas”.

Antes de abordarmos sobre os resíduos radioativos, vamos entender sobre o setor da energia nuclear. As questões ambientais relacionadas ao uso de combustíveis fósseis para a produção de energia estão impulsionando os países a buscarem fontes alternativas de energia, por exemplo, a energia eólica, energia da biomassa, energia solar, energia nuclear, entre outras. Segundo dados do Panorama da Energia Nuclear no Mundo (ELETROBRÁS ELETRONUCLEAR, 2016), em 2014, os Estados Unidos foram o país que mais gerou energia por fonte nuclear, sendo responsável por 33,13% da produção total da energia nuclear no mundo. Além dos Estados Unidos, também se destacam França (17,34%) e Rússia (7,01%). O Brasil possui duas usinas

nucleares em operação (Angra 1 – PWR, 640 MW e Angra 2 – PWR, 1350 MW), cuja produção de eletricidade em 2014 foi de 15385 TWh, o que representa 2,68% da energia elétrica do país e 0,58% da geração de energia por fonte nuclear no mundo. Além disso, o Brasil possui uma usina em construção desde de 2010, a Angra 3 PWR 1405 MW, com conclusão prevista para 2021. Além disso, segundo o Panorama da Energia Nuclear no Mundo (ELETROBRÁS ELETRONUCLEAR, 2016), os planos de expansão da matriz elétrica brasileira preveem a construção de quatro a oito usinas nucleares em um horizonte até 2030, localizadas no Nordeste e no Sudeste do país. Cabe ressaltar que o Brasil também possui quatro reatores de pesquisa, sendo dois em São Paulo, um em Minas Gerais e um no Rio de Janeiro, utilizados para produção de radioisótopos usados na indústria e na medicina.

No que se refere à geração de resíduos radioativos, não há dados quantitativos da geração, visto que os países podem guardar ou reprocessar os seus resíduos. Contudo, há processos a serem seguidos, uma vez que os rejeitos radioativos são perigosos, o seu gerenciamento exige a adoção de medidas a fim de garantir a proteção da saúde humana e do meio ambiente. Os rejeitos radioativos são aqueles gerados em usinas nucleares, na medicina nuclear para fins terapêuticos e diagnósticos, radioterapia e pesquisa, e, portanto, são de responsabilidade do gerador. Além disso, são classificados segundo seus níveis e natureza da radiação, bem como suas meias-vidas, conforme Quadro 3.4.

Quadro 3.4 | Classificação dos rejeitos radioativos

| Classe | Características |
|--|--|
| Classe 0 - Rejeitos Isentos (RI) | Rejeitos contendo radionuclídeos com valores de atividade ou de concentração de atividade, em massa ou volume, inferiores ou iguais aos respectivos níveis de dispensa. |
| Classe 1 - Rejeitos de Meia-Vida Muito Curta (RVMC) | Rejeitos com meia-vida inferior ou da ordem de 100 dias, com níveis de atividade ou de concentração em atividades superiores aos respectivos níveis de dispensa. |
| Classe 2 - Rejeitos de Baixo e Médio Níveis de Radiação (RBMN) | Rejeitos com meia-vida superior à dos rejeitos da Classe 1, com níveis de atividade ou de concentração em atividades superiores aos níveis de dispensa, bem como com potência térmica inferior a 2 kW/m ³ . |

| Classe | Características |
|--|---|
| Classe 2.1 - Meia-Vida Curta (RBMN-VC) | Rejeitos de baixo e médio níveis de radiação contendo emissores beta/gama, com meia-vida inferior ou da ordem de 30 anos e com concentração de radionuclídeos emissores alfa de meia-vida longa limitada em 3700 kBq/kg em volumes individuais e com um valor médio de 370 kBq/kg para o conjunto de volumes. |
| Classe 2.2 - Rejeitos Contendo Radionuclídeos Naturais (RBMN-RN) | Rejeitos de extração e exploração de petróleo, contendo radionuclídeos das séries do urânio e tório em concentrações de atividade ou atividades acima dos níveis de dispensa. |
| Classe 2.3 - Rejeitos contendo Radionuclídeos Naturais (RBMN-RN) | Rejeitos contendo matérias-primas minerais, naturais ou industrializadas, com radionuclídeos das séries do urânio e do tório em concentrações de atividade ou atividades acima dos níveis de dispensa. |
| Classe 2.4 - Rejeitos de Meia-Vida Longa (RBMN-VL) | Rejeitos não enquadrados nas Classes 2.2 e 2.3, com concentrações de radionuclídeos de meia-vida longa que excedem as limitações para classificação como rejeitos de meia-vida curta. |
| Classe 3 - Rejeitos de Alto Nível de Radiação (RAN) | Rejeitos com potência térmica superior a e com concentrações de radionuclídeos de meia-vida longa que excedam as limitações para classificação como rejeitos de meia-vida curta. |

Fonte: Adaptado de CNEN-6.05/1985, p. 2-4

Estes rejeitos devem ser separados de outros materiais e armazenados em recipientes adequados, que contenham o símbolo internacional de presença de radiação (Figura 3.8), até que possam ser eliminados em conformidade com requisitos específicos. Caso seja necessário o armazenamento temporário destes rejeitos, o local deve estar incluso no projeto de instalação da indústria.



Pesquise mais

Para conhecer mais sobre os rejeitos radioativos, não deixe de ler o artigo "Rejeitos radioativos de baixo e médio nível: levantamento da variação de volume armazenado e disposto", disponível no link a seguir:

FERREIRA, Vinícius V. M.; ALEIXO, Bruna L.; ULHOA, Bárbara M. A.; CUCCIA, Valeria. Rejeitos radioativos de baixo e médio nível: levantamento da variação de volume armazenado e disposto. **Revista**

Brasileira de Ciências Ambientais, n. 24 – Junho de 2012.

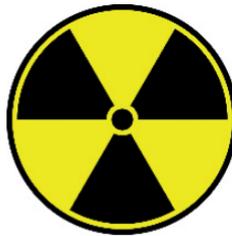
Disponível em: <http://abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/PDFs/24-05_Materia_3_artigos314.pdf> Acesso em: 16 jan. 2018.



Assimile

Os rejeitos da indústria nuclear podem ser de **baixa radioatividade**, como os materiais utilizados na operação das usinas (luvas, sapatilhas, roupas especiais), **média radioatividade**, como os compostos de filtros, efluentes líquidos solidificados e resinas, e de **alta radioatividade**, que são os elementos combustíveis usados na geração de energia termonuclear.

Figura 3.8 | Símbolo internacional de rejeito radioativo



Fonte: <https://pixabay.com/p-34997/?no_redirect>. Acesso em: 2 dez. 2017.

A segregação dos rejeitos radioativos deve considerar características tais como: estado físico (sólido, líquido, gasoso), meia-vida longa ou curta ($T_{1/2} > 60$ dias), características perigosas (explosividade, combustibilidade, inflamabilidade, piroforicidade, corrosividade e toxicidade química), entre outras.



Assimile

O tempo de meia-vida refere-se ao tempo necessário para que metade dos átomos presentes em uma amostra radioativa desintegre-se. Por exemplo, o radioisótopo Iodo-131, utilizado no diagnóstico de doenças, tem meia-vida de oito dias. Já o Césio-137, utilizado na operação dos reatores, possui meia-vida de 30 anos, e o Plutônio-239, rejeito do reprocessamento do combustível nuclear, possui meia-vida de 24.000 anos.

Após a correta segregação, os rejeitos devem ser acondicionados em recipientes compatíveis com as características físicas, químicas, biológicas e radiológicas dos rejeitos, devidamente identificados e vedados. O transporte destes rejeitos deve ser realizado por veículos que possuam meios de fixação para os recipientes, evitando danos e acidentes. Além disso, eles devem ser monitorados e descontaminados.

Por fim, os rejeitos radioativos podem ser dispensados das seguintes formas: (1) os rejeitos sólidos podem ser dispensados no sistema de coleta de resíduo urbano, desde que não ultrapassem os limites estabelecidos pela norma CNEN-6.05/1985; (2) os rejeitos líquidos podem ser dispensados na rede de esgoto, desde que não ultrapassem os limites estabelecidos pela norma CNEN-6.05/1985; (3) transferência de rejeitos radioativos para local determinado pela CNEN (repositórios).

Os rejeitos radioativos que não podem ser eliminados diretamente no meio ambiente devem ser dispostos em repositórios. Estes repositórios devem ser construídos em locais específicos, onde, mesmo após décadas ou séculos, o risco para os seres humanos e para o meio ambiente seja mínimo. Estes locais devem ser afastados de centros urbanos, com baixa probabilidade de ocupação, afastados de corpos d'água superficiais e subterrâneos, e sem atividade sísmica, a cerca de 30 metros de profundidade. Além disso, os repositórios devem ser constituídos de camadas de concreto, argila e outros materiais impermeáveis ao redor das embalagens contendo o rejeito. Porém, para os rejeitos de atividade alta e de meia-vida longa, o isolamento deve ser mais rígido, a centenas de metros de profundidade ou mais, em um meio geológico estável e com baixa permeabilidade à água.

Cabe ressaltar que os geradores de rejeitos radioativos devem elaborar o Plano de Gerência de Rejeitos Radioativos, conforme estabelecido no Anexo I da norma CNEN-6.05/1985, abordando: descrição e classificação dos rejeitos radioativos, procedimentos para coleta, segregação, acondicionamento e identificação de rejeitos radioativos, armazenamento em depósito inicial, tratamento, dispensa de rejeitos, registros e inventários.

Essas são as principais ações relativas ao gerenciamento de rejeitos radioativos. Porém, é importante que você aprofunde os seus conhecimentos a partir da leitura de materiais complementares.



Pesquise mais

Para aprofundar os seus estudos sobre os rejeitos radioativos, sugiro a leitura do material "Gerenciamento de rejeitos radioativos", elaborado pela Universidade de São Paulo (USP), que aborda os rejeitos radioativos na medicina nuclear.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Gerenciamento de rejeitos radioativos. Disponível em: <http://www3.icb.usp.br/corpoeditorial/ARQUIVOS/radioprotecao/Rejeitos_Radioativos.pdf> Acesso em: 3 dez. 2017

Outro tipo de resíduo que merece destaque são os resíduos industriais. O crescimento da economia é diretamente relacionado ao aumento do consumo, que por sua vez exerce uma pressão maior na extração de matéria-prima, seu processamento, produção e distribuição. Conseqüentemente, tem-se um aumento da geração de resíduos sólidos industriais e dos impactos ambientais relacionados a todo o processo produtivo. Os resíduos sólidos industriais podem ser classificados como Classe I – Perigosos ou Classe II – Não perigosos, segundo a norma ABNT 10004/2004, em função das suas características (ABNT, 2004). A Resolução CONAMA nº 313/2002 (BRASIL, 2002), em seu Art. 2º, define resíduo sólido industrial como todo resíduo, nos estados sólido, semissólido e gasoso, provenientes de atividades industriais e que possuem características que tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água.

Segundo dados do IBGE (2002), os principais setores industriais são o metalúrgico, o químico, madeira e mobiliário, têxtil, máquinas e equipamentos, e minerais não metálicos, além das indústrias do setor de serviços. Além da diversidade dos setores industriais, tem-se uma diversidade muito grande de processos produtivos, de tecnologias utilizadas e de matérias-primas e insumos. Com isso, tem-se também uma diversidade muito grande de resíduos industriais gerados.



Refleta

Você consegue imaginar a diversidade e a quantidade de resíduos que podem ser geradas pelas indústrias, desde o beneficiamento da matéria-prima até o final do processo produtivo?

Além disso, a Resolução CONAMA nº 313/2002 (BRASIL, 2002) dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais, que deve ser preenchido pelas indústrias das tipologias previstas na Classificação Nacional de Atividades Econômicas do IBGE (2002), sendo elas: indústrias de preparação e fabricação de artefatos de couro; fabricação de coque; refino de petróleo; elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool; fabricação de produtos químicos; metalurgia básica; fabricação de produtos de metal; fabricação de máquinas e equipamentos, máquinas para escritório e equipamentos de informática; fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias; e fabricação de outros equipamentos de transporte.

Após o preenchimento, o inventário deve ser enviado ao órgão estadual de meio ambiente. Este inventário visa preencher uma lacuna de informações precisas sobre a quantidade, os tipos e os destinos dos resíduos sólidos gerados pelas indústrias no Brasil.

Porém, cabe ressaltar que o órgão estadual de meio ambiente poderá incluir outras tipologias industriais considerando as características de cada Estado, desde que comunicadas ao IBAMA.



Pesquise mais

A divisão das atividades econômicas representa os grupos de atividades do setor, segundo a Comissão Nacional de Classificação (CONCLA), disponível para consulta no link a seguir.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Comissão Nacional de Classificação. 2002. Disponível em: <<https://cnae.ibge.gov.br/?view=divisao&tipo=cnae&versao=98&divisao=24>> Acesso em: 2 dez. 2017.

Segundo esta resolução, as indústrias devem apresentar informações sobre geração, características, armazenamento, transporte e destinação de seus resíduos sólidos, de acordo com os anexos de I a III. Porém, as informações sigilosas não precisam ser fornecidas, preservando assim o processo produtivo de determinado produto ou serviço.

Ainda no que se refere à legislação vigente sobre resíduos industriais, temos as seguintes normas técnicas apresentadas no Quadro 3.5.

Quadro 3.5 | Normas técnicas relativas aos resíduos industriais

| Norma | Descrição |
|----------------|--|
| NBR 10004/2004 | Classificação dos resíduos de acordo com as características da matéria-prima, insumo e processo que lhes deram origem. |
| NBR 10005/2004 | Solubilização dos resíduos visando diferenciar os resíduos Classe I – Perigosos e Classe II – Não perigosos. |
| NBR 10006/2004 | Solubilização dos resíduos visando diferenciar os resíduos nas classes de não inertes (classe IIA) ou inertes (classe IIB). |
| NBR 10007/2004 | Define as condições de amostragem, preservação, estocagem de amostras de resíduos sólidos, pré-caracterização do resíduo, plano de amostragem e precauções de segurança. |

Fonte: elaborado pela autora.

Ainda sobre os resíduos sólidos industriais, segundo o Art. 20 da PNRS (BRASIL, 2010), os gerados de resíduos sólidos perigosos, como as indústrias, estão sujeitos à elaboração de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, que deve conter, entre outras informações, a descrição do empreendimento, o diagnóstico dos resíduos gerados, a definição dos procedimentos operacionais, as soluções consorciadas ou compartilhadas, as ações preventivas ou corretivas, metas e procedimentos relacionados à minimização da geração dos resíduos.

Grande parte dos resíduos gerados pelas indústrias, cerca de 40%, segundo o IPEA (2012), é classificado como resíduo perigoso e, por isso, necessita de tratamento antes da disposição final, que iremos abordar mais adiante. Ainda de acordo com o IPEA, a Confederação Nacional da Indústria (CNI) possui uma ação interessante para a gestão de resíduos industriais, que é o Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos (SIBR). O sistema permite a compra, venda, troca ou doação de sobras de processos industriais que podem servir de matéria-prima para outras indústrias, conforme pode ser verificado na Figura 3.9, evitando assim o desperdício.

Figura 3.9 | Anúncios do Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos

The screenshot shows the website interface for the Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos. At the top, there is a navigation bar with the site logo, the name 'Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos', and the FIEMG logo. Below this is a search bar with fields for 'Login' and 'Senha', and buttons for 'OK' and 'Esqueci minha senha'. A vertical menu on the left contains links for Home, Notícias, Anúncios, Cadastre-se, Publicações, Agenda de Eventos, Institucional, Links, Ajuda, Fale Conosco, Preços CEMPRE, Prestadores de Serviço, and Central da Empresa. The main content area is titled 'Anúncios' and displays three advertisement cards. Each card includes a title, a type (e.g., 'PROCURA' or 'VENDA'), and a registration date. A 'Ver Detalhes' button with a red recycling icon is present on each card. A 'Voltar' link is located below the 'Prestadores de Serviço' menu item.

| Descrição do Anúncio | Tipo | Data de Cadastro |
|---|---------|------------------|
| Compro sucata de limalha de latão e bronze | PROCURA | 20/03/2011 |
| Comparamos sucata de borra de alumínio, zamak, bronze e latão | PROCURA | 20/03/2011 |
| Esferas de ferro | VENDA | 11/10/2017 |

Fonte: <http://www.sibr.com.br/sibr/portal.jsp?id=9&pagina=anuncios_lista.jsp&buscarCategoria=ok&cat=36>. Acesso em: 3 dez. 2017.

Conforme já discutimos nas unidades anteriores, o gerenciamento dos resíduos é de responsabilidade do gerador. Porém, é importante destacar que os resíduos gerados nas indústrias, que se assemelhem aos resíduos sólidos urbanos, podem ser coletados pelos serviços de limpeza urbana municipal e podem ser dispostos em aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos, segundo o Art. 13 da PNRS (BRASIL, 2010). Porém, alguns municípios estabelecem em suas legislações que a coleta pública será limitada aos pequenos geradores. Neste caso, os grandes geradores devem contratar empresas privadas para realizar os serviços. Lembre-se de que cada município tem competência para estabelecer qual a quantidade (em toneladas ou volume) diária para ser considerado grande gerador.

Mesmo diante da obrigação de inventariar informações relativas ao gerenciamento dos resíduos industriais, uma compilação de dados ainda é algo complexo de se alcançar. Isso devido à escassez de dados enviados pelos Estados e pela forma como cada Estado priorizou o levantamento dessas informações, uma vez que alguns deles priorizaram inventariar as indústrias que são grandes geradoras de resíduos. Caso a indústria não apresente os dados solicitados, a partir do inventário, para o órgão estadual de meio ambiente, a mesma estará sujeita às penalidades e sanções previstas Lei nº 9.605/1998 (BRASIL, 1998).



Exemplificando

Outra questão que dificulta a homogeneidade das informações apresentadas refere-se às características do parque industrial de cada Estado. Por exemplo, no Mato Grosso, os setores industriais propostos pela Resolução CONAMA nº 313/2002 são pouco representativos, logo não foram inventariados. Em contrapartida, Minas Gerais inventariou, além dos propostos, doze novos setores, estabelecidos pela legislação estadual. Diante do exposto, esses fatores impossibilitam a consolidação de um inventário nacional.

Diante das discrepâncias em relação ao inventário, segundo dados do IPEA (2012), a forma de destinação/disposição dos resíduos também foi distinta, desde a separação dos resíduos perigosos e não perigosos, os perigosos inertes dos não inertes para, enfim, destinar tais resíduos para aterros de resíduos perigosos, para a própria indústria (destinação interna), para outras indústrias (destinação externa). A destinação interna inclui: reutilização interna, utilização em caldeira, barragem, fertirrigação, pilha, reciclagem interna, própria incorporação, compostagem, entre outros. A destinação externa inclui: fertirrigação, reciclagem externa, reutilização externa, incorporação em solo agrícola, compostagem, utilização em caldeira, coprocessamento, entre outros.



Pesquise mais

O aterro de resíduos perigosos deve seguir os requisitos de construção e operação estabelecidos na NBR 10.157/1987, que pode ser acessada no link:

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.157: Aterro de resíduos sólidos perigosos – critério para projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1987. Disponível em: <<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-10.157-ARIP-Constru%C3%A7%C3%A3o-Opera%C3%A7%C3%A3o.pdf>> Acesso em: 26 dez. 2017.

Os resíduos industriais perigosos podem passar por diversos tipos de tratamento, por exemplo: (1) pirólise, que é a queima sem a presença de oxigênio; (2) dessorção térmica, processo físico de separação onde o resíduo é aquecido até que haja a sua

descontaminação; (3) coprocessamento, que consiste na queima de resíduos e na fabricação de determinados produtos que requerem altas temperaturas em seus processos produtivos; (4) neutralização, processo utilizado para resíduos com características ácidas ou alcalinas; (5) encapsulamento, que consiste em revestir os resíduos com uma camada de resina sintética impermeável e de baixíssimo índice de lixiviação; (6) secagem ou mescla, processo de mistura de resíduos com alto teor de umidade com outros resíduos secos ou materiais inertes; (7) incorporação, onde os resíduos são agregados à massa de concreto ou de cerâmica em uma quantidade tal que não prejudique o meio ambiente, entre outros.

Como podemos perceber, há inúmeras tecnologias e alternativas de tratamento e destinação de resíduos sólidos industriais. Porém, é preciso conhecer o tipo de resíduo, suas características e sua origem, para então determinar qual a melhor tecnologia. Por isso, é importante que você aprofunde os estudos relativos aos resíduos sólidos industriais, considerando o setor produtivo e o resíduo gerado. Assim, encerramos aqui a Unidade 3, onde abordamos alguns resíduos que possuem legislação específica. Na próxima unidade iremos abordar sobre o tratamento e a disposição final de resíduos perigosos e resíduos sólidos urbanos.

Sem medo de errar

A geração de rejeitos radioativos é algo que preocupa a população, devido aos riscos potenciais para a saúde humana e para o meio ambiente. Por isso, o seu gerenciamento obedece um conjunto de ações e medidas que visam garantir a segurança da população.

Neste contexto, vamos lembrar o desafio proposto nesta seção: você é recém-contratado de uma consultora do ramo de gerenciamento de resíduos, sendo que um dos seus clientes é uma indústria nuclear, cujo plano de gerenciamento de resíduo precisa passar por revisão. Para guiar a revisão e a nova proposta do PGRS, você deverá se guiar pelas seguintes perguntas: Quais as responsabilidades da usina enquanto geradora? Quais os tipos de resíduos gerados na usina? Como são classificados? Como é realizada a coleta interna de resíduos da usina nuclear? Onde são armazenados? Há tratamento interno de algum tipo de resíduo? Quem autoriza? Qual a destinação

ambientalmente adequada para estes resíduos?

Conforme estabelecido pela PNRS e pela CNEN, os geradores de rejeitos radioativos são responsáveis por todo o seu gerenciamento. Na indústria nuclear são gerados rejeitos de baixa radioatividade, como os materiais utilizados na operação das usinas (luvas, sapatilhas, roupas especiais), média radioatividade, como os compostos de filtros, efluentes líquidos solidificados e resinas, e de alta radioatividade, que são os elementos combustíveis usados na geração de energia termonuclear. Estes rejeitos são classificados, segundo a norma CNEN 6.05/1985, em quatro classes e três subclasses, sendo elas: Classe 0, Classe 1, Classe 2, subclasse 2.1, subclasse 2.2 e subclasse 2.3 e Classe 3, segundo seus níveis e natureza da radiação. Além disso, a segregação dos rejeitos radioativos deve considerar características tais como: estado físico (sólido, líquido, gasoso), meia-vida longa ou curta ($T_{1/2} > 60$ dias), características perigosas (explosividade, combustibilidade, inflamabilidade, piroforicidade, corrosividade e toxicidade química), entre outras. Após a correta segregação, os rejeitos devem ser acondicionados em recipientes compatíveis com as características físicas, químicas, biológicas e radiológicas dos rejeitos, devidamente identificados e vedados. O transporte destes rejeitos deve ser realizado por veículos que possuam meios de fixação para os recipientes, evitando danos e acidentes. Além disso, eles devem ser monitorados e descontaminados. Por fim, os rejeitos radioativos podem ser dispensados das seguintes formas: (1) os rejeitos sólidos podem ser dispensados no sistema de coleta de resíduo urbano, desde que não ultrapasse os limites estabelecidos pela norma CNEN-6.05/1985; (2) os rejeitos líquidos podem ser dispensados na rede de esgoto, desde que não ultrapasse os limites estabelecidos pela norma CNEN-6.05/1985; e (3) transferência de rejeitos radioativos para local determinado pela CNEN (repositórios). O tratamento interno de rejeitos, sobretudo para os de baixa e média radioatividade, deve ser previamente autorizado pela CNEN. Além disso, cabe ressaltar que os rejeitos de alta radioatividade devem ser dispensados em repositórios, longe da ocupação humana, em local geologicamente estável e longe de corpos d'água, enterrados a vários metros de profundidade, envoltos por camadas de cimento a fim de evitar vazamentos e possíveis contaminações.

Lembre-se de que esta se trata da última entrega da unidade, mas que também já foram realizadas outras duas etapas do seu serviço,

que consistiu na aplicação de conteúdos relativos ao gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, de resíduos de serviços de construção e demolição e, agora, de resíduos radioativos. Por isso, aborde cada etapa do gerenciamento de forma detalhada e clara em um documento, para que a entrega seja formalizada à empresa consultora. Bons estudos!

Avançando na prática

Inventário de resíduos sólidos industriais

Descrição da situação-problema

As indústrias, segundo o tipo de destino da produção, são classificadas em indústrias de bens de consumo (vestuário, calçado, mobiliário, etc.) e indústrias de bens de equipamento (matérias-primas, máquinas agrícolas, ferramentas, material ferroviário, etc.). Porém, independentemente da sua classificação, todas são responsáveis pelo gerenciamento dos resíduos gerados em seus processos produtivos.

Neste contexto, suponha que você seja responsável pelo gerenciamento dos resíduos de uma indústria de fabricação de produtos químicos, que está sendo fiscalizada. Durante o processo, o fiscal solicita o Inventário de Resíduos Sólidos Industriais. Quais informações devem ser apresentadas neste inventário? A indústria deve apresentar informações sigilosas no inventário? Para quem essas informações devem ser apresentadas? Como são classificados os resíduos sólidos industriais? A indústria está prevista na Classificação Nacional de Atividades Econômicas do IBGE? Qual a consequência do não cumprimento da apresentação dos dados do inventário?

Resolução da situação-problema

Os resíduos sólidos industriais são classificados segundo a ABNT NBR 10004/2004 em Classe I – Resíduos Perigosos e Classe II – Resíduos não perigosos. No caso da indústria de produtos químicos têm-se a geração dos dois tipos de resíduos (químicos perigosos e resíduos não perigosos, como papel, plástico, madeira, etc.). Segundo a Resolução CONAMA nº 313/2002, as indústrias previstas na Classificação Nacional de Atividades Econômicas do

IBGE devem apresentar informações sobre geração, características, armazenamento, transporte e destinação de seus resíduos sólidos. Essas informações constituem o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais e devem ser apresentadas ao órgão estadual de meio ambiente e atualizadas a cada 24 (vinte e quatro) meses no máximo. Além disso, a indústria de produtos químicos está prevista na Classificação Nacional de Atividades Econômicas do IBGE, conforme consta no Art. 4º da Resolução CONAMA nº 313/2002. Porém, as indústrias não precisam fornecer as informações que considerarem sigilosas, relativas ao processo produtivo. Para apresentar o inventário, a indústria deve registrar mensalmente os dados de geração e destinação dos resíduos gerados. Caso a indústria não apresente os dados solicitados, a partir do inventário, para o órgão estadual de meio ambiente, a mesma estará sujeita às penalidades e sanções previstas na Lei nº 9.605/1998.

Faça valer a pena

1. Os rejeitos radioativos, gerados pelas usinas nucleares e pela medicina nuclear, devem ser gerenciados conforme a norma CNEN-6.05/1985, “Gerência de rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de radiação”, que estabelece os critérios gerais e requisitos básicos de segurança e proteção radiológica relativos à gerência de rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de radiação, bem como de rejeitos radioativos de meia-vida muito curta.

Considerando o contexto apresentado e o que estabelece a norma CNEN-6.05/1985, assinale a alternativa correta.

- a) Os rejeitos sólidos podem ser dispensados no sistema de coleta de resíduo urbano, desde que não ultrapasse os limites estabelecidos pela CNEN.
- b) Os rejeitos líquidos podem ser dispensados no sistema de coleta de resíduo urbano, desde que não ultrapasse os limites estabelecidos pela CNEN.
- c) Os rejeitos gasosos podem ser dispensados no sistema de coleta de resíduo urbano, desde que não ultrapasse os limites estabelecidos pela CNEN.
- d) Os rejeitos radioativos que não podem ser eliminados diretamente no meio ambiente devem ser dispostos no mar.
- e) Os rejeitos gasosos podem ser dispensados na rede de esgoto, desde que não ultrapasse os limites estabelecidos pela CNEN.

2. Os diferentes parques industriais presentes nos Estados brasileiros dificultam a compilação de dados sobre os resíduos gerados pelas indústrias e sobre as ações relativas ao gerenciamento destes resíduos. Neste contexto, analise as assertivas a seguir:

I - A destinação interna dos resíduos industriais inclui a reutilização interna, a utilização em caldeira e o coprocessamento.

II – A dessorção térmica é um processo físico de separação onde os resíduos são resfriados até que haja a sua descontaminação.

III – A incorporação é uma forma de tratamento onde os resíduos são agregados à massa de concreto ou de cerâmica em uma quantidade tal que não prejudique o meio ambiente.

Considerando as ações de gerenciamento referentes aos resíduos industriais, a resposta correta é:

- a) Apenas a assertiva I está correta.
- b) Apenas a assertiva II está correta.
- c) Apenas a assertiva III está correta.
- d) As assertivas I e II estão corretas, apenas.
- e) As assertivas II e III estão corretas, apenas.

3. A Resolução CONAMA nº 313/2002 dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais, que deve ser preenchido pelas indústrias das tipologias previstas na Classificação Nacional de Atividades Econômicas do IBGE. Após o preenchimento, o inventário deve ser enviado ao órgão estadual de meio ambiente. Considerando o contexto apresentado, analise as afirmativas a seguir.

I - As indústrias devem apresentar informações sobre geração, características, armazenamento, transporte e destinação de seus resíduos sólidos.

II – As indústrias devem apresentar ao órgão estadual de meio ambiente as informações sigilosas do processo produtivo.

III – A Confederação Nacional das Indústrias não permite a troca ou venda de resíduos industriais, devido às suas características de resíduos perigosos.

Considerando o gerenciamento dos resíduos industriais, assinale a alternativa que apresenta a resposta correta.

- a) Apenas a assertiva I está correta.
- b) Apenas a assertiva II está correta.
- c) Apenas a assertiva III está correta.
- d) Apenas as assertivas II e III estão corretas.
- e) Apenas as assertivas I e III estão corretas.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA URBANA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. **Panorama Nacional de Resíduos Sólidos 2016**. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf>> Acesso em: 11 nov. 2017.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10157: **Aterro de resíduos sólidos perigosos** – critério para projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1987.

_____. NBR 10.004: **resíduos sólidos** – classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 71 p.

_____. NBR 10.005: **procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 16 p.

_____. NBR 10.006: **procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos**. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 3 p.

_____. NBR 10.007: **amostragem de resíduos sólidos**. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 21 p.

_____. NBR 15113: **resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes** – aterros – diretrizes para projeto, implantação e operação. 1. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 16 p.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas. 2004b. Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos: **NBR-15115**. Rio de Janeiro: ABNT 14p. Disponível em: <<http://www.areasovitoria.com.br/download/NBR%2015115.pdf>> Acesso em: 19 nov. 2017.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas. 2004c. Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos: **NBR-15116**. Rio de Janeiro: ABNT 17p. Disponível em: <<http://www.areasovitoria.com.br/download/NBR%2015116.pdf>> Acesso em: 19 nov. 2017.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas. 2004d. Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. **NBR-15113**. Rio de Janeiro: ABNT 16p. Disponível em: <<http://www.portofeliz.sp.gov.br/cmsBusiness/upload/translin/d14960a320b8433ebaf8a27bce9d4903.pdf>> Acesso em: 19 nov. 2017.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas. 2004e. Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. **NBR-15112**. Rio de Janeiro: ABNT 11p. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/215906029/NBR-15112-pdf>> Acesso em: 19 nov. 2017.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas. 2004a. Resíduos sólidos – classificação: **NBR-10004**. Rio de Janeiro: ABNT 63p. Disponível em: <<http://www.v3.eco.br/docs/NBR-n-10004-2004.pdf>> Acesso em: 19 nov. 2017.

BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos. **Elementos de Gestão de Resíduos Sólidos**. Belo Horizonte: Tessitura, 2012. p.424.

BRASIL. **Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os Arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm> Acesso em: 2 dez. 2017.

_____. **Lei Federal nº 12.305, de 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. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> Acesso em: 28 abr. 2017.

_____. Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal. **Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002**. Diário Oficial da União, nº 226, de 22/11/2002, págs. 95-96. p. 15.

_____. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm. Acesso em: 08 jan. 2018.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.305, de 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. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> Acesso em: 28 abr. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005. **Diário Oficial da União**, 4 de maio de 2005. Seção 1, p. 63-65.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). (2004) Resolução da Diretoria Colegiada – **RDC nº 306, de 7 de dezembro de 2004**. **Diário Oficial da União**, 10 de dezembro de 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Manual de gerenciamento de resíduos de serviço de saúde**. Brasília, Brasil. 2006.

BRASIL. **Lei Federal nº 10257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm> Acesso em: 19 nov. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Ministério das Cidades. (2005). **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. p. 166. Disponível em: <<http://www.sinduscondf.org.br/portal/arquivos/Parte1ManejoGestaoDeResiduosDaConstrucaoCivil.pdf>> Acesso em: 18 nov. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal. (2010). **Manual para implantação de sistema de gestão de resíduos de construção civil em consórcios públicos**. Brasília-DF. p. 133. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_arquivos/4_manual_implantao_sistema_gesto_resduos_construo_civil_cp_125.pdf> Acesso em: 17 nov. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal. **Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002**. Diário Oficial da União, nº 136, de 17/07/2002, págs. 95-96. p. 17.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal. (2005) **Resolução CONAMA nº 469, de 30 de julho de 2015**. Diário Oficial da União, nº 144, de 30/07/2015, págs. 109-110. p. 1.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal. **Resolução CONAMA nº 431, de 24 de maio de 2011**. Diário Oficial da União, nº 99, de 25/05/2011, pág. 123. p. 1.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal. **Resolução CONAMA nº 348, de 17 de agosto de 2004**. Diário Oficial da União, nº 158, Seção 1, pág. 70. p. 1.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR – CNEN. Norma CNEN NE 6.05. 1985. **Gerência de rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de radiação**. Rio de Janeiro: CNEN, 1985. 45 p.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Norma CNEN NN 6.01. 1999**. Requisitos para o registro de pessoas físicas para o preparo, uso e manuseio de fontes radioativas. Disponível em: <<http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm601.pdf>> Acesso em: 09 nov. 2017.

ECOSÓLIDOS - gerenciamento e reciclagem de resíduos sólidos da construção civil. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Kn7OrCmUrG4>> Acesso em: 18 nov. 2017.

ELETRONUCLEAR. **Panorama da Energia Nuclear no Mundo 2016**. Disponível em: <http://www.eletronuclear.gov.br/LinkClick.aspx?fileticket=SG_9CnL80wM%3d&tabid=406> Acesso em: 26 dez. 2017.

FERREIRA, Vinícius V. M.; ALEIXO, Bruna L.; ULHOA, Bárbara M. A.; CUCCIA, Valeria. Rejeitos radioativos de baixo e médio nível: levantamento da variação de volume armazenado e disposto. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 24, 2012. Disponível em: <http://abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/PDFs/24-05_Materia_3_artigos314.pdf> Acesso em: 16 jan. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Comissão Nacional de Classificação**. 2002. Disponível em: <<https://concla.ibge.gov.br/classificacoes/por-tema/atividades-economicas/classificacao-nacional-de-atividades-economicas.html>> Acesso em: 2 dez. 2017.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Industriais**. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120927_relatorio_residuos_solidos_industriais.pdf>. Acesso em: 2 dez. 2017.

REIS, Augusto da Cunha; OLIVEIRA, Renata Pereira; FERREIRA, Bernardo Reis Correia; ESPINHEIRA, Livia Letrré; SILVA, Paula Mendes Corado da. **Proposta de melhoria na gestão de resíduos em uma empresa de construção civil**. Revista Fatec Zona Sul, Suzano, v. 3, n. 3, p.46-65, abr. 2017. Disponível em: <file:///B:/2017/Kroton%20Educatonal/KLS%20-%20Livro%20did%C3%A1tico/Kroton%20-%20KLS%20-%20

Gest%C3%A3o%20de%20res%C3%ADduos%20s%C3%B3lidos/ENTREGA%203.2/91-354-1-PB.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2017.

VANTAGENS da reciclagem de entulhos começam a chamar atenção de empresários. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=1H2UN9Dif7I>>. Acesso em: 18 nov. 2017.

WINDFELD, E. S.; BROOKS, M. S. **Medical waste management** – A review Journal Of Environmental Management, [s.l.], v. 163, p. 98-108, nov. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.08.013>.

Tratamento e disposição final dos resíduos sólidos

Convite ao estudo

Caro aluno, seja bem-vindo à última unidade deste livro didático.

Ao longo das unidades anteriores, você percebeu que associado ao acelerado desenvolvimento econômico de um país está a enorme geração de resíduos, cuja gestão adequada é o principal desafio da grande maioria dos municípios brasileiros, sobretudo referente às etapas de tratamento e disposição final. Ainda hoje temos uma diversificada gama de resíduos lançados na natureza, sem a mínima preocupação, relacionada à degradação ambiental. Resíduos diversificados, orgânicos, inorgânicos, não inertes, tóxicos ou perigosos, recicláveis ou não podem ser observados na natureza, dispostos de forma inadequada, sem que tenham sido tratados, degradando o meio ambiente e expondo a população a sérios riscos de contaminação.

Por isso, na Unidade 4, para que você conheça os principais aspectos relacionados ao tratamento e à disposição final dos resíduos sólidos, estudaremos os conteúdos referentes às metodologias e técnicas de minimização, reciclagem e reutilização de resíduos sólidos, os processos de tratamento destes resíduos, os problemas relacionados aos lixões no Brasil, os aspectos estruturais e operacionais dos aterros sanitários, tanto para disposição de resíduos sólidos urbanos quanto para disposição de resíduos perigosos, e as normas técnicas associadas a estes aterros.

Para guiar seu estudo, imagine a seguinte situação: você é recém-contratado da Secretaria de Meio Ambiente de um pequeno município, que ainda não tem aterro sanitário e que

encaminha seus resíduos para o lixão, e fará parte do estudo para implantação de um aterro sanitário na cidade. Para isso, você deverá considerar os seguintes aspectos:

1. Possibilidade de tratamento de resíduos sólidos.
2. Disposição final ambientalmente adequada para os RSU.
3. Como será a disposição final de resíduos perigosos gerados no município.

Para isso, oriente-se pelos seguintes questionamentos de reflexão: quais são as possibilidades de tratamento de resíduos sólidos? Qual é a disposição final ambientalmente adequada para os RSU e como deve ser a disposição final de resíduos perigosos gerados no município?

Portanto, você está convidado a participar deste enorme desafio, que é gerenciar, de forma sustentável, os resíduos sólidos urbanos e os perigosos, considerando as tecnologias de tratamento e a disposição final disponíveis. Você perceberá que a sua área de formação é uma arma poderosa e essencial para solucionar problemas relativos à geração e aos impactos ambientais gerados pela destinação e disposição final dos resíduos, melhorando a qualidade de vida de toda a população e garantindo a do meio ambiente.

Boa leitura!

Seção 4.1

Tratamento de resíduos sólidos

Diálogo aberto

Caro aluno, estudamos, nas seções anteriores, conteúdos importantes sobre o gerenciamento dos resíduos sólidos, inclusive, aqueles que apresentam legislação específica, como os resíduos de serviços de saúde, os de construção e demolição e os industriais e radioativos. O tratamento e a disposição final são duas importantes etapas do gerenciamento de resíduos, tanto dos resíduos sólidos urbanos quanto daqueles que têm legislação específica, uma vez que preservam o meio ambiente e a saúde da população. Nesta seção, abordaremos, especificamente, os aspectos relacionados ao tratamento de resíduos sólidos e, para aplicarmos os conteúdos que serão aprendidos, utilizaremos o contexto profissional em que você foi inserido no início desta unidade.

Você é recém-contratado da Secretaria de Meio Ambiente de um pequeno município, que ainda não tem aterro sanitário e encaminha seus resíduos para o lixão da cidade, e fará parte do estudo para implantação desse aterro. A primeira parte do estudo, que será realizada nesta seção, consiste na identificação de tecnologias de tratamento de resíduos sólidos. Para tanto, busque responder: quais são as metodologias e técnicas de minimização, reciclagem e reutilização de resíduos sólidos? O que são os processos de compostagem, de uma usina de reciclagem, da incineração e da pirólise? O que são os sistemas *landfarming* e coprocessamento de resíduos perigosos? Há possibilidade de desenvolver essas técnicas no município?

Para que você consiga responder a estas e outras perguntas, abordaremos as metodologias e técnicas de minimização, reciclagem e reutilização de resíduos sólidos, os processos de tratamento de resíduos sólidos, como a compostagem, a reciclagem, a incineração e a pirólise e os sistemas *landfarming* e coprocessamento de resíduos perigosos.

Lembre-se de que o correto gerenciamento dos resíduos, relacionado ao tratamento, é um grande desafio da sociedade moderna, considerando a infraestrutura disponível e quantidade de resíduos gerada diariamente. Dessa forma, trata-se de uma área de atuação profissional promissora, na qual se busca por profissionais capacitados para gerenciar os resíduos de forma correta e capazes de desenvolver tecnologias sustentáveis para seu tratamento e sua disposição final.

Boa leitura!

Não pode faltar

Caro aluno, discutimos, nas unidades anteriores, sobre a não geração e a redução da geração de resíduos como duas medidas importantes e essenciais para garantir a qualidade do meio ambiente e a saúde da população. Nesse contexto, também merece destaque no correto gerenciamento dos resíduos sólidos seu tratamento, que visa alterar as características, seja em quantidade, toxicidade ou patogenicidade, a fim de diminuir os impactos sobre o meio ambiente e a saúde pública. As alternativas tecnológicas são aplicadas considerando as características particulares da composição dos resíduos, do município ou da região, e dos recursos disponíveis, conforme discutimos em outras seções.

Antes de iniciarmos os estudos, é preciso lembrar que qualquer processo de tratamento de resíduos é precedido pela triagem, isto é, a separação dos materiais que se deseja recuperar, ou aqueles prejudiciais à qualidade do processamento ou à durabilidade dos equipamentos. Na Unidade 1, vimos que a triagem pode ser executada manualmente em pátios, mesas ou esteiras rolantes, ou por métodos mecânicos e automatizados, como equipamentos magnéticos, peneiras e separadores balísticos. Lembre-se de que, nos processos manuais, para garantir a qualidade do material separado com alto grau de pureza, que possui influência direta no valor de mercado, é preciso investir em mão de obra, tanto na qualificação quanto na quantidade.

O primeiro processo de tratamento de resíduos sólidos que discutiremos é o processo de reciclagem. Mas, antes, pontuaremos

alguns aspectos importantes para todos tipos de tratamento, sobretudo para a reciclagem.

Discutimos, nas unidades anteriores, pontos importantes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010), como o estímulo à responsabilidade compartilhada como forma de ampliar os resultados ambientais, econômicos e sociais, ou seja, o tripé do desenvolvimento sustentável.

Porém, outro ponto importante, disponível no art. 7º da PNRS (BRASIL, 2010), é o incentivo à indústria da reciclagem, uma vez que sem o desenvolvimento de novos processos produtivos para recuperar os diferentes tipos de materiais existentes entre os resíduos sólidos urbanos, torna-se inviável assegurar um desempenho econômico favorável. Seguindo essa linha, abordaremos sobre o tratamento de resíduos sólidos, sendo a reciclagem apenas um deles.

Contudo, antes de discutirmos sobre as tecnologias de tratamento, é preciso ressaltar que devemos sempre priorizar ações de minimização dos resíduos. Nesse contexto, a redução na fonte é o ponto de destaque. Podemos citar, como medidas de redução:

1. Os sistemas de tratamento específicos de cada processo produtivo.
2. Modificações no próprio processo produtivo, como a substituição de uma matéria-prima, um novo *layout* para o produto, entre outros.
3. Melhorias no processo, como ações de controle, manutenção e inspeção periódica.
4. Implantação de uma política ambiental e um sistema de gestão ambiental na empresa.

A redução na fonte permite uma menor geração de resíduos e rejeitos, que podem ser encaminhados, respectivamente, para tratamento ou disposição final, sendo a reciclagem uma alternativa de tratamento.



Exemplificando

Em uma indústria automobilística, por exemplo, a principal fonte de geração de resíduos está no processo de Moldagem e Acabamento em PRFV, devido ao uso de moldes abertos, um processo de laminação tradicional,

de baixa tecnologia e considerado sujo em termos ambientais. Por isso, para reduzir a geração de resíduos e, conseqüentemente, os custos de armazenamento, transporte e disposição final, sugere-se a migração para um processo produtivo mais limpo e moderno.

Cabe frisar que, além do incentivo à indústria da reciclagem, é preciso que se tenha uma desoneração fiscal nos vários processos de reciclagem, uma vez que é praticamente impossível concorrer com as matérias-primas virgens para a fabricação de novos produtos a partir de material reciclado. Atualmente, a tributação existente tem levado boa parte da cadeia recicladora para a informalidade, logo, a desoneração tributária pode incentivar as empresas a saírem da informalidade, oferecendo mais empregos com o aumento da produção (ZUBEN, 2012).

Não podemos deixar de mencionar a necessidade iminente da promoção da inclusão social e econômica, sobretudo via cooperativas de coletores de materiais recicláveis, uma vez que a PNRS proíbe que os coletores recolham lixo livremente, apesar de não ser a realidade brasileira.

Para estarem de acordo com a PNRS, os municípios devem encerrar as atividades nos lixões (vazadouros à céu aberto) e aterros controlados, passando a receber os resíduos não tratados e os rejeitos em aterros sanitários, cujas características adequam-se à legislação.

Para tanto, o incentivo à indústria da reciclagem somente será possível a partir do momento em que as prefeituras, seja via consórcios públicos ou não, sigam as regras de proteção ambiental.



Refleta

Qual é o papel da população no incentivo à indústria da reciclagem? Você considera que o padrão de cores para a coleta seletiva, estabelecido pela Resolução Conama nº 275/2001, será eficiente para a indústria da reciclagem?

Nesse sentido, a reciclagem é a transformação de resíduos em matéria-prima. Logo, a transformação de resíduos (lixo descartado) pode ser transformada em matéria-prima para outros setores produtivos.



Assimile

Reciclar é diferente de reutilizar; a reciclagem envolve a transformação de materiais, a fim de permitir sua reintrodução no setor produtivo, enquanto que a reutilização não requer processamento, apenas a triagem e limpeza do material.

Geralmente, a reciclagem de grandes quantidades de materiais é realizada em instalações industriais, mas também existem processos de reciclagem de forma artesanal.



Pesquise mais

A reciclagem artesanal mais comum é a de papel branco. Para saber mais sobre esse processo, acesse o material disponível no *link* a seguir. ESCOLA VIRTUAL. Papel Reciclado Artesanal Branco. [s.d.]. Disponível em: <<http://artereciclada.com.br/images/pdf/artesanalbranco.pdf>>. Acesso em: 6 abr. 2018.

Para a reciclagem de cada tipo de material, há processos tecnológicos específicos, sendo alguns baratos e conhecidos, como a reciclagem do alumínio. Porém, para outros tipos de materiais, como alguns tipos de plástico, por exemplo, é preciso aperfeiçoar os processos de reciclagem. Por isso, conforme estudamos na Unidade 2, é preciso cautela ao se priorizar apenas a reciclagem, pois é necessário considerar a análise do ciclo de vida do produto para se ter uma visão clara das vantagens e eventuais desvantagens ambientais envolvidas no processo. Por esse motivo, a prioridade deve ser a redução da geração, além do uso de materiais reciclados, conforme vimos na política dos 5 R's.

Apesar do baixo índice de reciclagem no Brasil, apenas 3%, quando observamos a reciclagem de materiais de forma separada, os dados são mais animadores. A reciclagem de alumínio, obtida pela relação entre o volume de alumínio reciclado e o consumo doméstico, foi de 38,5%, o que coloca o Brasil em posição de destaque, visto que a média mundial é de 27,1% (ABRELPE, 2016). No Brasil, em 2015, foram recicladas 602 mil toneladas de alumínio. Além disso, o país atingiu o índice de 97,9% de reciclagem de latas de alumínio, que corresponde a 292,5 mil toneladas recicladas (ABRELPE, 2016).

Segundo o Panorama Nacional de Resíduos Sólidos (ABRELPE, 2016), a reciclagem anual de papéis (relação entre a taxa de recuperação de papéis com potencial de reciclagem pela quantidade total de papéis recicláveis consumidos no mesmo período) no Brasil, em 2015, foi 63,4%. O processo industrial de reciclagem do papel envolve sua desagregação em água e separação das fibras para passarem por refinamentos antes da utilização. No que se refere à reciclagem de plásticos, o processo é obtido por meio da fundição e transformação em grânulos, que serão usados como matérias-primas para a fabricação de novos produtos. Dentre os diversos tipos de plásticos utilizados, no Brasil, a reciclagem de PET diminuiu, em 2015, com um índice de 51% (ABRELPE, 2016). Isso pode estar atribuído ao fato de que, em tempos de crise financeira, o valor das matérias-primas virgens sofre um decréscimo, o que acaba incentivando seu uso, e não o de matérias-primas provenientes da reciclagem.



Pesquise mais

Contudo, existem diferentes tipos de plásticos, sendo que muitos ainda não apresentam processos de reciclagem economicamente viáveis, como os termorrígidos, uma vez que perdem a maleabilidade quando aquecidos. Para conhecer mais sobre os tipos de plásticos reciclados e a codificação que eles recebem, não deixe de acessar o material a seguir: INSTITUTO CENTRO DE CAPACITAÇÃO E APOIO AO EMPREENDEDOR. **Reutilização e reciclagem do plástico**. Minas Gerais, [s.d.]. Disponível em: <<http://www.centrocape.org.br/arquivos/b0ff4ceee87a899163c3134e2600932b.pdf>>. Acesso em: 6 abr. 2018.

Por fim, no Brasil, 47% das embalagens de vidro foram recicladas em 2011 (CEMPRE, s.d). O processo de reciclagem do vidro também envolve sua fundição em novas peças, economizando 50% no consumo de água em relação à fabricação a partir de matérias-primas primárias (ZUBEN, 2012).



Pesquise mais

Para conhecer mais sobre os processos de reciclagem do alumínio, do papel e do vidro, acesse os vídeos a seguir: GRUPORECICLABR. Ciclo de reciclagem da lata de alumínio. [s.d.]. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Go_xijAjj-k>. Acesso em: 6 abr. 2018.

VIVER SUSTENTÁVEL. Matéria reciclagem de papel. [s.d.]. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=-Mwi9b8RjBw>>. Acesso em: 6 abr. 2018.

PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS. Resíduos sólidos - reciclagem de vidro - como funciona. [s.d.]. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=qUxYd9u-HTI>>. Acesso em: 6 abr. 2018.

O tratamento para os resíduos sólidos orgânicos não é a reciclagem, e sim a compostagem. Conforme discutido na Unidade 2, a compostagem consiste na decomposição controlada de matéria orgânica (de origem animal e vegetal), resultando em um composto orgânico que pode ser utilizado para melhorar as propriedades físicas do solo, além de ter propriedade fertilizante. Este processo pode ser realizado na própria área do aterro sanitário municipal. Além disso, pode ocorrer de forma simples, em montes periodicamente revirados ou até mesmo em instalações de grande porte com tambores rotativos.

A compostagem pode ser dividida em três diferentes fases, sendo elas: mesofílica, termofílica e de maturação, conforme Figura 4.1.

Figura 4.1 | Fases da compostagem

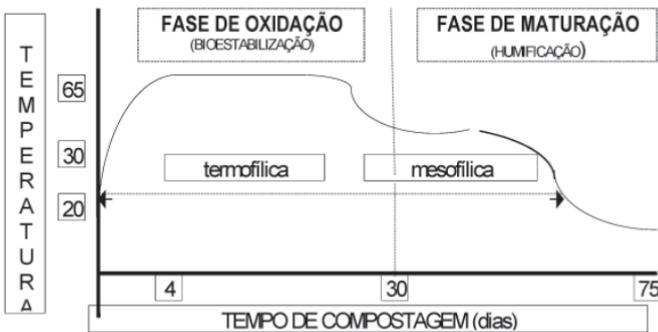


Diagrama das fases da compostagem-Diagrama1

Fonte: <<http://www.proceedings.scielo.br/img/eventos/agrener/n6v1/069d01.gif>>. Acesso em: 6 abr. 2018.

A fase mesofílica pode durar até 15 dias e recebe este nome, pois organismos que atuam nela sobrevivem em temperaturas mais amenas (de até 40 °C), metabolizando as moléculas mais simples. Em seguida, a fase termofílica se estende por, aproximadamente, dois meses, com a ação de organismos que suportam temperaturas mais elevadas (65-70 °C) e degradam as moléculas mais

complexas. Nesse período, a alta temperatura ocasiona a morte de eventuais microrganismos patogênicos. Por fim, ocorre a fase de maturação, que pode durar até dois meses, com diminuição da ação dos microrganismos, devido ao decréscimo gradual da temperatura e da acidez.

Apesar da compostagem ser um processo natural, diversos fatores devem ser controlados, pois podem afetar o processo, sendo eles: aeração, umidade, temperatura, relação carbono/nitrogênio (C/N), granulometria dos materiais envolvidos e dimensões e formas da pilha. Portanto, o controle destes fatores permite otimizar a ação dos agentes biológicos envolvidos na compostagem, como fungos, bactérias e insetos.



Pesquise mais

Para conhecer mais sobre os fatores envolvidos no processo de compostagem, acesse o material a seguir:

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (Esalq – USP). Compostagem. [s.d.]. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/cprural/upimg/evento/arq/22.pdf>>. Acesso em: 6 abr. 2018.

Conforme pode ser observado, há muitas variáveis envolvidas no processo de compostagem, mas quais seriam os materiais que podem ser enviados para compostagem? Basicamente, todos os materiais de origem vegetal ou animal, com exceção da madeira tratada com agrotóxico, dos dejetos humanos, do óleo e do couro.

A incineração é outro importante tipo de tratamento de resíduos sólidos urbanos, apesar de pouco difundido no Brasil, exceto para o tratamento dos resíduos de serviços de saúde. De forma geral, muitos países, sobretudo os nórdicos, incineram seus resíduos também como uma necessidade de diversificar suas fontes energéticas para o aquecimento, devido à densidade populacional ou à pequena extensão territorial, como é o caso do Japão, da Suécia e da Holanda.

A incineração ou o tratamento térmico consiste em queimar os resíduos em fornos especiais, conforme as características dos resíduos: composição, granulometria, poder calorífico e teor de água (CHIRICO, 2013). Existem diferentes tipos de fornos, tais como:

1. Forno a grelha de combustão: processo mais difuso para incineração de resíduos sólidos urbanos, mas não serve para resíduos líquidos ou pastosos.
2. Forno de leito fluidizado: neste a combustão ocorre em um forno vertical no qual é colocado no fundo um estrato de areia, levada ao estado fluido pelo ar comburente injetado no fundo do forno por meio de inúmeros bicos, sendo indicado para combustão de resíduos que possam ser facilmente cortados, como resíduos de materiais plásticos, aglomerados de madeira e lodos industriais;
3. Forno rotativo: utilizado na incineração de resíduos industriais e especiais, no estado líquido, pastoso ou sólido, bem como no tratamento térmico de solos contaminados (CHIRICO, 2013).

Além dos fornos descritos anteriormente, ainda há o tratamento em forno pirolítico, conhecido como pirólise. Neste processo, o resíduo é mantido em ambiente com baixo teor de oxigênio, a uma temperatura em torno de 500 °C, a fim de transformá-lo em gás, hidrocarbonetos e sólidos carbonizados (CHIRICO, 2013). Em outras palavras, o gás produzido não é queimado, pois visa recuperar os materiais úteis e utilizar a energia liberada dos gases da pirólise. No entanto, a pirólise ainda se apresenta de maneira discreta, sendo que, atualmente, existem poucas instalações. Cabe ressaltar também que a pirólise é para materiais plásticos, pneus e componentes eletrônicos.



Pesquise mais

Para conhecer mais sobre os diferentes tipos de fornos utilizados na incineração, acesse o material disponível a seguir e leia as páginas 24 a 40: CHIRICO, V. D. **Incineração de resíduos urbanos**. Zürich, 2013. 95p. Disponível em: <http://www5.ensp.fiocruz.br/biblioteca/dados/txt_349995799.pdf>. Acesso em: 9 abr. 2018.

O coprocessamento também se refere à queima dos resíduos, porém, em fornos de cimento, que não gera novos e substitui as matérias-primas e os combustíveis tradicionais (calcário e argila) no processo de fabricação do cimento (ABCP, 2016). Estes fornos apresentam características ideais para a destruição dos resíduos, como alta temperatura e alto tempo de residência, alta turbulência

dos gases, estabilidade térmica, utilização de tecnologias e instalações existentes, diminuição do volume dos resíduos, entre outros. Além disso, uma grande variedade de resíduos pode ser utilizada no coprocessamento, tais como resíduos oleosos, plásticos, pneus, graxas, ossos de animais, grãos vencidos, lamas siderúrgicas, entre outros. Segundo dados do Panorama do Coprocessamento, entre 2000 e 2015, houve aumento na destruição de resíduos em fornos de cimento da ordem de 500%. Além disso, existe um potencial atual para coprocessamento de 2,5 milhões de toneladas/ano de resíduos pelas 38 fábricas de cimentos licenciadas para a atividade; o que poderia mais que dobrar a quantidade anual coprocessada (ABCP, 2016, p. 19). Cabe ressaltar também que existe potencial de crescimento do coprocessamento de biomassa e medicamentos vencidos, sendo estes resíduos perigosos e que, atualmente, são descartados no lixo comum pela população. Porém, a técnica apresenta algumas desvantagens, por exemplo: emissão de poluentes atmosféricos, volatilização de metais pesados, riscos de acidentes de trabalho devidos aos elementos poluentes, risco de contaminação acidental dos produtos fabricados, além de requisitar alto investimento e manutenção.



Pesquise mais

Para conhecer mais sobre o coprocessamento no Brasil e as perspectivas para o setor, leia o Panorama do Coprocessamento, disponível em: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Panorama do coprocessamento Brasil 2016**. São Paulo, 2016. Disponível em: <http://coprocessamento.org.br/cms/wp-content/uploads/2017/01/Panorama-coprocessamento_2016-1.pdf>. Acesso em: 9 abr. 2018.

Outro tipo de tratamento é o *landfarming*, no qual os resíduos, geralmente, hidrocarbonetos ou outros perigosos, são espalhados e misturados à camada reativa do solo, de forma controlada, a fim de que a própria microbiota do solo atue como agente de degradação (SILVA, 2009). Este processo requer grandes áreas, pois a biodegradação ocorre apenas na camada superior do solo. No Brasil, a norma técnica NBR ISO 13894/97 (ABNT, 1997) estabelece diretrizes e requisitos para a construção, operação e manutenção da unidade de tratamento, além daqueles relativos à topografia, à geologia, aos recursos hídricos, entre outros.

É importante destacar que os municípios, a fim de se adequarem à PNRS, que estabelece o fechamento dos lixões e aterros controlados, deverão construir aterros sanitários para receber os resíduos não tratados e os rejeitos dos diversos processos de tratamento descritos anteriormente. Por isso, com a intenção de cumprir a legislação, é preciso, além de implantar aterros sanitários, investir em algum ou alguns tipos de tratamento de resíduos, para que, de fato, apenas os rejeitos sejam enviados para os aterros, aumentando sua vida útil e protegendo o meio ambiente e a saúde humana. Porém, qual tratamento os municípios devem adotar?

Não há uma legislação ou norma que estabeleça os tipos de tratamento a serem implantados pelos municípios, mas cabe ressaltar que a reciclagem, a compostagem e o coprocessamento são boas indicações de tratamento de resíduos sólidos urbanos. A escolha do tipo de tratamento (ou de mais de um tipo, em associação) deve considerar a região geográfica do município, seus recursos financeiros, econômicos, a disponibilidade de áreas, a possibilidade de consórcios com outros municípios, entre outros. Outro fator de grande relevância para o sucesso da implantação de qualquer tipo de tratamento é a conscientização e a participação da população, conforme discutimos na Unidade 2, associados aos investimentos financeiros e incentivos fiscais do governo federal e estadual.

Como você pode perceber, existem diversos tipos de tratamento para os resíduos. No entanto, ainda são necessários investimentos tanto para melhorar a tecnologia já existente quanto para ampliar o potencial de utilização de cada um deles. Por isso, você, enquanto profissional, terá, neste sentido, um grande desafio, buscando sempre o equilíbrio do tripé do desenvolvimento sustentável, pautado nos aspectos sociais, econômicos e ambientais. Esperamos que a leitura desta seção tenha o motivado a aprofundar seus conhecimentos acerca do tratamento dos resíduos.

Sem medo de errar

Grande parte dos resíduos sólidos gerados nos municípios brasileiros são dispostos em aterros, adequados ou não, sem tratamento prévio, fato este que diminui a vida útil dos aterros sanitários, contamina o meio ambiente e expõe a população a riscos potenciais de contaminação.

Nesse contexto, relembremos o desafio proposto nesta seção. Você é recém-contratado da secretaria de meio ambiente de um pequeno município e fará parte do estudo para implantação de um aterro sanitário na cidade. No entanto, a primeira parte do estudo consiste na identificação de tecnologias de tratamento de resíduos sólidos que podem ser utilizadas no aterro que será implantado. Para guiar seu estudo, você deve responder: quais são as metodologias e técnicas de minimização, reciclagem e reutilização de resíduos sólidos? O que são os processos de compostagem, de uma usina de reciclagem, da incineração e da pirólise? O que são os sistemas de *landfarming* e coprocessamento de resíduos perigosos? Há possibilidade de desenvolver essas técnicas no município?

A não geração e a diminuição da geração de resíduos devem ser prioridade nas políticas públicas, sobretudo municipais, visando diminuir a quantidade de resíduos encaminhados para aterros sanitários. Porém, é preciso também que os municípios invistam em tecnologias de tratamento de resíduos, tais como a reciclagem e a compostagem. A reciclagem e a reutilização de materiais recicláveis, como vidro, plástico, papel e alumínio, podem ser implantadas, considerando que haja triagem dos materiais. O processo de reciclagem consiste em transformar resíduos em matérias-primas secundárias, já a reutilização não requer transformação. Além disso, o município pode estabelecer que os resíduos orgânicos sejam encaminhados para compostagem, que pode ser feita na própria área do aterro sanitário, mas que requer ampla participação da população na sua segregação. Este processo consiste na decomposição dos resíduos orgânicos, por ação de agentes biológicos, resultando em um composto orgânico que pode ser utilizado como adubo orgânico. Apesar de ser pouco comum no Brasil para o tratamento de resíduos sólidos urbanos, a incineração é mais utilizada para o tratamento de resíduos de serviços de saúde, assim como a pirólise (queima com baixíssimo teor de oxigênio) é mais indicada para materiais plásticos, pneus e componentes eletrônicos. Um tratamento interessante e com alto potencial de crescimento, que pode ser proposto para o município, é o coprocessamento, no qual resíduos sólidos urbanos são queimados em fornos de cimento que não geram novos resíduos e substituem matérias-primas e combustíveis tradicionais (calcário e argila). Já o *landfarming* é uma técnica de biorremediação na qual os resíduos oleosos são dispostos na camada ativa do solo, para que seja decomposto. Logo,

não é uma alternativa para os municípios, visto que não se gera este tipo de resíduos. Cabe ressaltar que não há uma legislação ou norma que estabeleça os tipos de tratamento a ser implantado pelos municípios, mas cabe ressaltar que a reciclagem, a compostagem e o coprocessamento são boas indicações de tratamento de resíduos sólidos urbanos.

É importante frisar que foram apresentadas, nesta seção, os tipos de tratamento de forma geral, mas a escolha do tipo (ou de mais de um, em associação) deve considerar a região geográfica do município, seus recursos financeiros, econômicos, a disponibilidade de áreas, a possibilidade de consórcios com outros municípios, entre outros.

Por isso, é importante que você esteja ciente das possibilidades para o município, considerando o que a PNRS preconiza sobre a disposição final. Além disso, é relevante que você aprofunde os estudos sobre as tecnologias de tratamento voltadas para os resíduos sólidos urbanos, considerando a análise da implantação de um aterro sanitário, e o tratamento e a disposição final de resíduos sólidos, urbanos e perigosos.

Bons estudos!

Avançando na prática

Coprocessamento: aplicações!

Descrição da situação-problema

No Brasil, segundo dados da Abrelpe (2016), em 2015, apenas 3% dos resíduos sólidos urbanos foram reciclados. Ao mesmo tempo, segundo o Panorama do Coprocessamento (ABCP, 2016), o Brasil coprocessou, em 2015, 1,07 milhão de toneladas de resíduos. Considerando o contexto apresentado, imagine a seguinte situação: você é o responsável técnico de uma empresa do segmento de coprocessamento de resíduos, que está em fase de licenciamento ambiental. Durante a audiência pública, você é requisitado para responder algumas perguntas da população civil: o que é coprocessamento? Quais são os produtos ou resíduos provenientes deste processo? Quais são as vantagens do coprocessamento como técnica de tratamento de resíduos? Quais são as desvantagens deste tipo de tratamento?

Resolução da situação-problema

É importante que você explique, de forma simples e clara para a população, que o coprocessamento se refere à queima dos resíduos, porém, sem a geração de resíduos. Como vimos, este processo ocorre em fornos de cimento e substitui matérias-primas e combustíveis tradicionais, como o calcário e a argila, no processo de fabricação do cimento. Em outras palavras, traz vantagens ambientais na redução de matérias-primas primárias, uma vez que diminui a pressão sobre os recursos naturais. Além disso, é importante esclarecer que os fornos de cimento têm características ideais para a destruição dos resíduos, como alta temperatura e alto tempo de residência, alta turbulência dos gases, estabilidade térmica, utilização de tecnologias e instalações existentes, entre outras. Outro fator importante é a redução do volume de resíduos encaminhados para os aterros sanitários, aumentando, assim, sua vida útil. Uma grande variedade de resíduos pode também ser utilizada no coprocessamento, por exemplo, resíduos oleosos, plásticos, pneus, graxas, ossos de animais, grão vencidos, lamas siderúrgicas, entre outros. Não deixe de frisar que existe um potencial atual para coprocessamento de 2,5 milhões de toneladas/ano de resíduos pelas 38 fábricas de cimentos licenciadas para a atividade; o que poderia mais que dobrar a quantidade anual coprocessada, ou seja, a implantação de mais uma unidade pode aumentar a capacidade de coprocessamento. No entanto, a técnica apresenta algumas desvantagens, tais como: emissão de poluentes atmosféricos, volatilização de metais pesados, riscos de acidentes de trabalho devidos aos elementos poluentes, risco de contaminação acidental dos produtos fabricados, além de requisitar alto investimento e manutenção.

Faça valer a pena

1. Atualmente, existem diversas tecnologias para o tratamento de resíduos sólidos. Um exemplo de tratamento para resíduos oleosos é _____, no qual os resíduos são espalhados e misturados _____, de forma controlada, a fim de que a própria _____ atue como agente de degradação.

Considerando o contexto apresentado, os termos que preenchem corretamente as lacunas são:

- a) A compostagem; à microbiota do solo; mistura.
- b) O *landfarming*; à camada reativa do solo; microbiota do solo.
- c) A pirólise; à microbiota do solo; camada reativa do solo.
- d) O *landfarming*; à composteira; microbiota do solo.
- e) A incineração; microbiota do solo; mistura.

2. Dentre os diferentes tipos de fornos para queima de resíduos, o _____ é o processo no qual o resíduo é mantido em ambiente com baixo teor de oxigênio, a uma temperatura em torno de 500 °C, a fim de transformá-lo em gás, hidrocarbonetos e sólidos carbonizados. Apesar das vantagens, é pouco difundido no Brasil.

Assinale a alternativa que contém o nome correto do processo descrito no texto anterior.

- a) Pirólise.
- b) Incineração.
- c) Coprocessamento.
- d) Compostagem.
- e) Reciclagem.

3. O tratamento para os resíduos sólidos orgânicos é conhecido como compostagem. Considerando o processo de compostagem, analise as assertivas a seguir.

I - A compostagem pode ocorrer de forma simples, em montes periodicamente revirados ou até mesmo em instalações de grande porte com tambores rotativos.

II - A fase mesofílica pode durar até 15 dias e recebe este nome pois organismos que atuam nesta fase sobrevivem em temperaturas mais amenas (de até 10 °C).

III - A fase termofílica se estende por, aproximadamente, três semanas, com a ação de organismos que suportam temperaturas mais elevadas (100 - 170 °C) e degradam as moléculas mais simples.

Considerando o contexto da compostagem, assinale a alternativa que contém a resposta correta.

- a) Apenas a assertiva I é correta.
- b) Apenas a assertiva II é correta.
- c) Apenas a assertiva III é correta.
- d) As assertivas II e III são corretas.
- e) As assertivas I e III são corretas.

Seção 4.2

Disposição final de resíduos sólidos urbanos

Diálogo aberto

Caro aluno, a questão da geração de resíduos sólidos vem sendo amplamente discutida nas últimas décadas, devido aos impactos relacionados ao seu gerenciamento inadequado e, sobretudo, à disposição inadequada destes resíduos, contaminando o meio ambiente e expondo a população a riscos potenciais de contaminação. Na seção anterior, discutimos sobre algumas tecnologias de tratamento de resíduos sólidos, tais como a reciclagem, a compostagem, a incineração, entre outras. Agora, nesta seção, abordaremos aspectos relacionados à disposição final dos rejeitos.

Diante deste contexto, relembremos a seguinte situação hipotética: você é recém-contratado da Secretaria de Meio Ambiente de um pequeno município que ainda não tem aterro sanitário e encaminha seus resíduos para o lixão (vazadouro a céu aberto) da cidade. Você fará parte do estudo para implantação desse aterro e deverá considerar os seguintes aspectos:

1. Possibilidade de tratamento de resíduos sólidos.
2. Disposição final ambientalmente adequada para os RSU.
3. Como será a disposição final de resíduos perigosos gerados no município.

Agora que você já analisou as tecnologias de tratamento disponíveis e sua viabilidade para o município, você deverá apresentar um comparativo sobre disposição final de resíduos sólidos urbanos em relação ao aterro sanitário, lixão e aterro controlado. Para isso, guie-se pelas seguintes perguntas: por que implantar um aterro sanitário e não um aterro controlado? Como é a estrutura e operação de um aterro sanitário? Qual é sua durabilidade (vida útil)?

Para que você consiga responder estas e outras questões, abordaremos, nesta seção, a situação dos lixões e dos aterros controlados no Brasil e aspectos estruturais e operacionais relativos aos

aterros sanitários. A disposição final dos resíduos é de grande relevância para o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, visto que a disposição inadequada pode comprometer o meio ambiente, a fauna e a flora, além de trazer riscos à saúde humana. Por isso, trata-se de uma importante área de atuação profissional.

Não pode faltar

Caro aluno, discutimos, na Seção 1 desta unidade, sobre as tecnologias de tratamento para os resíduos sólidos, tais como reciclagem, compostagem, incineração, entre outras. Vimos que a segregação dos resíduos, processo este que permite que os resíduos sólidos sejam separados considerando suas características físicas, químicas e biológicas, de forma a destiná-los para os diferentes tipos de tratamento, é a característica comum a quase todas as tecnologias. Além disso, a segregação permite que apenas os rejeitos, ou seja, os resíduos para os quais ainda não existem tecnologias de tratamento ou que o tratamento não seja viável economicamente, sejam encaminhados para a disposição final, tema central desta seção.

No Brasil, segundo dados do Panorama Nacional de Resíduos Sólidos (ABRELPE, 2016), em 2016, 58,4% dos resíduos sólidos urbanos coletados foram encaminhados para aterros sanitários. Este índice representa uma queda de 0,3% quando comparada com o índice de 58,7% de 2015. Além disso, a Figura 4.2 permite observar que aumentaram os índices de disposição final em aterros controlados e lixões.

Figura 4.2 | Disposição final de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil por tipo de destinação (t/dia)



Fonte: Abrelpe (2016, p. 18).

Já a Tabela 4.1 mostra que os aterros controlados e os lixões estão presentes em todas as regiões do Brasil e receberam juntos mais de 81 mil toneladas de resíduos por dia, o que revela um elevado potencial de poluição ambiental.

Tabela 4.1 | Quantidade de municípios por tipo de disposição final adotada

| Disposição Final | Brasil 2015 | 2016 – Regiões e Brasil | | | | | |
|-------------------|-------------|-------------------------|----------|--------------|---------|------|--------|
| | | Norte | Nordeste | Centro-Oeste | Sudeste | Sul | Brasil |
| Aterro sanitário | 2244 | 92 | 458 | 161 | 822 | 706 | 2239 |
| Aterro controlado | 1774 | 112 | 500 | 148 | 644 | 368 | 1772 |
| Lixão | 1552 | 246 | 836 | 158 | 202 | 117 | 1559 |
| Brasil | 5570 | 450 | 1794 | 467 | 1668 | 1191 | 5570 |

Fonte: adaptada de Abrelpe (2016, p. 19).

Observa-se ainda, com a Tabela 4.1, que as regiões Sudeste e Sul são as que mais apresentam municípios com disposição em aterros sanitários. Além disso, considerando dados relativos a alguns países vizinhos, o Brasil mostra uma situação razoável, sobretudo devido ao pouco investimento econômico nas questões sanitárias e ambientais.

Segundo dados do Relatório da Avaliação Regional da Gestão de Resíduos Sólidos na América Latina e no Caribe (OPS/OMS/AIDIS/BID, 2010), países como Chile e Colômbia encaminham, respectivamente, 81,5% e 81,8% de seus resíduos coletados para aterros sanitários. O mesmo relatório aponta um dado interessante, no qual o Uruguai, país com renda per capita de US\$5.380,00 e IDH de 0,765, dispõe de apenas 3,8% de seus resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários, enquanto que El Salvador, com renda mais baixa (US\$2.280,00) e IDH de 0,659, dispõe 78,2% em aterros sanitários (OPS/OMS/AIDIS/BID, 2010).

Portanto, é possível perceber que a disposição de resíduos sólidos urbanos é, em vários países, um grande desafio para os municípios. Mas, entenderemos melhor sobre os lixões, aterros controlados e aterros sanitários.

Os lixões (Figura 4.3), também chamados de vazadouros a céu aberto ou vertedouros, são lugares nos quais todos os tipos de resíduos são despejados sem nenhum tipo de controle e tratamento sanitário, desde os resíduos sólidos urbanos, industriais, de construção e demolição até hospitalares.

Figura 4.3 | Lixão



Fonte: <https://c1.staticflickr.com/8/7474/15674124912_7da5a725bf_b.jpg>. Acesso em: 9 abr. 2018.

Dessa forma, é possível observar nesses lugares a presença de animais (ou até mesmo criação de animais), mau cheiro proveniente da decomposição dos resíduos, pessoas recolhendo lixo para vender para cooperativas de reciclagem ou para subsistência. Além disso, esses lugares não têm medidas de monitoramento ambiental e não apresentam técnicas para impedir os efeitos nocivos da má disposição de resíduos sólidos, tais como:

1. Poluição das águas superficiais e subterrâneas, devido ao escoamento do chorume.
2. Poluição dos solos por metais pesados e outras substâncias perigosas.
3. Poluição do ar causada por poeira, fumaça e mau cheiro.
4. Obstrução dos componentes de drenagem de águas pluviais, agravando alagamentos e enchentes.
5. Poluição visual, com impacto estético e emotivo (medo, nojo).
6. Presença de animais, colocando a integridade física das pessoas em risco.
7. Presença de pessoas vivendo e trabalhando em condições deploráveis e expostas a muitos riscos. Além disso, tem-se a degradação generalizada do local e depreciação do valor comercial dos imóveis próximos aos lixões.



Refleta

No município no qual você vive, qual é a disposição final dos resíduos sólidos urbanos? Há presença de algum lugar inadequado de disposição dos resíduos?

Já o aterro controlado, segundo a NBR 8849/1985 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1985), também é um lugar para a disposição final dos resíduos sólidos, que, apesar de contar com algumas medidas de controle, como o recobrimento dos resíduos com terra, argila e grama, não tem a infraestrutura própria de um aterro sanitário, com todas as medidas de controle, por exemplo, impermeabilização do solo, coleta e tratamento de chorume e extração e queima controlada dos gases gerados. Por isso, temos, no aterro controlado, uma minimização do mau cheiro e, conseqüentemente, da proliferação de insetos e animais. Além disso, a poluição ambiental causada pelo aterro controlado é pontual, mas não é cessada e pode contaminar o solo e o lençol freático.



Assimile

No lixão, os resíduos são dispostos de qualquer forma sobre o solo e não recebem recobrimento, provocando mau cheiro, contaminando o ambiente, atraindo insetos e animais, além dos problemas sociais relacionados aos catadores informais. O aterro controlado é melhor do que o lixão, mas não se compara às medidas de controle exigidas para um aterro sanitário. Por isso, apesar do recobrimento dos resíduos, ainda há poluição no meio ambiente e exposição da população à riscos para saúde.

A NBR 8419/1992 fixa as condições mínimas exigíveis para a apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos e define este tipo de aterro como uma técnica de disposição que não causa danos à saúde e à segurança, além de minimizar os impactos ambientais, uma vez que utiliza técnicas de engenharia para confinar os resíduos, reduzindo seu volume, e cobrindo-os com uma camada de terra. Além disso, diferentemente do lixão e do aterro controlado, o aterro sanitário conta com controle de entrada com porta, pesagem e não há presença de catadores no local.

Porém, os aterros sanitários apresentam alguns inconvenientes, tais como:

1. A necessidade de grandes áreas, adjacentes aos centros urbanos, a fim de diminuir os custos de transporte.
2. A grande influência das condições meteorológicas (chuvas intensas e concentradas).
3. A demanda por material de cobertura.
4. A desvalorização das áreas vizinhas.

Cabe ressaltar que estas exigências normativas não são baratas nem fáceis de serem implementadas, o que acaba comprometendo municípios com poucos recursos financeiros ou cujas atividades econômicas são de pequena escala. Para estes, outras possibilidades estão sendo consideradas, como o incentivo aos consórcios ou de outras formas de cooperação entre os entes federados, visando aumentar as escalas de aproveitamento e reduzir os custos envolvidos, instrumento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).

Além disso, a Resolução Conama nº 404/2008 estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterros sanitários de pequeno porte, com disposição diária de até 20 toneladas de resíduos sólidos urbanos. Dessa forma, a menos que se verifique um elevado potencial poluidor, será dispensado da apresentação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Porém, outras condições podem ser exigidas pelo órgão ambiental competente.

Contudo, cabe ressaltar que os aterros são passíveis de elaboração de EIA/RIMA, conforme consta na Resolução Conama nº 01/1986, devendo o estudo ser submetido ao órgão ambiental competente, que pode ser municipal, caso o município tenha estrutura e condições para isso. Caso contrário, os processos são instruídos no nível estadual. A implantação de um aterro sanitário deve ser realizada por meio de um projeto com responsável técnico, aprovado pelo órgão ambiental competente. Os requisitos para elaboração do relatório técnico podem variar de um estado para outro, mas consistem, basicamente, na apresentação do memorial descritivo, com informações básicas sobre a cidade, os resíduos sólidos, as

condições de operação, os sistemas de drenagem e de tratamento do chorume e do gás, além do plano de monitoramento ambiental e plano de fechamento.

O processo de disposição final começa com a seleção do local, no qual é necessário considerar inúmeras variáveis, como:

1. Distância do centro urbano, a fim de reduzir custos com transporte.
2. Acessibilidade ao local, pois é necessário que a entrada seja fácil, segura e rápida até a frente de trabalho.
3. Área do terreno, considerando a quantidade diária de resíduos recebidos e com vida útil mínima de 10 anos, conforme recomenda a NBR 13896/1997.
4. Direção do vento, que deve ter sentido contrário à população.
5. Profundidade do nível freático, que deve ser superior a 2 (dois) metros.
6. Permeabilidade do solo inferior a 10^{-7} .
7. Opinião pública favorável, entre outras.

Portanto, nota-se que a escolha de um local não é uma tarefa fácil, uma vez que a enorme quantidade de variáveis complica os processos de seleção. Logo, para a seleção da área, deve-se ponderar as variáveis, atribuindo pesos para cada uma e ajustando em função das exigências específicas, por exemplo, as exigências legais. No entanto, cabe ressaltar que uma variável determinante na escolha do local é, sem dúvida, a quantidade de resíduos enviada para o aterro, que você aprendeu a calcular na Unidade 2, pois tem relação direta com a área disponível.

Após a escolha do local, é importante considerar as condições operacionais do aterro, que devem ser planejadas na fase de projeto, a fim de garantir a mitigação dos impactos ambientais. Além disso, é necessário, para o bom funcionamento do aterro, a existência de estruturas que permitam um controle eficiente e que o protejam, como placas informativas, iluminação, cerca e portaria, boas condições de acesso externo e interno, balança rodoviária, pátio para estocagem de material, almoxarifado, sede administrativa, etc.



As condições operacionais referem-se às medidas para mitigar os impactos. Por exemplo, para o tratamento do chorume, podem ser adotadas diferentes condições operacionais (funcionamento convencional, aeração, e aeração/recirculação durante tempos diferentes), considerando a idade do aterro e o grau de estabilização dos resíduos dispostos nele. Além disso, o chorume pode ser encaminhado para uma estação de tratamento de esgoto para ser tratado em conjunto, como ocorre em Jundiaí – SP.

Antes de estudarmos sobre as características operacionais do aterro sanitário, é importante abordarmos sobre os tipos de aterros sanitários. Os aterros diferenciam-se pelas formas construtivas e operacionais, dependendo das condições específicas do local. A forma de operar, de maneira geral, é feita em células, correspondentes a cada jornada de trabalho, a qual varia de um a alguns dias. Porém, é preferível que o recobrimento seja realizado diariamente para mitigar possíveis impactos ambientais, como proliferação de vetores e mau cheiro. Na forma de células, os resíduos são descarregados e compactados por caminhões contra um talude (inclinação, rampa) (Figura 4.4). Já na forma de recobrimento, é lançada uma camada do material de cobertura do solo, que, em seguida, é compactado, fechando a célula ao final de cada jornal de trabalho.

Figura 4.4 | Disposição de resíduos na célula do aterro sanitário





Fonte: acervo da autora.

Além das formas de dispor os resíduos, existem três métodos de executar um aterro sanitário, considerando as posições dos aterros. Para terrenos acidentados e planos, o ideal é que a posição seja acima do terreno. Nos terrenos acidentados, os resíduos são descarregados e compactados junto à base do desnível já existente, formando células sucessivas. Já nos terrenos planos, é preciso criar desníveis com os próprios resíduos, sendo que a célula inicial substitui os desníveis naturais (BARROS, 2012).

Uma vez dispostos, estes resíduos passarão por processos de decomposição, que varia ao longo do tempo e, normalmente, seguem 5 (cinco) etapas, conforme Quadro 4.1.

Quadro 4.1 | Fase de decomposição dos resíduos no aterro sanitário

| Fase | Descrição |
|---|--|
| I - Anaeróbia | Os componentes orgânicos biodegradáveis são decompostos microbiologicamente (presente nos resíduos e no solo de cobertura) assim que dispostos no aterro, pois ainda há presença de oxigênio. |
| II - Anaeróbia ácida, de transição | O oxigênio se esgota e desenvolve condições anaeróbias. Nitrato e sulfato são reduzidos a nitrogênio gasoso e sulfeto de hidrogênio. |
| III - Metanogênica instável | A atividade microbiana é acelerada e há grande produção de ácidos orgânicos. Também ocorre a hidrólise de compostos de alto peso molecular e a conversão microbiana destes compostos, além da produção de gás carbônico. |
| IV - Metanogênica estável, de fermentação de metano | Há conversão microbiológica de ácidos acéticos e hidrogênio gasoso em metano e gás carbônico. |
| XXV - Maturação XX | A água continua a migrar através dos resíduos e, por isso, porção do material biodegradável que estava indisponível é convertida. Nesse contexto, tem-se a diminuição da taxa de geração de metano. |

Fonte: adaptado de Barros (2012, p. 199-200).

É importante frisar que a decomposição dos resíduos, além do gás metano (CH_4) e do gás carbônico (CO_2), produz chorume, proveniente da dissolução de matéria orgânica, acrescido das águas de chuva que entram no maciço. Por isso, conforme estabelece a NBR 8419/1992, os aterros devem ter sistemas de coleta e tratamento de chorume e de gases, além de proteger o solo e as águas superficiais e subterrâneas por meio da impermeabilização do solo e drenagem de águas pluviais.

A impermeabilização do solo pode ser feita com compactação de argila ou com a aplicação de geossintéticos (produtos industrializados de baixíssima permeabilidade), dependendo das condições locais e dos recursos humanos e financeiros. A drenagem de águas pluviais (Figura 4.5) pode ser realizada com a construção de canaletas ao redor do aterro, a fim de evitar que as águas de chuvas que se precipitam nas superfícies vizinhas alcancem as áreas de operação do aterro.

Já o sistema de drenagem do chorume é formado por drenos horizontais, com uma declividade de pelo menos 2%, preenchidos com brita, devendo ser direcionados a um poço de captação ou diretamente a um sistema de tratamento de chorume.



Pesquise mais

Existem várias tecnologias de tratamento de chorume, com eficiências diferentes, em função da remoção de alguns poluentes. Para conhecer os principais poluentes presentes no chorume, bem como as tecnologias de tratamento, acesse o material disponível no *link* a seguir:

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E ARQUITETURA – RJ. Tratamento de chorume. [s.d.]. Disponível em: <<https://www.crea-rj.org.br/wp-content/uploads/2014/08/01-PALESTRA-GRATUITA-TRATAMENTO-DE-CHORUME-06-AGO-14.pdf>>. Acesso em: 9 abr. 2018.

O controle dos gases gerados, principalmente metano e gás carbônico, é de suma importância, visto que estes podem se infiltrar no subsolo, atingir as redes de esgoto e causar problemas em espaços confinados, já que o metano pode formar, com o oxigênio, uma mistura explosiva. Em aterros com estrutura mais complexa, o metano é separado para posterior utilização como combustível. Por isso, o controle da geração dos gases deve ser feito por meio de um sistema de drenagem, constituído por drenos verticais, colocados em diferentes pontos do aterro. Esses drenos são constituídos pela superposição

e por tubos perfurados (Figura 4.5), geralmente de concreto ou aço, preenchidos com brita, nos quais os gases serão queimados na extremidade, a fim de evitar maus odores e seu escape para a atmosfera (BARROS, 2012).

Figura 4.5 | Sistema de drenagem e queima de gases



Fonte: acervo da autora.

Por fim, para que o aterro mantenha um bom funcionamento e garanta, assim, a proteção do meio ambiente, é fundamental que seja realizado o monitoramento ambiental, a fim de avaliar seus impactos. Para isso, utiliza-se indicadores de qualidade, seguindo parâmetros legais de qualidade da água, do solo e do ar. Além disso, é necessário o monitoramento geotécnico, devido às movimentações no local, e monitoramento de operação, com a intenção de atestar as boas condições de funcionamento e atendimento às exigências legais e de segurança. Cabe ressaltar ainda que o monitoramento deve se estender por mais 10 anos após seu encerramento (no mínimo).

Dessa forma, concluímos os nossos estudos sobre a disposição final de resíduos sólidos urbanos. Esperamos que tenha se sentido motivado a aprofundar seus conhecimentos acerca dos assuntos tratados nesta seção, dada a importância para a proteção do meio ambiente e segurança da população.

Caro aluno, a disposição inadequada de resíduos sólidos é um dos principais impactos ambientais da sociedade moderna. Associado a isto, podemos dizer, portanto, que a construção e implantação de aterros sanitários são os principais desafios dos municípios, em função da escassez de mão de obra qualificada e carência de recursos financeiros.

Diante desse contexto, você é um profissional da área ambiental da Secretaria de Meio Ambiente de um pequeno município que ainda não tem aterro sanitário e encaminha seus resíduos para o lixão da cidade. Por isso, você fará parte do estudo para implantação desse aterro. Você já analisou as tecnologias de tratamento disponíveis e sua viabilidade para o município e, agora, deverá apresentar um comparativo sobre disposição final de resíduos sólidos urbanos, em relação ao aterro sanitário, lixão e aterro controlado. Para isso, guie-se pelas seguintes perguntas: por que implantar um aterro sanitário e não um aterro controlado? Como é a estrutura e operação de um aterro sanitário? Qual é sua durabilidade (vida útil)?

A disposição de resíduos sólidos de forma inadequada, a céu aberto, ou seja, em lixões, traz inúmeros efeitos nocivos, como:

1. Poluição das águas superficiais e subterrâneas.
2. Poluição dos solos por metais pesados presentes no chorume.
3. Poluição do ar causada por poeira, fumaça e mau cheiro.
4. Obstrução de componentes de drenagem de águas pluviais.
5. Poluição visual.
6. Proliferação de vetores de doenças e atração de animais.
7. Presença de pessoas trabalhando e vivendo em condições deploráveis e expostas a riscos. Porém, o aterro controlado não é suficiente para eliminar ou minimizar todos os efeitos nocivos, uma vez que não há dispositivos para tratamento do chorume e do gás produzido.

Segundo a NBR 8849/1985, o que há no projeto do aterro controlado é somente o recobrimento dos resíduos a cada final de jornada de trabalho. Dessa forma, a poluição será pontual, mas não deixará de existir. Por isso, é de suma importância que o município implante o aterro sanitário, seguindo as normas de construção, implantação e operação, estabelecidas pela NBR 8419/1992. Este método utiliza

princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos e reduzi-los ao menor volume, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada trabalho, assim como no aterro controlado. Porém, outras medidas de controle são adotadas em sua estrutura, por exemplo:

1. Sistema de impermeabilização de base e laterais.
2. Sistema de recobrimento diário e cobertura final.
3. Sistema de coleta e drenagem de líquidos percolados.
4. Sistema de coleta e tratamento dos gases.
5. Sistema de drenagem superficial.
6. Sistema de tratamento de líquidos percolados.
7. Sistema de monitoramento.

Além disso, considera-se as características da área para implantação do aterro, levando em conta a distância do centro urbano, a direção dos ventos contrária aos centros urbanos, o crescimento do perímetro urbano, etc. Todas essas características visam reduzir ou eliminar muitos impactos ocasionados pela disposição dos resíduos.

Porém, é preciso frisar que, para o bom funcionamento do aterro sanitário, procedimentos específicos devem ser seguidos durante todas as fases do projeto, operação e monitoramento. Segundo a NBR 8419/1992, a instalação do aterro deve ter um registro de operação, no qual é necessário constar, entre outras informações: descrição e quantidade de resíduos recebidos, registro das atividades realizadas, registro das inspeções e do monitoramento e relatório anual. Cabe frisar que, segundo a norma supracitada, faz parte das condições gerais de operação o não recebimento de resíduos inflamáveis e reativos, resíduos com menos de 15% de sólidos totais (em massa), por não suportarem cobertura, e a disposição de embalagens vazias deve seguir recomendações específicas. Referente à vida útil de um aterro, é necessário calcular considerando a taxa de crescimento da população do município, estudada na Unidade 2. Porém, a NBR 13896/1997 recomenda a construção de aterros com vida útil mínima de 10 anos, sendo que seu monitoramento deve se estender por mais 10 anos após seu encerramento (no mínimo). Lembre-se de que se trata de uma situação hipotética, mas que reflete uma importante área de atuação profissional. Por isso, empenhe-se na resolução para a concretização do estudo da unidade.

Escolhendo o tipo de aterro segundo a forma de execução

Descrição da situação-problema

As atividades relacionadas à limpeza urbana competem aos municípios, sendo um dos principais desafios da gestão pública. Nas capitais e cidades maiores, mesmo contando com mais recursos, os gestores públicos enfrentam dificuldades devido às concentrações, às quantidades e às características dos resíduos sólidos, além da própria dinâmica urbana. Diante disso, muitos municípios brasileiros ainda não apresentam aterro sanitário para disposição dos seus resíduos. Nesse contexto, imagine a seguinte situação hipotética: você é funcionário público de um município, cuja gestão acaba de adquirir uma área para construção e implantação de um aterro sanitário. Sabe-se que a área é plana e seca e apresenta boa disponibilidade de material de cobertura. Diante dessa informação, você, enquanto profissional da área ambiental, indicaria a construção de qual tipo de aterro sanitário? Qual é a posição do aterro com relação a este terreno plano?

Resolução da situação-problema

Há fundamentalmente três métodos de executar um aterro sanitário, em função das circunstâncias locais, sendo elas: trincheira, rampa (escavação progressiva) e área. Para terrenos planos e que apresentam boa disponibilidade de material de cobertura, o método rampa é o mais indicado, uma vez que, na parte oposta à disposição dos resíduos, o material de cobertura é escorado, formando células que vão sendo encerradas ao final de cada jornada de trabalho. A rampa deve ser escavada no próprio solo, porém, 2 (dois) metros acima do lençol freático, no qual o lixo é compactado em camadas inclinadas de até 3 (três) ou 4 (quatro) metros de altura. Além disso, a posição do aterro, neste caso de terreno plano, deve ser acima do terreno, no qual os desníveis são criados com os próprios resíduos, sendo que a célula inicial substitui os desníveis naturais.

Faça valer a pena

1. A NBR 8419/1992 fixa as condições mínimas exigíveis para a apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos e define este tipo de aterro como uma técnica de disposição que não causa danos à saúde e à segurança, além de minimizar os impactos ambientais. Considerando o contexto apresentado, analise as afirmativas a seguir:

I - Os aterros sanitários têm alguns inconvenientes, como a necessidade de grandes áreas.

II - Os aterros são passíveis de elaboração de EIA/RIMA, conforme consta na Resolução Conama nº 01/1986, devendo o estudo ser submetido ao órgão ambiental federal.

III - O processo de disposição final em aterro sanitário começa com a seleção do local e deve considerar uma vida útil mínima de 20 anos, conforme recomenda a NBR 13896/1997.

IV - Os aterros diferenciam-se pelas formas construtivas e operacionais, dependendo das condições específicas do local.

Considerando a análise das afirmativas, assinale a alternativa com a resposta correta.

- a) Apenas a afirmativa I está correta.
- b) As afirmativas I e IV estão corretas.
- c) As afirmativas II e III estão corretas.
- d) As afirmativas II e IV estão corretas.
- e) Todas as afirmativas estão corretas.

2. Os aterros sanitários diferem-se pela forma de dispor os resíduos e pela forma de execução, considerando as posições dos aterros.

Para terrenos acidentados e terrenos planos, o ideal é que a posição seja _____ do terreno. Nos terrenos _____, os resíduos são descarregados e compactados junto à base do desnível já existente, formando células sucessivas. Já nos terrenos _____, é necessário criar desníveis com os próprios resíduos, sendo que a célula inicial substitui os desníveis naturais.

Considerando o texto apresentado, assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas.

- a) Abaixo; acidentados; acidentados.
- b) Abaixo; acidentados; planos.
- c) Acima; acidentados; planos.
- d) Abaixo; planos; acidentados.
- e) Acima; planos; acidentados.

3. Uma vez dispostos nos aterros, os resíduos sólidos urbanos passam por processos de decomposição, que varia ao longo do tempo e, normalmente, seguem 5 (cinco) etapas:

1. Anaeróbia ácida, de transição.
2. Metanogênica estável, de fermentação de metano.
3. Maturação.
4. Metanogênica instável.
5. Anaeróbia.

Considerando os processos de decomposição, assinale a alternativa que representa sua ordem correta.

- a) 2 – 1 – 4 – 5 – 3.
- b) 5 – 1 – 4 – 3 – 2.
- c) 1 – 5 – 3 – 2 – 4.
- d) 5 – 1 – 4 – 2 – 3.
- e) 3 – 1 – 2 – 4 – 5.

Seção 4.3

Disposição final de resíduos sólidos perigosos

Diálogo aberto

Caro aluno, a disposição inadequada de resíduos sólidos, sobretudo os resíduos perigosos, pode ocasionar impactos irreversíveis no meio ambiente e expor a população a riscos potenciais para a saúde. Nesse contexto, estudamos, na Seção 4.1, sobre as tecnologias de tratamento de resíduos sólidos, visando minimizar a degradação ao meio ambiente, a partir da sua reintrodução no setor produtivo, diminuição do volume, descaracterização e desinfecção, como no caso dos resíduos de serviços de saúde. Vimos também, na Seção 4.2, alguns aspectos estruturais e operacionais dos lixões, aterros controlados e sanitários, os quais são obras de engenharia para a disposição de rejeitos, que minimizam a degradação ao meio ambiente. Porém, os resíduos sólidos perigosos não podem ser dispostos em aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos.

Diante desse contexto, imagine a seguinte situação hipotética: você é recém-contratado da Secretaria de Meio Ambiente de um pequeno município que ainda não tem aterro sanitário e encaminha seus resíduos para o lixão da cidade. Por isso, você fará parte do estudo para implantação desse aterro, considerando:

1. Possibilidade de tratamento de resíduos sólidos.
2. Disposição final ambientalmente adequada para os RSU.
3. Como será a disposição final de resíduos perigosos gerados no município.

Você já identificou as tecnologias de tratamento dos resíduos sólidos e apresentou um comparativo sobre disposição final de resíduos sólidos urbanos, em relação ao aterro sanitário, aterro controlado e lixão. Agora, nesta última etapa, é necessário analisar a disposição de resíduos sólidos perigosos no município. Para isso, guie-se pelos seguintes pontos: no município, há geração de resíduos perigosos? Como deve ser realizado o manejo destes resíduos (acondicionamento, coleta, transporte)? O gerenciamento de resíduos perigosos

é atribuição do município? Quais são as principais características de um aterro de resíduos perigosos, segundo a NBR ABNT 10157/1987?

Para que você consiga responder a essas e outras perguntas, estudaremos, nesta seção, a disposição final de resíduos sólidos perigosos, que deve constar no Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, estudado na Unidade 2. Esperamos que você, enquanto profissional, esteja motivado a conhecer e ampliar seus conhecimentos sobre este assunto, de grande relevância para a qualidade do meio ambiente e para o bem-estar da população.

Boa leitura!

Não pode faltar

Caro aluno, ao longo deste livro didático você pode perceber que os resíduos sólidos são um dos principais problemas ambientais do Brasil, uma vez que seu manejo inadequado, ao longo do tempo, causou cumulativa degradação ambiental e, conseqüentemente, da saúde pública. A situação no Brasil, até o passado recente, caracterizava-se pela destinação e disposição inadequada de uma grande parte dos resíduos e rejeitos. Tanto os municípios quanto as indústrias utilizavam, de forma sistemática, os vazadouros a céu aberto para dispor seus resíduos, além de áreas clandestinas.

Cabe ressaltar que a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6938/1981) já definia, em seu art. 3º, inciso III, como poluição e, portanto, como crime “a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: [...] e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos” (BRASIL, 1981). Contudo, não havia, na época, a pressão legal da Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (BRASIL, 2010a), estruturas de fiscalização e sistemas de informações de controle. Como consequência desse cenário, tem-se um acúmulo enorme de passivos ambientais, como os lixões municipais e depósitos inadequados de resíduos industriais.



Refleta

Você conhece algum passivo ambiental decorrente da disposição inadequada de resíduos perigosos no município em que vive?

De forma progressiva, este cenário começou a mudar, uma vez que muitas indústrias passaram a adotar novos procedimentos de gerenciamento de resíduos, devido à pressão dos órgãos ambientais e à adoção de políticas ambientais por exigência dos clientes. Mais tarde, a PNRS trouxe um conjunto muito abrangente de instrumentos para mudar esse cenário, como os planos de resíduos sólidos, a coleta seletiva, o acordo setorial, entre outras.

Além disso, a PNRS, Lei nº 12305, prevê duas classificações para os resíduos, considerando a origem e a periculosidade. Segundo o art. 13, inciso II, alínea a:

[...] resíduos perigosos são 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.



Como resíduos perigosos, podemos citar os de serviços de saúde, os de construção e demolição, que contêm solventes e tintas, os industriais, que apresentam algumas das características de periculosidade, etc. Além disso, a NBR 10004/2004 traz que a periculosidade de um resíduo está relacionada à característica apresentada por um resíduo em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, que pode causar riscos à saúde pública e ao meio ambiente (ABNT, 2004).



Pesquise mais

Para conhecer as características estabelecidas na NBR 10004/2004 e a classificação estabelecida na Resolução nº 420, de 2004, da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), acesse os *links* a seguir:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Resolução nº 420, de 12 de fevereiro de 2004**. Aprova as instruções complementares ao regulamento do transporte terrestre de produtos perigosos. Disponível em: <<http://www.sbpc.org.br/upload/conteudo/320110405154556.pdf>>. Acesso em: 9 abr. 2018.

Já o Decreto nº 7404/2010, que regulamenta a PNRS, considera também como geradores e operadores de resíduos perigosos aquelas atividades que prestam serviços de coleta, transporte, transbordo, armazenamento, tratamento, destinação e disposição final de resíduos ou rejeitos perigosos (BRASIL, 2010b). Além disso, é importante destacar que o gerenciamento dos resíduos perigosos, conforme estabelece o art. 10, da PNRS (BRASIL, 2010a), é de responsabilidade do gerador, sendo obrigatória a elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Perigosos, conforme art. 20. Porém, o poder público municipal deve mencionar, em seu Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, a identificação dos resíduos sólidos e dos geradores sujeitos a plano de gerenciamento específico, conforme art. 19, inciso IV.

Além disso, as empresas operadoras de resíduos perigosos deverão estar licenciadas e, se necessário, o órgão licenciador poderá exigir a contratação de um seguro de responsabilidade civil por danos causados ao meio ambiente ou à saúde pública. As empresas operadoras de resíduos perigosos também devem estar registradas no cadastro nacional de operadores de resíduos perigosos junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama).

Para o manuseio dos resíduos perigosos, é importante observar as boas práticas previstas para a manipulação de produtos químicos, devendo estar atento à qualificação e ao treinamento dos profissionais envolvidos e ao uso de equipamentos de proteção individual (EPI). A manipulação de diferentes tipos de resíduos perigosos, bem como seu acondicionamento temporário e transporte terrestre deve considerar a compatibilidade de suas características físicas, químicas e biológicas, além daquelas referentes à periculosidade, a fim de evitar reações químicas e, conseqüentemente, possíveis explosões e acidentes.

De acordo com a Resolução nº 420 de 2004, da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT, 2004), a classificação de um produto perigoso leva em consideração as características físico-químicas para atribuir uma das classes ou subclasses que o regulamento da ANTT propõe. Essa classificação é dada para o manuseio correto do material durante seu transporte, mas, baseados nessa subdivisão, é possível descrever características dos resíduos químicos apenas de acordo com o que está descrito em sua embalagem (Quadro 4.2).

Quadro 4.2 | Exemplo de classificação e simbologia para produtos químicos perigosos

| Símbolo | Classe e subclasse de risco |
|---|---|
|  | Subclasse 1.1 Substâncias e artigos com risco de explosão em massa. |
|  | Subclasse 5.2 - Peróxidos orgânicos Substâncias orgânicas que podem sofrer uma decomposição exotérmica auto-acelerável. Além disso, podem ser sujeitos a decomposição explosiva; queimar rapidamente; ser sensíveis a choque ou a atrito; reagir perigosamente com outras substâncias; e causar danos aos olhos. |

Fonte: adaptado de ANTT (2004, p. 31-34; 566-569).



Exemplificando

Os resíduos perigosos, sobretudo os químicos perigosos, em decorrência de suas propriedades físicas e químicas, podem reagir violentamente, resultando em uma explosão ou na produção de gases tóxicos ou inflamáveis. Por isso, o correto gerenciamento destes resíduos é de suma importância. Por exemplo, a acetona é incompatível com o bromo, cloro, ácido nítrico e ácido sulfúrico.



Pesquise mais

Para conhecer mais sobre algumas substâncias e suas incompatibilidades, acesse a NBR 14619/2003 em:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14619**: transporte terrestre de produtos perigosos - Incompatibilidade química. Rio de Janeiro, 2003.

Além disso, vale ressaltar que é preciso observar também a compatibilidade dos resíduos com os recipientes. Por exemplo, resíduos que têm característica de corrosividade não podem ser acondicionados em recipientes metálicos. Por isso, todo resíduo deve estar identificado e padronizado internacionalmente, considerando a simbologia de risco NFPA 704/1996 (Associação Nacional de Proteção Contra o Fogo - *National Fire Protection Association*), dos EUA, também conhecida como diagrama de Hommel (Figura 4.6).

Figura 4.6 | Diagrama de Hommel



Fonte: adaptado de NFPA 704 (2017, p. 10-15).

A partir de cores, o diagrama identifica se a substância é reativa (amarelo), inflamável (vermelho) ou tóxica (azul) e, a partir de números (0 – 4), o grau de atividade, sendo 0, pouco reativo (estável), e 4, muito reativo (tóxico ou facilmente inflamável).



Assimile

É importante ressaltar que, quando o resíduo for constituído de uma mistura, deve-se utilizar o código/número do que for mais perigoso ou o que estiver em maior proporção.

O armazenamento de resíduos sólidos perigosos deve seguir os critérios estabelecidos na NBR 12235/1992. Segundo esta norma, nenhum resíduo perigoso pode ser armazenado sem análise prévia de suas propriedades físicas e químicas, o local de armazenamento deve ter um plano de amostragem de resíduos, além de trazer critérios para a localização, identificação e sinalização do local de armazenamento. Além disso, a norma estabelece que todos os locais de armazenamento de resíduos perigosos devem conter equipamentos de controle de poluição e/ou sistemas de tratamento de poluentes ambientais, de acordo com as características dos resíduos, das condições de armazenamento e da operação do sistema.

A identificação dos resíduos perigosos para o correto manejo e acondicionamento também é essencial para o transporte, visto que a maior movimentação de resíduos perigosos, no Brasil, ocorre no

modal terrestre, sobretudo rodoviário. Por isso, há todo um conjunto de requisitos legais aplicáveis, com destaque para o Decreto nº 96044/1988, que regulamenta o transporte rodoviário de produtos perigosos, complementares e suas revisões, algumas normas técnicas da ABNT, como a NBR 13221/2003 – transporte terrestre de resíduos, além de algumas regulamentações da ANTT, como a Resolução nº 420/2004 e suas alterações. Quando se fala em destinação dos resíduos perigosos, têm-se três opções de maior importância: a incineração e o coprocessamento, que são técnicas de tratamento, conforme estudamos na Seção 4.1, e a disposição em aterros industriais, foco desta seção.

Os aterros industriais dividem-se em dois grupos: os aterros de classe I (resíduos perigosos) e os aterros de classe II (resíduos não perigosos), considerando a classificação dos resíduos da NBR 10004/2004. Porém, cabe ressaltar que apenas os rejeitos devem ser enviados para os aterros, os quais, conforme estudamos na seção anterior, são obrigados a contemplar níveis de proteção dos solos e das águas subterrâneas e superficiais, além de um sistema de coleta e tratamento dos gases gerados na decomposição dos resíduos. Porém, os aterros industriais da classe I, para resíduos perigosos, têm a necessidade de atender aos critérios construtivos e operacionais mais conservativos, estabelecidos na NBR 10157/1987 - Aterros de resíduos perigosos - Critérios para projeto, construção e operação.

Segundo esta normativa, são critérios para localização de aterro de resíduo perigoso: locais com declividade superior a 1% e inferior a 20%, distância mínima de 200 metros de qualquer coleção hídrica ou curso de água, vida útil mínima de 10 anos, distância superior a 500 m de núcleos populacionais, além de não poder ser executado em áreas sujeitas a inundações, em períodos de recorrência de 100 anos. Além disso, o aterro deve ter as seguintes características de isolamento e sinalização: cerca para impedir o acesso de pessoas estranhas e animais, portão junto ao qual seja estabelecida uma forma de controle de acesso ao local, sinalização de entrada e cerca viva arbustiva ou arbórea ao redor da instalação, como quebra-vento.

Assim como a norma de armazenamento de resíduos perigosos, a NBR 10157/1987 estabelece que nenhuma instalação pode receber resíduos perigosos sem que estes sejam analisados em função de suas propriedades físicas e químicas. Por isso, o aterro de resí-

duos perigosos deve apresentar um plano rotineiro de amostragem e análise dos resíduos, para que seja realizado o monitoramento da qualidade dos resíduos que chegam, conforme consta na NBR 10157/1987. Este plano deve incluir os parâmetros analisados em cada resíduo, o método de amostragem que é utilizado, os métodos de análise e ensaios, a frequência de análise, as características de periculosidade e a incompatibilidade com outros resíduos. Logo, é necessário que os aterros que recebem resíduos perigosos tenham laboratório para realização de testes expeditos.

Sobre os critérios para proteção de águas subterrâneas e superficiais, a NBR 10157/1987 estabelece que todas as instalações que tratam, estoquem ou depositem resíduos perigosos devem apresentar um sistema de monitoramento das águas subterrâneas. Devem ser construídos, no mínimo, quatro poços de monitoramento, sendo um a montante e três a jusante do sentido do fluxo do escoamento do lençol freático. Além disso, estes poços devem ter diâmetro suficiente para permitir a coleta de amostras. Vale ressaltar que o monitoramento deve ser realizado durante toda a vida útil do aterro e até 20 anos pós-fechamento.

Para a proteção dos solos, a camada de impermeabilização deve ser construída com materiais de propriedades químicas compatíveis com o resíduo, resistentes à ruptura, além de ser colocada em uma fundação capaz de suportá-la. O sistema de drenagem do percolado (chorume) deve ser instalado acima da impermeabilização e projetado de forma a não entupir. É necessário também um sistema de drenagem para águas superficiais, considerando períodos chuvosos, de forma que não haja mistura com o percolado. Além disso, deve-se estar atento à compatibilidade dos resíduos com o material utilizado para construir o sistema de drenagem, sendo necessário que o aterro tenha um sistema de tratamento desse percolado, a fim de atender aos padrões de emissão e garantir a qualidade do corpo receptor.

Os critérios de segurança do aterro visam evitar possíveis riscos de explosão, fogo e liberação de gases tóxicos. Nesse sentido, é necessário, mais uma vez, considerar a compatibilidade dos resíduos, de forma a não colocar resíduos incompatíveis em contato. Em casos de acidades, a NBR 10157/1987 estabelece a necessidade do Plano de Emergência, que deve conter as medidas a serem tomadas para possíveis acidentes, a indicação das pessoas que atuarão

como coordenadores das ações de emergência, os equipamentos de segurança existentes, sua localização, seu tipo e sua capacidade.

Além disso, é necessário que o aterro apresente um plano de inspeção, a fim de verificar a integridade dos seus componentes, devendo considerar os possíveis problemas a serem observados. Por fim, o aterro deve ter o plano de encerramento, visando minimizar a necessidade de manutenção futura e minimizar ou evitar a liberação de líquido percolado contaminado e/ou gases para o lençol de águas subterrâneas, para os corpos d'água superficiais ou para a atmosfera (ABNT,1987).

Dessa forma, é possível perceber que as medidas construtivas e operacionais pretendem, de forma criteriosa, garantir que os resíduos perigosos não contaminem o meio ambiente e não ofereçam riscos à saúde humana. No entanto, é importante destacar que uma grande parte dos resíduos, sobretudo os perigosos, ainda é encaminhada para aterros de resíduos perigosos, em geral, a alternativa de menor custo. Contudo, conforme discutimos ao longo deste livro didático, muitos podem apresentar oportunidade potencial de reutilização, reciclagem ou tratamento, devendo ser direcionada para outras alternativas que não seja a disposição em aterros. Por isso, deve-se priorizar as metas de reduzir ou eliminar a periculosidade dos resíduos.

Assim, chegamos ao final do nosso estudo sobre a gestão de resíduos sólidos. Esperamos que você tenha se sentido motivado a aprofundar seus conhecimentos nesse ramo que, além de ser um grande desafio para o Brasil, é uma grande área de atuação profissional. Lembre-se de que você também deve entregar o resultado final do desafio proposto nesta unidade, que é a análise da implantação de um aterro sanitário, e sobre o tratamento e a disposição final de resíduos sólidos, urbanos e perigosos.

Bons estudos!

Sem medo de errar

A disposição inadequada dos resíduos sólidos contamina o meio ambiente e oferece riscos à saúde humana. Por isso, é imprescindível o correto gerenciamento dos resíduos, desde a identificação até a destinação e disposição final. Nesse sentido, retomaremos o contexto de aprendizagem e o desafio desta seção: você acaba de ser contratado

pela Secretaria de Meio Ambiente de um pequeno município que ainda não tem aterro sanitário, e fará parte do estudo para implantação deste. Para isso, você deverá considerar a possibilidade de tratamento de resíduos sólidos, a disposição final ambientalmente adequada para os RSU e como será a disposição final de resíduos perigosos gerados no município. Você está na última etapa e deverá analisar a disposição de resíduos sólidos perigosos no município, a partir das seguintes perguntas: no município, há geração de resíduos perigosos? Como deve ser realizado o manejo destes resíduos (acondicionamento, coleta e transporte)? O gerenciamento de resíduos perigosos é atribuição do município? Quais são as principais características de um aterro de resíduos perigosos, segundo a NBR ABNT 10157/1987?

Nos municípios, além da geração de resíduos sólidos urbanos, há também a geração de outros tipos de resíduos, como os de serviços de saúde, alguns industriais, alguns da construção civil, etc. Por isso, mesmo que a responsabilidade seja de quem os gerou, o município deve identificar os resíduos e seus geradores no Plano Municipal Integrado de Resíduos Sólidos.

De acordo com a Resolução nº 420/2004 da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) e suas alterações, a classificação de um produto perigoso, no caso de produtos químicos, deve ser feita pelo seu fabricante, tomando como base as características físico-químicas e o colocando em uma das classes ou subclasses que o regulamento da ANTT propõe. A manipulação de diferentes tipos de resíduos perigosos, bem como seu acondicionamento temporário e transporte terrestre deve considerar a incompatibilidade de suas características físicas, químicas e biológicas, conforme a NBR 14619/2003, além das características de periculosidade, a fim de evitar reações químicas e, conseqüentemente, possíveis explosões e acidentes. Por isso, todo resíduo deve estar identificado e padronizado internacionalmente, considerando a simbologia de risco NFPA 704/1996 (*National Fire Protection Association*), dos EUA, também conhecida como diagrama de Hommel. Já o armazenamento de resíduos sólidos perigosos deve seguir os critérios estabelecidos na NBR 12235/1992, que estabelece, por exemplo, a obrigatoriedade da análise prévia de suas propriedades físicas e químicas. No que se refere ao transporte, existem diversos requisitos legais aplicáveis, com destaque para o Decreto nº 9604/1988, que regulamenta o transporte rodoviário de produtos pe-

rigosos, complementares e suas revisões, algumas normas técnicas da ABNT, como a NBR 13221/2003 – transporte terrestre de resíduos, além de algumas regulamentações da ANTT, como a Resolução nº 420/2004 e suas alterações.

Os aterros industriais classe I, para resíduos perigosos, têm a necessidade de atender aos critérios construtivos e operacionais mais conservativos, estabelecidos na NBR 10157/1987, como: o local deve ter declividade superior a 1% e inferior a 20%, distância mínima de 200 metros de qualquer coleção hídrica ou curso de água, vida útil mínima de 10 anos, distância superior a 500 m de núcleos populacionais, além de não poder ser executado em áreas sujeitas a inundações, em períodos de recorrência de 100 anos. Além disso, o aterro deve ter plano de amostragem e análise de resíduos, plano de monitoramento, sistemas de drenagem e tratamento de percolato, critérios de segurança, plano de emergência, plano de inspeção e, por fim, plano de encerramento visando minimizar a necessidade de manutenção futura e a liberação de líquido percolato contaminado e/ou gases para o lençol de águas subterrâneas, para os corpos d'água superficiais ou para a atmosfera (ABNT, 1987).

Esses e outros critérios constam na NBR 10157/1987, por isso, é necessário estar atento ao que é estabelecido nos requisitos legais, garantindo, assim, que o aterro cumpra sua função e minimize os riscos ao meio ambiente e à saúde humana.

Lembre-se de que esta é a última etapa da entrega da seção, que consiste na análise da implantação de um aterro sanitário e do tratamento e da disposição final de resíduos sólidos, urbanos e perigosos. Por isso, em sua atuação profissional, é necessário considerar os aspectos específicos do município no qual será implantado o aterro, lembrando de tudo que foi apresentado ao longo deste livro didático.

Bons estudos!

Avançando na prática

Armazenamento de resíduos perigosos

Descrição da situação-problema

O armazenamento de resíduos perigosos deve seguir as legislações e normas vigentes, a fim de impedir a contaminação do meio

ambiente, evitar acidentes e riscos potenciais às pessoas. Nesse contexto, imagine que você seja profissional de um órgão ambiental estadual e, durante uma fiscalização em uma unidade de armazenamento de resíduos perigosos, deparou-se com resíduos químicos perigosos armazenados em tambores plásticos, em um galpão a céu aberto e sem nenhuma identificação de riscos. Considerando a NBR 12235/1992 sobre armazenamento de resíduos perigosos, quais são as não conformidades encontradas? Quais são os critérios de localização para armazenamento destes resíduos?

Resolução da situação-problema

O armazenamento de resíduos sólidos perigosos deve seguir os critérios estabelecidos na NBR 12235/1992. Segundo esta norma, nenhum resíduo perigoso pode ser armazenado sem análise prévia de suas propriedades físicas e químicas, o local de armazenamento deve ter um plano de amostragem de resíduos, além de trazer critérios para a localização, identificação e sinalização do local de armazenamento. De acordo com a norma, o local deve permitir a minimização da contaminação ambiental, evitar, ao máximo, a alteração da ecologia da região, estar de acordo com o zoneamento do ambiente, além de ser sinalizado e fechado, a fim de evitar o acesso de pessoas estranhas. Além disso, a norma estabelece que todos os locais de armazenamento de resíduos perigosos devem conter equipamentos de controle de poluição e/ou sistemas de tratamento de poluentes ambientais, de acordo com as características dos resíduos, das condições de armazenamento e da operação do sistema, o que não foi observado.

Faça valer a pena

1. O Decreto nº 7404/2010 regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, além de oferecer outras providências. Considerando o contexto apresentado, analise as afirmativas a seguir:

I - Atividades cujos processos produtivos geram resíduos perigosos são consideradas geradores ou operadores de resíduos perigosos.

II – São considerados geradores de resíduos perigosos apenas os empreendimentos que transportam resíduos perigosos.

III – Empreendimentos ou atividades que prestam serviços de disposição final de rejeitos perigosos não são considerados geradores.

IV – A operação de produtos que possa gerar resíduos perigosos é considerada como atividade geradora de resíduos perigosos.

Considerando a análise das afirmativas, assinale a alternativa que contém a resposta correta:

- a) Apenas a afirmativa I está correta.
- b) As afirmativas II e III estão corretas.
- c) As afirmativas III e IV estão corretas.
- d) As afirmativas I e IV estão corretas.
- e) Todas as afirmativas estão corretas.

2. Os aterros industriais da classe I, para resíduos perigosos, têm a necessidade de atender aos critérios construtivos e operacionais mais conservativos estabelecidos na NBR 10157/1987 - Aterros de resíduos perigosos - Critérios para projeto, construção e operação.

Considerando o contexto apresentado, assinale a alternativa correta sobre os critérios de localização de aterros de resíduos perigosos.

- a) O aterro deve estar localizado a uma distância máxima de 200 metros de qualquer coleção hídrica ou curso de água.
- b) O aterro deve estar localizado a uma distância mínima de 200 metros de qualquer núcleo populacional.
- c) Segundo a norma, o aterro não pode ser executado em áreas sujeitas a inundações, em períodos de recorrência de 100 anos.
- d) Segundo a norma, o aterro pode ser executado em áreas sujeitas a inundações, em períodos de recorrência de 50 anos.
- e) O aterro deve estar localizado em áreas com declividade superior a 10% e inferior a 30%

3. Os aterros industriais dividem-se em dois grupos: os aterros de classe I (resíduos perigosos) e os aterros de classe II (resíduos não perigosos), considerando a classificação dos resíduos da NBR 10004/2004. Porém, os aterros industriais da classe I seguem critérios construtivos e operacionais estabelecidos na NBR 10157/1987. Sobre os critérios para proteção de águas subterrâneas e superficiais, a NBR 10157/1987 estabelece que todas as instalações que tratem, estoquem ou depositem resíduos perigosos devem ter sistema de monitoramento de águas subterrâneas. Devem ser construídos, no mínimo,

_____ poços de monitoramento, sendo _____

a montante e _____ a jusante do sentido do fluxo do escoamento do lençol freático.

Considerando o contexto apresentado, os termos que preenchem corretamente as lacunas do texto são:

- a) Quatro, um, três.
- b) Quatro, dois, dois.
- c) Três, um, dois.
- d) Três, dois, um.
- e) Quatro, três, um.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10157**: Aterros de resíduos perigosos – Critérios para projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1987.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14619**: transporte terrestre de produtos perigosos - Incompatibilidade química. Rio de Janeiro, 2003.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **NBR 12235**: armazenamento de resíduos perigosos. Rio de Janeiro, 1992.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **NBR 13221**: transporte terrestre de resíduos. Rio de Janeiro, 2003.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Resolução nº 420, de 12 de fevereiro de 2004**. Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos. (*). Ministério dos Transportes. Disponível em: <<http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/transporte/documentos/Resolucao-ANTT-420.pdf>>. Acesso em: 9 abr. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Panorama do coprocessamento Brasil 2016**. São Paulo, 2016. Disponível em: <http://coprocessamento.org.br/cms/wp-content/uploads/2017/01/Panorama-coprocessamento_2016-1.pdf>. Acesso em: 9 abr. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA URBANA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2016**. São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13894**: tratamento no solo (*landfarming*). Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13896**: aterros de resíduos não perigosos - critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419**: apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8849**: apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 1985.

BARROS, R. T. de V. **Elementos de gestão de resíduos sólidos**. Belo Horizonte: Tesitura, 2012.

BRASIL. **Decreto nº 7404, de 23 de dezembro de 2010**. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o

Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2010b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm>. Acesso em: 10 abr. 2018.

BRASIL. **Decreto nº 96044, de 18 de maio de 1988.** Aprova o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/antigos/d96044.htm>. Acesso em: 10 abr. 2018.

BRASIL. **Lei Federal nº 12305, de 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. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 10 abr. 2018.

BRASIL. **Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1981. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=313>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

CHIRICO, V. D. **Incineração de resíduos urbanos.** 2013. Disponível em: <http://www5.ensp.fiocruz.br/biblioteca/dados/txt_349995799.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2018.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM (CEMPRE). **Vidro:** o mercado para reciclagem. [s.d.]. Disponível em: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/6/vidro>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 275, de 25 de abril de 2001.** Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Publicada no DOU no 117-E, de 19 de junho de 2001, Seção 1, página 80. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=273>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 404, de 11 de novembro de 2008.** Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos. Publicada no DOU nº 220, de 12 de novembro de 2008, Seção 1, página 93. Disponível em: <http://www.sbp.org.br/arquivos/CONAMA_RES_CONS_2008_404.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2018.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 1, de 23 de janeiro de 1986.** Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Publicada no DOU no 117-E, de 17 de fevereiro de 1986, Seção 1, páginas 2548-2549. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1986_001.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2018.

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E ARQUITETURA – RJ. **Tratamento de chorume.** [s.d.]. Disponível em: <<https://www.crea-rj.org.br/wp-content/uploads/2014/08/01-PALESTRA-GRATUITA-TRATAMENTO-DE-CHORUME-06-AGO-14.pdf>>. Acesso em: 9 abr. 2018.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (Esalq – USP). **Compostagem**. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/cprural/upimg/evento/arq/22.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

GRUPORECICLABR. Ciclo de Reciclagem da Lata de Alumínio. [s.d.]. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Go_xijAgy-k>. Acesso em: 6 abr. 2018.

INSTITUTO CENTRO DE CAPACITAÇÃO E APOIO AO EMPREENDEDOR. **Reutilização e reciclagem do plástico**. [s.d.]. Disponível em: <<http://www.centrocape.org.br/arquivos/b0ff4ceee87a899163c3134e2600932b.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. **Como reciclar papel**. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/files/iphanAmbiental/reciclePapel.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION - NFPA. **NFPA 704**: standard system for the identification of the hazards of materials for emergency response. 1996. Disponível em: <<http://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=704>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

OPS/OMS/AIDIS/BID. **Relatório da Avaliação Regional da Gestão de Resíduos Sólidos na América Latina e no Caribe 2010**. Washington (EUA), 2010. 160p. Disponível em: <<https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/3286/Relat%C3%B3rio%20da%20Avalia%C3%A7%C3%A3o%20Regional%20da%20Gest%C3%A3o%20de%20Res%C3%ADduos%20S%C3%B3lidos%20Urbanos%20na%20Am%C3%A9rica%20Latina%20e%20Caribe%202010%20.pdf?sequence=3&isAllowed=y>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

PHILLIPI JÚNIOR, A.; AGUIAR, A. de O. e. Resíduos sólidos: características e gerenciamento. In: PHILLIPI JÚNIOR, A. **Saneamento, saúde e ambiente**: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri: Manole, 2005. p. 267-321.

PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS. Resíduos sólidos - reciclagem de vidro - como funciona. [s.d.]. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=qUxYd9u-HTI>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

SILVA, L. J. Processo de *landfarming* para tratamento de resíduos oleosos. 106f. 2009. Dissertação (Mestrado) – Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://www.eq.ufrj.br/prh13/download/?prh13-processo-de-landfarming-tratamento-residuos-oleosos.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

VIVER SUSTENTÁVEL. Matéria reciclagem de papel. [s.d.]. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=-Mwi9b8RjBw>>. Acesso em: 6 abr. 2018.

ZUBEN, F. V. Inovação tecnológica: transformando resíduo em riqueza. In: JARDIM, A.; YOSHIDA, C.; MACHADO FILHO, J. V. **Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. Barueri: Manole, 2012, p. 601-618.

ISBN 978-85-522-0757-3



9 788552 207573 >