

RESÍDUOS SÓLIDOS: ORIGEM, CLASSIFICAÇÃO E SOLUÇÕES PARA DESTINAÇÃO FINAL ADEQUADA

Cinthya Hoppen

Cleverson V. Andreoli

Fabiana de Nadai Andreoli

Rodrigo Trindade

Tamara Vigolo Trindade

INTRODUÇÃO

O acelerado processo de transformação da sociedade contemporânea apresenta consequências ambientais significativas, uma delas relacionada à gestão de resíduos sólidos considerando a dificuldade em relação à enorme quantidade de resíduos gerados e à sua composição. Antigamente, os resíduos eram orgânicos e voltavam para a natureza pela decomposição. Em decorrência da industrialização, que aumentou a produção de produtos inorgânicos que não se decompõem (ou que requerem um tempo muito grande para se degradar), tais como vidro, plástico, metais, borracha etc., houve um grande crescimento na produção de resíduos.

Associado ao aumento da produção de bens decorrentes da tecnologia de extração de recursos naturais e da sua manufatura, principalmente a partir da Revolução Industrial, a sociedade ampliou muito suas demandas. Segundo Nagashima *et al.* (2011), entre 1979 e 1990, a geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) cresceu a uma taxa de 25%, sendo superior ao crescimento populacional em nível mundial, que foi de 18% no mesmo período. Para Ramos *et al.* (2016, p.1234), o Brasil, somente no ano de 2013, produziu 76,4 milhões de toneladas de resíduos e, no ano seguinte, gerou

78,5 milhões de toneladas. De acordo com o Banco Mundial, em 2025 cada brasileiro deverá produzir 584 quilos de lixo urbano — um aumento de 50% em três décadas. Paralelamente, os bens que no passado tinham uma vida útil muito longa passaram a ser substituídos com grande intensidade, até chegarmos à era dos produtos descartáveis. A adequada gestão dos resíduos representa um dos grandes desafios atuais da humanidade.

A busca incessante pelo conforto fez com que a sociedade extraísse da natureza os recursos naturais, que muitas vezes são posteriormente desperdiçados, acarretando uma maior quantidade de resíduos sólidos e causando vários impactos ambientais. Como grande parte desses recursos provenientes da natureza é modificada, eles não retornam à natureza facilmente, pois muitas vezes dependem de processos especiais para sua preparação para a reciclagem.

Ainda no cenário de transformação, perdura na sociedade a ideia da obsolescência planejada, em que os produtos são projetados para terem durabilidade e tempo de vida menor e, conseqüentemente, havendo a necessidade de se comprar várias vezes o mesmo objeto. Dessa forma, os produtos são trocados por ficarem obsoletos e não por estragarem, repercutindo diretamente no aumento da produção de resíduos.

Certamente, o aumento da quantidade de resíduos sólidos é um grave problema ambiental, pois é necessário levar em consideração que o planeta é um sistema fechado, ou seja, onde não há troca de matérias com o meio e, portanto, o resíduo é o resultado de um processo de transformação da natureza.

Além disso, ao considerar a Terra como um sistema fechado, devemos perceber que os resíduos sólidos são, na realidade, ou deveriam ser considerados, as matérias-primas para a produção de outros artefatos, evitando assim a exploração de recursos naturais, que são finitos.

Desse modo, o termo aqui utilizado será ‘resíduos sólidos’, já que todo o pensamento está fundamentado na possibilidade de reutilização, partindo do pressuposto que os resíduos serão matéria-prima para a produção de novos artefatos. Assim, entende-se resíduo como matéria-prima em local inadequado.

A problemática que envolve a questão dos resíduos sólidos não está apenas relacionada com a quantidade gerada, mas sim, e, principalmente, pela forma de destinação final, descartando os resíduos em áreas a céu aberto, conhecidas como lixões, onde as consequências de poluição ambiental causadas por essa forma de destinação podem acarretar na contaminação tanto do solo quanto dos recursos hídricos.

Os lixões, além de se tornarem um grave problema de saúde pública, em virtude da disposição inadequada dos resíduos, são fontes de sobrevivência para muitas pessoas, evidenciando um grave problema social.

E nesse sentido, uma discussão ética pode ser levantada, já que o que é sobra para alguns é fundamental para a sobrevivência de outros: enquanto muitos passam fome, outros desperdiçam alimentos.

Surge, nesse cenário, a necessidade de gerenciar toda a cadeia dos resíduos sólidos. O primeiro passo é reduzir a produção de resíduos por meio da diminuição do consumo (consumo responsável). Cabe destacar que como essa etapa de geração de resíduos precede às demais, quanto menos resíduo gerado, menor será a quantidade a ser gerenciada.

Posteriormente, deve-se aumentar ao máximo a reutilização e reciclagem, promovendo o correto depósito e tratamento dos resíduos sólidos, conforme estabelecido na Agenda 21, durante a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento – ocorrida no Rio de Janeiro, em 1992.

No item 21.4 do capítulo 21 da Agenda 21 ficou estabelecido que o manejo ambientalmente saudável desses resíduos deve ir além do simples depósito ou aproveitamento por métodos seguros dos resíduos gerados, como buscar resolver a causa fundamental do problema, procurando mudar os padrões não sustentáveis de produção e consumo. Isso implica a utilização do conceito de manejo integrado do ciclo vital, o qual apresenta oportunidade única de conciliar o desenvolvimento com a proteção do meio ambiente. (MMA, 2018).

Assim, nota-se o tripé da sustentabilidade que envolve a questão dos resíduos sólidos:

- aspecto ambiental: forma de disposição inadequada dos resíduos;
- aspecto social: o lixo como forma de sobrevivência de muitos;
- aspecto econômico: resíduos sólidos como matéria-prima.

CONDIÇÃO ECONÔMICA X PRODUÇÃO DE RESÍDUOS

O cenário nacional e internacional da produção de resíduos sólidos está diretamente relacionado com a época em que vivemos, bem como o modo de vida da população, ou seja, com a condição econômica das pessoas.

Países ricos e pobres

Nos países mais industrializados, a quantidade de resíduos produzidos é maior. Quanto mais rico o país, mais lixo se joga fora, comprovando assim que a composição e a quantidade de resíduos produzidos estão diretamente relacionadas com o modo de vida da população.

A relação da produção de resíduos com as condições econômicas também pode ser observada com o período do mês. Geralmente no começo do mês, quando temos maior poder de compra, o resíduo produzido sofre variação, tanto em quantidade quanto em composição.

Localização das cidades

A localização das cidades também se relaciona com a produção de resíduos. Cidades litorâneas costumam receber no verão uma quantidade maior de pessoas que sua população normal e isso interfere

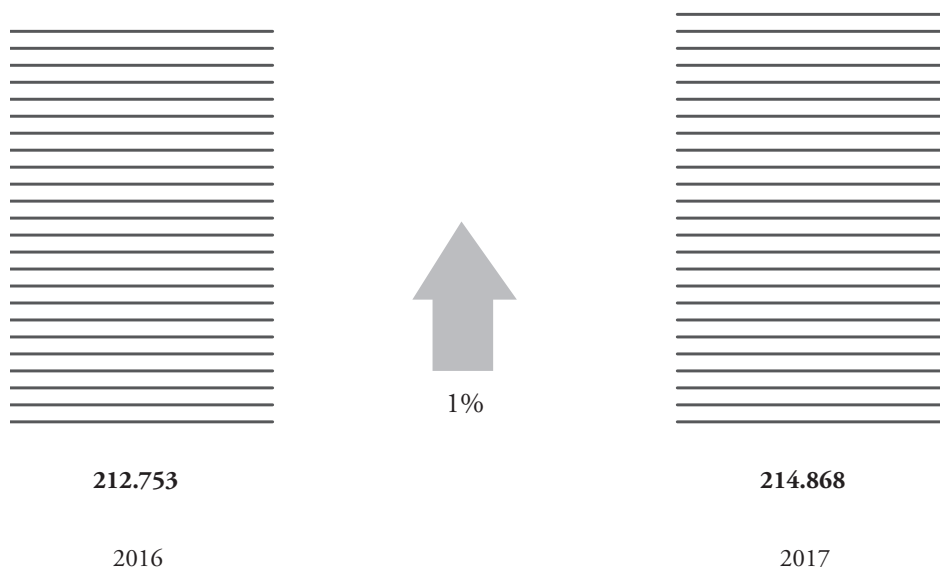
diretamente na quantidade gerada de resíduos sólidos. As cidades que têm turismo no inverno também vivenciam o mesmo problema.

PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL

Produção de resíduos no Brasil

De acordo com a ABRELPE (2017), o índice *per capita* de geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil apresentou um aumento de 0,48% entre os anos de 2016 e 2017. Esse percentual representa um crescimento de 1,032 kg/hab./dia no ano de 2016 e 1,035 kg/hab./dia no ano de 2017, conforme figura a seguir. No mesmo período, a geração total de resíduos sólidos no país aumentou 1%, alcançando um total de 214.868 ton/dia.

Figura 1 – Geração de RSU *per capita* (kg/hab./ano).



Fonte – ABRELPE, 2017.

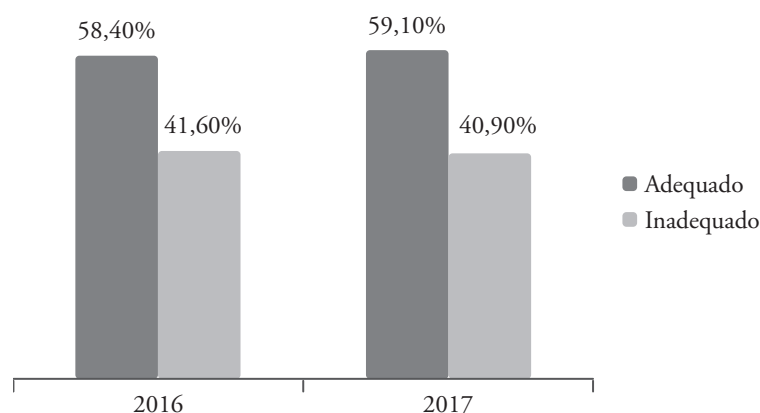
A comparação da quantidade total gerada em 2017, com o total de resíduos sólidos urbanos coletados, mostra que 6,89 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos deixaram de ser coletados no ano de 2017.

Na comparação entre o índice de crescimento da geração com o índice de crescimento da coleta, percebe-se que este foi ligeiramente menor do que o primeiro, levando em consideração o ano anterior, no entanto, a cobertura de coleta nas regiões e no Brasil apresentou um ligeiro avanço.

Destinação final dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)

Segundo a ABRELPE (2017), não houve nenhum avanço em relação à destinação final ambientalmente adequada de RSU, em comparação ao ano de 2016. A destinação inadequada representou 29 milhões de toneladas de RSU dispostos em lixões e aterros controlados, conforme a figura a seguir.

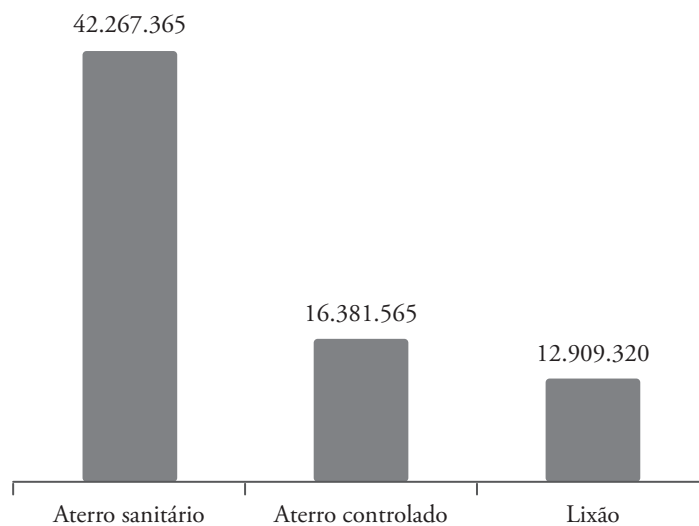
Figura 2 – Destinação final dos RSU coletados no Brasil em 2016 e 2017 (ton/ano).



Fonte – Adaptado de ABRELPE, 2017.

O aterro sanitário é a forma de destinação final mais utilizada no Brasil, atingindo em 2017 o índice de 59,1%. No entanto, pode-se notar pela figura a seguir que o lixão ainda continua sendo uma alternativa de disposição final bastante utilizada, apresentando um percentual igual a 18%, equivalente a 12.909.320 (ton/dia), em 2017. (ABRELPE, 2017).

Figura 3 – Destinação final de RSU (ton/dia).



Fonte – Adaptado de ABRELPE, 2017.

CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS

Como já definido, resíduos sólidos são gerados a partir de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de varrição, entre outras e podem ser utilizados como matéria-prima. Em contrapartida, lixo pode ser entendido como algo inútil, que não pode ser reaproveitado.

Tecnicamente, resíduo sólido é definido como:

Resíduos no estado sólido e semissólido resultantes de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nessa definição lodos provenientes dos sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente viáveis em face da melhor tecnologia disponível. (ABNT, NBR 10.004, 2004).

Destaca-se que todos os resíduos, estejam eles em estado líquido ou pastoso, são caracterizados como resíduos sólidos.

Ainda de acordo com a norma técnica – NBR 10.004/2004, os resíduos são classificados como.

- Resíduos Classe I – Perigosos: “aqueles que apresentam periculosidade ou características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade”. (ABNT, 2004). Pode-se citar tintas, solventes, lâmpadas fluorescentes e pilhas como alguns exemplos para esse tipo de resíduo.
- Resíduos Classe II – Não perigosos: esses resíduos podem ser divididos em duas outras classes:
 - Resíduos Classe II A – Não inertes: “são aqueles resíduos que não são enquadrados nem como resíduos perigosos (classe I) nem como resíduos inertes (classe II B), podendo apresentar propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água”. (ABNT, 2004). Pode-se citar como exemplos: matérias orgânicas, papéis, lodos, entre outros.
 - Resíduos Classe II B – Inertes: “são resíduos amostrados de forma representativa por meio da NBR 10.007 (estabelece o procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos) e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, na temperatura ambiente, de acordo com a NBR 10.006 (estabelece o procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos), que não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se o aspecto cor, turbidez, dureza e sabor”. (ABNT, 2004). Por exemplo: entulhos, materiais de construção.

Apesar de os resíduos de construção civil serem considerados como inertes (classe II B), apresentam resoluções específicas, Resolução Conama nº 307/2002 (estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil), e alterações posteriores, obtendo a seguinte classificação.

- Classe A: “resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados. São aqueles provenientes de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação ou edificações, como também daqueles provenientes da fabricação ou demolição de peças pré-moldadas em concreto”. (ABNT, 2004). Por exemplo, resíduos de alvenaria, de concreto, de peças cerâmicas, pedras, restos de argamassa, entre outros.
- Classe B: “são os resíduos recicláveis para outras destinações”. (ABNT, 2004). Por exemplo, plásticos (embalagens, PVC de instalações), papéis e papelões (embalagens de argamassa, embalagens em geral, documentos), metais (perfis metálicos, tubos de ferro galvanizado, marmite de alumínio, aço, esquadrias de alumínio, grades de ferro e resíduos de ferro em geral, fios de cobre, latas), madeiras (forma), vidro, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso.
- Classe C: “são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação”. (ABNT, 2004). Por exemplo, estopas, lixas, manta asfáltica, massas de vidro e tubos de poliuretano.
- Classe D: “são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção ou demolições”. (ABNT, 2004). Por exemplo, tintas, solventes, óleos, resíduos de clínicas radiológicas, latas e sobras de aditivos e desmoldantes, telhas e outros materiais de amianto, ou outros produtos nocivos à saúde.

Destaca-se que cada tipo de resíduo tem um tempo de decomposição específico. O plástico, por exemplo, leva mais de 400 anos para se decompor. Materiais como os metais levam mais de 100 anos e o alumínio mais de 200 anos. Estima-se que o tempo de decomposição do vidro seja de mais de 1.000 anos e das borrachas é indeterminado.

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E INDUSTRIAIS

A gestão dos resíduos sólidos urbanos e industriais deve sempre estar em consonância com os princípios estabelecidos pela Agenda 21, bem como em atendimento às exigências legais.

A elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) visa à destinação final adequada dos resíduos sólidos, evitando que os mesmos sejam jogados de forma indiscriminada no meio ambiente. A seguir, é apresentada de forma detalhada a estrutura do PGRS.

PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Acondicionamento

É a etapa de preparação dos resíduos para a coleta adequada de acordo com o tipo e a quantidade. Os resíduos são acondicionados em recipientes próprios e mantidos até o momento em que são coletados e transportados ao aterro sanitário ou outra forma de destinação final. Destaca-se que o acondicionamento dos resíduos deve ser realizado de forma a evitar acidentes e proliferação de vetores.

Assim, essa etapa pode ser considerada temporária, mas sem dúvida ela é fundamental para o êxito do PGRS, pois pode facilitar a coleta dos resíduos.

Para o acondicionamento temporário de resíduos, podem ser utilizadas caçambas, contêineres e lixeiras destinados à coleta de resíduos recicláveis (coleta seletiva), dependendo do tipo de resíduo. Cabe destacar que é fundamental a identificação dos recipientes onde os resíduos serão acondicionados, sinalizando com figuras (cores) e dizeres e apresentando qual é o tipo de resíduos que corresponde àquele recipiente para facilitar o correto descarte deles. De acordo com a Resolução Conama nº 275/2001 (CONAMA, 2001), para a identificação de coletores foram estabelecidos padrões de cores para os diferentes tipos de resíduos:

- azul: papel, papelão;
- vermelho: plástico;
- verde: vidro;
- amarelo: metal;
- preto: madeira;
- laranja: resíduos perigosos;
- branco: resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde;
- roxo: resíduos radioativos;
- marrom: resíduos orgânicos;
- cinza: resíduos em geral, não reciclável, misturado ou contaminado, não passíveis de separação.

A coleta seletiva permite que os materiais que podem ser reciclados sejam separados dos demais, ou seja, os materiais recicláveis são separados em papéis, plásticos, metais e vidros, sendo que lixos orgânicos (restos de alimentos, podas de árvores, folhas secas e outras partes das árvores) são utilizados para a fabricação de adubos orgânicos por meio da compostagem ou são (deveriam ser) encaminhados para o aterro sanitário.

Cabe destacar que as pilhas, baterias e lâmpadas fluorescentes também devem ser separadas, pois se descartadas inadequadamente no meio ambiente podem causar contaminação do solo em virtude da presença de metais pesados em sua composição. Ainda nesse sentido, enquadram-se os resíduos hospitalares em virtude da contaminação biológica que podem apresentar, devendo ser segregados dos demais resíduos e destinados para incineração, pirólise, autoclavagem, micro-ondas, radiação ionizante, desativação eletrotérmica ou tratamento químico.

Coleta

O passo seguinte é a coleta dos resíduos anteriormente acondicionados de forma correta. Essa etapa deve ser realizada com frequência para evitar que o resíduo fique muito tempo exposto e ocorra emissão de odores e atração de vetores. Por esse motivo, a regularidade da coleta é imprescindível, pois reduz o acúmulo de resíduos nos recipientes de acondicionamento.

Cabe destacar que a coleta geralmente é realizada por caminhões, que transportam o resíduo até o destino final pretendido.

Ainda nessa etapa, pode-se dizer que caso o acondicionamento de resíduos seja feito de forma adequada, realizando a segregação do lixo, a coleta é facilitada, favorecendo posteriormente a reciclagem. Ressalta-se ainda que, quando possível, deve ser realizada coleta periódica de resíduos especiais, como pilhas, baterias e lâmpadas fluorescentes.

Dessa maneira, a coleta seletiva dos resíduos contribui de forma direta para a sustentabilidade, pois reduz significativamente o consumo de recursos naturais, bem como minimiza a possibilidade de poluição dos recursos hídricos e do solo.

Transporte

Após a fase de coleta dos resíduos, o próximo passo corresponde ao transporte desses resíduos à etapa de tratamento e, posteriormente, à destinação final.

O transporte dos resíduos geralmente é realizado por caminhões específicos para tal finalidade. Nessa etapa, devem ser tomados alguns cuidados com relação às exigências legais, buscando sempre verificar e atender às normas de transporte de resíduos da localidade, bem como atentar para o arquivamento de certificados e manifesto de transporte de resíduos, já que por meio destes é possível se assegurar que o resíduo foi transportado de forma adequada até o destino final, que pode ser a reciclagem ou o tratamento.

Reciclagem

A reciclagem é um processo no qual os resíduos são reaproveitados para um novo produto, economizando matéria-prima que seria necessária para a produção de produtos novos.

A reciclagem é facilitada pelo correto acondicionamento dos resíduos, por meio da realização da coleta seletiva. Cabe destacar que as associações dos catadores também contribuem para a reciclagem, uma vez que realizam a coleta dos resíduos e posteriormente efetuam a venda para as recicladoras, aumentando o índice de separação de materiais para a reciclagem.

Em 2007, foi implantado em Curitiba o Projeto EcoCidadão, que é voltado para os catadores de materiais recicláveis. Ele foi criado como alternativa para aumentar o índice de separação de materiais para a reciclagem, fortalecendo a coleta informal e, especialmente, para o reconhecimento e a inclusão do catador na cadeia de reciclagem, possibilitando o aumento de sua renda, sua proteção e resgate a uma vida digna.

Dessa forma, os resíduos chegam aos recicladores segregados e prontos para reciclagem. No entanto, é importante destacar que caso os resíduos não sejam separados de forma adequada, isso resultará em problemas no processo de reciclagem.

O fato de se reciclar resíduos, sem dúvida, contribui para o aumento da vida útil dos aterros sanitários, haja vista que uma menor quantidade de resíduos é encaminhada aos mesmos.

Nesse sentido, segundo Calderoni (2003), os ganhos proporcionados pela reciclagem decorrem do fato de que é mais econômica a produção por meio da reciclagem do que de matéria-prima virgem, pois a produção com base na reciclagem utiliza menos energia, matéria-prima, recursos hídricos, reduzindo os custos de controle ambiental e também os de disposição final do resíduo.

Cabe destacar que a reciclagem apresenta relevância ambiental, econômica e social, com implicações que se desdobram em diversas esferas, tais como: organização espacial, preservação e uso racional dos recursos naturais, conservação e economia de energia, geração de empregos, desenvolvimento de produtos, geração de renda, redução de desperdícios, entre outros. (CALDERONI, 2003).

Tratamento

Tem por objetivo reduzir a quantidade ou o potencial poluidor dos resíduos sólidos, impedindo o descarte inadequado no meio ambiente e transformando-os em material inerte ou biologicamente estável. Para os resíduos orgânicos, uma alternativa sustentável é a compostagem.

Compostagem

Segundo dados do Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), em 2015 cerca de 5% do lixo sólido orgânico urbano gerado no Brasil foi compostado.

O CEMPRE (2018a) define compostagem como o processo de produção de adubo por meio da decomposição dos resíduos orgânicos. É um processo simples e pode ser feito em casa, seguindo apenas alguns passos:

- primeiramente, é preciso escolher uma área no quintal. Não é preciso que a área seja concretada, desde que o piso de terra esteja compactado para impedir a infiltração do

chorume. Prepare sua área de compostagem em local fresco e seco, protegido da chuva e da insolação direta;

- depois da definição da área, é necessário colocar uma primeira camada de 5 cm de resíduo de palha ou folhas secas junto ao local definido. Sobre essa camada, coloque restos de comida e outros resíduos orgânicos de fácil decomposição misturados. Em seguida, polvilhe um pouco de terra (cerca de 5 cm) ou sobreponha uma nova camada de palha ou folhas secas. Intercale as camadas até atingir a altura máxima de 1 m;
- faça sempre montes pequenos, de no máximo 1 m × 1 m × 1 m (comprimento × largura × altura) para facilitar a movimentação e o revolvimento do material. Uma vez por semana, procure revirar o monte de composto e molhá-lo superficialmente. Lembre-se que quanto mais triturado estiver o resíduo primário, mais rápida será sua decomposição e o preparo do composto orgânico. O ideal é que os materiais tenham entre 10 e 40 milímetros de tamanho.

Caso prepare o composto orgânico em áreas abertas, evite misturar restos e pedaços de carne, que poderão atrair insetos e roedores.

Com o passar dos dias perceberá que a temperatura do monte estará aumentando. Não se preocupe, pois ela se elevará até aproximadamente 70 °C. Nunca se esqueça de revolver o monte, pois isso ajuda a aerar a massa e manter a temperatura adequada.

Após esse período, o composto pode ser utilizado como adubo orgânico em uma infinidade de espécies vegetais, como em fruticultura, jardins, paisagismo, gramados, reflorestamento, produção de mudas, grãos, entre outros.

Destinação final

A última etapa do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos refere-se à destinação final dos resíduos, configurando-se como um grande desafio para as cidades em virtude da grande quantidade de material gerado.

Como alternativas de disposição final, podem ser citadas:

Lixão

Forma inadequada de disposição de resíduos, pois o local não tem nenhum tipo de tratamento. O resíduo é disposto diretamente no solo, o que pode causar diversos tipos de contaminação, além da atração de vetores e odores, não recebendo nenhuma técnica de tratamento, além de se localizar em locais inadequados.

Essa disposição ainda tem como agravante a presença de pessoas, as quais se utilizam da garimpagem do lixo como forma de sobrevivência e até mesmo para alimentação, podendo ainda contrair várias doenças, tornando-se, dessa maneira, um grave problema social.

Aterro controlado

Os aterros controlados, ao contrário do aterro sanitário, visam apenas à cobertura dos resíduos com uma camada de terra, evitando a proliferação de vetores e o seu carreamento pelas águas pluviais, não dispondo de área impermeabilizada nem tratamento do chorume ou coleta e queima de biogás.

Essa forma de disposição é preferível ao lixão, mas ainda não é considerada a melhor escolha, pois apenas minimiza os impactos ambientais, mas não previne a sua poluição.

Aterro sanitário

O aterro sanitário é uma alternativa de disposição final que consiste na compactação dos resíduos sólidos em camadas. O solo é impermeabilizado, o chorume coletado e posteriormente tratado, evitando a contaminação das águas subterrâneas. O gás metano gerado em virtude da decomposição anaeróbia da matéria orgânica no interior do aterro muitas vezes é queimado, podendo também ser realizado o aproveitamento energético para geração de energia elétrica.

Cabe lembrar que o aterro sanitário é um passivo ambiental, já que essa área nunca poderá ser novamente utilizada em virtude do grande armazenamento de resíduos e produção contínua de gás metano. Seu único destino será a geração de áreas verdes.

As principais características do aterro sanitário são:

- impermeabilização da base do aterro, evitando o contato do chorume com as águas subterrâneas, podendo usar geomembranas sintéticas;
- instalação de drenos de gás, constituindo-se como um canal de saída do gás metano do interior do aterro para a atmosfera. Esse gás pode ser apenas queimado e transformado em gás carbônico ou pode ser recolhido para o aproveitamento energético;
- sistema de coleta de chorume, por meio de drenos que coletam o líquido decorrente da decomposição da matéria orgânica. Esse líquido coletado é enviado para o sistema de tratamento de efluentes;
- sistema de tratamento de chorume, onde é coletado e encaminhado para um sistema de tratamento para posterior descarte em um curso hídrico. O tratamento pode ser feito no próprio local ou o chorume coletado pode ser transportado para um local apropriado (geralmente uma Estação de Tratamento de Esgotos). O tipo de tratamento varia, podendo ser utilizados tratamentos mais convencionais por meio da utilização de lagoas anaeróbias, aeróbias e lagoas de estabilização ou também pela adição de substâncias químicas ao chorume;
- sistema de drenagem de águas pluviais, evitando que se juntem ao chorume. Esse sistema de captação e drenagem de águas de chuva tem por objetivo drenar a água por locais apropriados para evitar a infiltração e o contato com o chorume, minimizando o volume a ser tratado.

Incineração

A incineração é a técnica de queima de resíduos, a qual é altamente utilizada nos países desenvolvidos e que têm indisponibilidade de área e capacidade de altos investimentos. Essa técnica visa à diminuição da quantidade e do volume de resíduos, bem como a sua toxicidade. No entanto, origina o problema da geração da cinza após a queima, a qual ainda necessita de um destino final adequado.

A incineração consiste na combustão controlada de resíduos com temperaturas entre 900 °C e 1.200 °C, transformando o resíduo em dióxido de carbono, vapor de água e cinza, podendo gerar a dispersão de gases tóxicos, necessitando de filtros especiais para evitar a poluição do ar. Uma das vantagens dessa técnica é que a combustão pode ser transformada em energia térmica.

POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Em 2 de agosto de 2010 foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), por meio da Lei nº 12.305. (BRASIL, 2010). A PNRS é considerada um marco histórico da gestão ambiental no Brasil, pois lança uma visão moderna na luta contra um dos maiores problemas do planeta: o lixo urbano. (CEMPRE, 2018b). A PNRS reúne princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão dos resíduos sólidos.

A PNRS também distingue o lixo que pode ser reaproveitado ou reciclado e o que não é passível de reaproveitamento, referindo-se ainda aos demais tipos de resíduos.

A tabela a seguir apresenta as alterações decorrentes após a instituição da Política Nacional de Resíduos Sólidos, mostrando um panorama ‘antes/depois’ da lei.

Quadro 1 – O que muda com a Lei 12.305.

Antes	Depois
Poder público	
Falta de prioridade para o lixo urbano.	Municípios farão plano de metas sobre resíduos com participação dos catadores.
Existência de lixões na maioria dos municípios.	Os lixões precisam ser erradicados em 4 anos.
Resíduo orgânico sem aproveitamento.	Prefeituras passam a fazer compostagem.
Coleta seletiva cara e ineficiente.	É obrigatório controlar custos e medir a qualidade do serviço.
Empresas	
Inexistência de lei nacional para nortear os investimentos das empresas.	Marco legal estimulará ações empresariais.

População	
Falta de incentivos financeiros.	Novos instrumentos financeiros impulsionarão a reciclagem.
Baixo retorno de produtos eletrônicos pós-consumo.	Mais produtos retornarão à indústria após o uso pelo consumidor.
Desperdício econômico sem a reciclagem.	Reciclagem avançará e gerará mais negócios com impacto na geração de renda.
Catadores	
Exploração por atravessadores e riscos à saúde.	Catadores reduzem riscos à saúde e aumentam renda em cooperativas.
Informalidade.	Cooperativas são contratadas pelos municípios para coleta e reciclagem.
Problemas de qualidade e quantidade dos materiais.	Aumenta a quantidade e melhora a qualidade da matéria a ser reciclada.
Falta de qualificação e visão de mercado.	Trabalhadores são treinados e capacitados para ampliar produção.
População	
Não há separação do lixo reciclável nas residências.	Consumidor fará separação mais criteriosa nas residências.
Falta de informação.	Campanhas educativas mobilizarão moradores.
Falhas no atendimento da coleta municipal.	Coleta seletiva melhorará para recolher mais resíduos.
Pouca reivindicação junto às autoridades.	Cidadão exercerá seus direitos junto aos governantes.

Fonte – Adaptado de CEMPRE, 2018b.

Em nível estadual, o estado do Paraná promulgou em 1999 a Lei nº 12.493, que rege os “princípios e normas referentes à geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte e destinação final dos resíduos sólidos no Paraná, visando o controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais”. (PARANÁ, 1999). Essa lei responsabiliza as empresas geradoras de resíduos por todas as etapas da gestão e disposição final, assim como pelo passivo ambiental causado pela desativação da fonte geradora e recuperação de áreas degradadas. Também proíbe o lançamento *in natura* a céu aberto, a queima a céu aberto, o lançamento em corpos d’água, terrenos baldios, redes públicas, poços, em redes de drenagem pluvial, de esgotos, de eletricidade e de telefone.

No Paraná, a Lei nº 19.261, de dezembro de 2017, cria o Programa Estadual de Resíduos Sólidos do Paraná para atendimento às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos no Estado do Paraná e dá outras providências, visando apoiar a gestão integrada dos resíduos sólidos nos municípios paranaenses.

O lixo é um dos maiores problemas dos centros urbanos. Além da sujeira que deixa as cidades visualmente feias, representa foco de doenças graves. A coleta do lixo é atribuição da prefeitura, mas cuidar e evitar que ele seja depositado nos córregos e em lugares inadequados é uma responsabilidade de todos nós.

INICIATIVAS DE DESTINO FINAL ADEQUADO ADOTADAS NO PARANÁ

A seguir, serão apresentados alguns exemplos de programas que adotaram a coleta seletiva.

Curitiba

A prefeitura de Curitiba incentiva a separação de resíduos por meio de dois programas diferentes de coleta seletiva, sendo eles:

- ‘lixo que não é lixo’ – coleta regular de materiais recicláveis, tais como papéis, plásticos, vidros, metais, sucatas, entre outros. É realizada entre uma e três vezes por semana, atingindo toda a cidade;
- ‘câmbio Verde’ – visa à troca de material reciclável por hortifrutigranjeiros nas periferias da cidade, para famílias com renda salarial entre 0 e 3,5 salários mínimos. Atualmente são cerca de 100 locais para troca. Cada quatro quilos de lixo vale um quilo de frutas e verduras. Óleos vegetal e animal também podem ser trocados: cada dois litros de óleo vale um quilo de alimento. (CURITIBA, 2018).

Guarapuava

- ‘Coleta Seletiva’ – o morador acondiciona todos os materiais recicláveis em um saco ou caixa, separados do lixo orgânico e de rejeitos, e os caminhões da coleta seletiva fazem o recolhimento seguindo o calendário por bairros da cidade. Os materiais recolhidos são encaminhados à cooperativa Reciclasol para a triagem, gerando renda e trabalho para os operadores ecológicos. São separados plástico, vidro, papel, metal e óleo de cozinha (colocado em recipiente fechado). Pneus velhos que já não são mais utilizados também podem ser entregues no ecoponto específico da cidade para serem destinados corretamente. (GUARAPUAVA, 2018).

Instituto das Águas do Paraná

- ‘Reciclo’ – Sistema Integrado de Coleta Seletiva – realizado por meio de convênio com as prefeituras. A primeira etapa consiste na liberação de recursos para a aquisição de um caminhão próprio para a coleta seletiva. Como contrapartida, o município se responsabiliza pela instalação dos barracões da unidade de processamento dos materiais recicláveis, motorista para o veículo de coleta e a manutenção dos equipamentos. Em outra etapa, são destinados os equipamentos para a triagem e reciclagem, conforme a necessidade de cada município. (PARANÁ, 2018).

O programa efetuou um repasse, entre os anos de 2015 a 2017, no valor de R\$ 82.840.000,00 para 300 municípios, referente a caminhões coletores de lixo reciclável; R\$ 2.208.960,00 a 117 municípios com carrinhos e cestos para coleta seletiva; e R\$ 8.864.000,00 a 40 municípios, referente a equipamentos de triagem e processo de resíduo reciclável.

Companhia Paranaense de Energia (COPEL)

- ‘Coleta Seletiva Solidária’ – programa que visa garantir a destinação de resíduos recicláveis administrativos às associações e cooperativas de materiais recicláveis. Tem alto impacto social, pois contribui com a geração de renda e melhoria das condições de trabalho dos catadores. (COPEL, 2018).

CONCLUSÕES

Nota-se, por meio do exposto, que a questão dos resíduos sólidos envolve diversas esferas, as quais têm relação direta com a qualidade de vida da população, bem como com os princípios da sustentabilidade, já que o consumo responsável faz com que se reduza de forma significativa a quantidade de resíduos gerada.

Outro fator importante a se considerar é o grande problema ambiental que vem sendo gerado em decorrência da destinação final inadequada dos resíduos, prejudicando a qualidade ambiental do meio em que vivemos.

Ainda nesse sentido, faz-se necessário o entendimento da complexidade relacionada aos resíduos sólidos, e aqui cabe destacar a questão social (pois muitas pessoas dependem do lixo para sua sobrevivência), a questão econômica (por exemplo, a geração de renda envolvida no trabalho dos catadores) e a questão ambiental, cuja magnitude só será percebida pela população com o passar dos anos.

Dessa forma, é fundamental que se perceba o quão importante é questão dos resíduos frente aos problemas ambientais, sociais e econômicos gerados, assim como entender que muito ainda se pode fazer individualmente.

BIBLIOGRAFIA

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10.004:2004**. Resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004. p. 71.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. 2017. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/panorama>. Acesso em: 11 nov. 2019.

BRASIL. **Lei nº 12.305/2010 – Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998;** e dá outras providências. Brasília, 2010.

CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo**. 4 ed. São Paulo: Humanitas, 2003.

CEMPRE – COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Composto Urbano**. Disponível em: <http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/10/composto-urbano>. 2019a. Acesso em: 11 nov. 2019.

CEMPRE – COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Política Nacional de Resíduos Sólidos** – Agora é lei: Novos desafios para poder público, empresas, catadores e população. 2019b. Disponível em: <http://cempre.org.br/artigo-publicacao/artigos>. Acesso em: 11 nov. 2019.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 275, de 25/04/2001. 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. **Diário Oficial da União**, Seção 1, Brasília, n. 117-E, p.80, 19 jun. 2001

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 307, de 05/07/2002. Diretrizes, critérios e procedimentos para gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2002.

COPEL – COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA. **Coleta Seletiva Solidária**. Disponível em: <http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2Fdocs%2FFD74F4507A0C9D1003257473006267E2>. Acesso em: 11 nov. 2019.

CURITIBA. Prefeitura Municipal. **Programa Câmbio Verde**. Disponível em: <http://www.curitiba.pr.gov.br/servicos/cidadao/programa-cambio-verde/236>. Acesso em: 11 nov. 2019.

GUARAPUAVA. Prefeitura Municipal. **Coleta Seletiva**. Disponível em: <http://www.guarapuava.pr.gov.br/cidadao/coleta-seletiva>. Acesso em: 11 nov. 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas com os esgotos**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global/item/681>. Acesso em: 11 nov. 2019.

NAGASHIMA, L. A.; BARROS JÚNIOR, C.; ARAÚJO, C. C.; SILVA, E. T.; HOSHIKA, C. (2011) Gestão integrada de resíduos sólidos urbanos: uma proposta para o município de Paranavaí, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 39-47.

PARANÁ. Águas do Paraná. Instituto das Águas do Paraná. **Sistema Integrado de Coleta Seletiva**: um Programa Inovador que atrai prefeitos. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/pagina-326.html>. Acesso em: 11 nov. 2019.

PARANÁ. Casa Civil. **Lei nº 12.493/1999**. Estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes à geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado do Paraná, visando controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais e adota outras providências. Curitiba, 1999.

RAMOS, N. F. *et al.* Desenvolvimento de ferramenta para diagnóstico ambiental de lixões de resíduos sólidos urbanos no Brasil (2016). **Eng. Sanit. Ambient**, v. 22 n. 6. nov.-dez. 2017, p. 1234-1241.

SILVA, P. S.; ALMEIDA, M. V. **Módulo didático**: lixo, saúde e ambiente. Educação Ambiental Centro de Referência Virtual do Professor – SEE-MG, ago. 2010.

