

CATÁSTROFES ANTRÓPICAS

UMA APROXIMAÇÃO INTEGRAL

IMPRENSA DA
UNIVERSIDADE
DE COIMBRA
COIMBRA
UNIVERSITY
PRESS

LUCIANO LOURENÇO
FÁTMA VELEZ DE CASTRO
(COORDS.)

GESTÃO DOS RESÍDUOS URBANOS

MUNICIPAL SOLID WASTE MANAGEMENT

Maria Isabel M. Pinto

CEMPRE, Departamento de Engenharia Civil
Universidade de Coimbra, Portugal
ORCID: 0000-0002-2325-5108 isabelmp@dec.uc.pt

Ana Sofia Morais

Departamento de Desenvolvimento Social e Ambiente
Câmara Municipal de Coimbra, Portugal
ana.morais@cm-coimbra.pt

Sumário: Este capítulo aborda a temática da produção e gestão dos resíduos urbanos na generalidade, e apresenta os casos de Portugal e da cidade de Coimbra, em particular. Mostra os principais riscos de uma deficiente gestão, algumas situações passíveis de causar sobrecarga no sistema de gestão e destaca a importância do planeamento na redução dos impactes em situações de catástrofe. São apresentados alguns exemplos históricos de catástrofes.

Palavras-chave: Resíduos urbanos, gestão, sobrecarga, impactes.

Abstract: This chapter deals with the production and management of urban waste in general, and presents the situations of Portugal and the city of Coimbra in particular. It shows the main risks from a poor management, some situations that may cause overload in this management system, and highlights the importance of planning to reduce the impacts of catastrophe situations. Some historical examples of catastrophes are presented.

Keywords: Municipal solid waste, management, overload, impact.

Introdução

Pode dizer-se que todas as atividades humanas são ações potencialmente geradoras de resíduos. Entre eles, existem os que apresentam características de perigosidade porque colocam em risco a saúde humana e o ambiente. O tipo e a quantidade de resíduos variam bastante entre os vários países e entre as diferentes áreas. Com efeito, os países industrializados e as áreas urbanas produzem maiores quantidades de resíduos do que os países em desenvolvimento e as áreas rurais (UN-HABITAT, 2010).

Os resíduos podem ser caracterizados pela sua origem (urbanos, industriais e hospitalares), pela sua perigosidade (explosivos, comburentes, inflamáveis, irritantes, tóxicos, cancerígenos, corrosivos, infecciosos, mutagénicos, sensibilizantes e não perigosos) e pelo seu estado físico (sólidos, líquidos e gasosos). Há resíduos que se colocam nos ecopontos e têm um sistema de recolha seletiva ou diferenciada (vidro, papel/cartão, embalagens, óleo, pilhas, lâmpadas, equipamento electrónico, etc.), pelo que são tratados de modo distinto uns dos outros, e há resíduos que se colocam nos contentores vulgares e, neste caso, têm um sistema de recolha indiferenciado.

A gestão de resíduos é uma tarefa complexa e desafiante, uma vez que depende fortemente da capacidade de previsão da geração desses mesmos resíduos. A monitorização e a análise estatística, quer da quantidade quer da qualidade, constituem por isso uma das ferramentas mais importantes de gestão eficaz dos resíduos, ditando o dimensionamento de todo o processo: a distribuição e quantidade de contentores, a frequência de recolha, os itinerários e a afetação de recursos humanos e equipamento.

Assim, este capítulo irá focar, em primeiro lugar, a produção e gestão de resíduos urbanos (RU) na generalidade e o caso particular de Portugal. De seguida, identifica os riscos para a saúde humana, resultantes de uma deficiente gestão de resíduos, e as situações passíveis de causar sobrecarga do sistema de gestão de RU.

Destaca, por um lado, o contributo da gestão integrada de RU para a redução do risco de catástrofe e, por outro lado, a importância do planeamento na antecipação e na redução dos impactes das catástrofes decorrentes da má gestão do sistema de resíduos.

Dá atenção aos problemas de sobrecarga provocadas por catástrofes. Apesar dos RU não serem a tipologia de resíduos mais representada no caso de ocorrência deste tipo de situações, o respetivo sistema de gestão terá de se manter em funcionamento e, frequentemente, terá de incorporar novas tipologias, novos locais de produção e a deslocalização dos locais de tratamento. São apresentados alguns exemplos históricos de situações de catástrofe.

Por fim, apresenta o caso particular da gestão de RU no Município de Coimbra e, particularmente a gestão efetuada no período da Queima das Fitas, a que corresponde uma situação de sobrecarga provocada por um evento cultural.

Produção e Gestão dos Resíduos Urbanos (RU)

É do conhecimento geral que o crescimento dos centros urbanos nas últimas décadas, muito devido à migração das populações rurais e também ao aumento do consumo devido ao desenvolvimento económico, originou uma aceleração significativa da geração de resíduos. Além do aumento da produção, as características dos resíduos também sofreram grandes alterações, nomeadamente na tipologia e perigosidade.

Os resíduos foram sempre percecionados como inevitáveis e indesejáveis, com elevados custos de eliminação. Historicamente, a gestão de resíduos tem sido concebida para servir uma economia linear, um modelo que assenta nos seguintes princípios: extração da matéria prima, fabrico do produto, comercialização, utilização e, de seguida, a sua eliminação (Pietzsch *et al.*, 2017).

Reconhecendo a crescente pressão sobre os recursos naturais e os impactes da produção de resíduos sobre o ambiente, a saúde e a economia, a Europa está, atualmente, a procurar adotar uma nova estratégia, com a transição para uma economia circular. Os principais pilares deste novo conceito caracterizam-se pela redução, reutilização, recuperação, reciclagem e, só por fim, a eliminação, sendo que, neste processo, a transformação do resíduo num recurso é um elemento chave. Tal significa que, atualmente, o ciclo de vida dos produtos deve ser planeado, não se deve restringir à eliminação e deve considerar a reintrodução de resíduos em novos

processos de produção (Zaman e Lehmann 2011) ou de reutilização (Smol *et al.*, 2016; Strazza *et al.*, 2015). Na senda da legislação europeia, Portugal integrou estes conceitos na sua política de gestão de RU.

O caso particular de Portugal

O regime geral da gestão de resíduos em Portugal, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro¹, define resíduos como “*quaisquer substâncias ou objetos de que o detentor se desfaz ou tem intenção ou obrigação de se desfazer*” e resíduo urbano como “*o resíduo proveniente de habitações, bem como outro resíduo que, pela sua natureza ou composição, seja semelhante*”.

Em termos de composição, os RU representam somente cerca de 10% do total de resíduos produzidos (Eurostat, 2018a, 2018b), mas, em geral, apresentam consistência sólida, podendo conter vários tipos de materiais, com diferentes características, como mostra a caracterização física média dos RU produzidos em Portugal Continental, durante o ano de 2016 (fig. 1).

Se no início da presente década se verificou uma diminuição da produção de RU, em consonância com a quebra de consumo devido à crise económica sentida no país, a partir de 2014 essa tendência inverteu-se e tem-se verificado um aumento, ainda que ligeiro, da produção de resíduos. Dados da Agência Portuguesa do Ambiente (APA) mostram um aumento da capitação de RU de 456 kg/hab. ano para 474 kg/hab. ano, entre 2012 e 2016, tendência que se afasta das metas estabelecidas ao nível do Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos - PERSU 2020 (410 kg/hab. ano em 2020). O PERSU 2020², para o período 2014-2020, constitui um instrumento de planeamento que define a política, orientações e prioridades para os RU em Portugal, estabelecendo a visão, os objetivos, as metas e as medidas a implementar.

¹ Alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17/6.

² Aprovado pela Portaria n.º 187-A/2014, de 17 de setembro, sucedeu ao PERSU II para o período 2007-2016, que por sua vez sucedeu ao PERSU para o período 1997-2007.

Os RU incluem os resíduos produzidos: pelos agregados familiares (resíduos domésticos); por pequenos produtores de resíduos semelhantes (produção diária inferior a 1100 l); e por grandes produtores de resíduos semelhantes (produção diária igual ou superior a 1100 l). A diferenciação existe, apenas, no que diz respeito à responsabilidade da sua gestão, cabendo aos municípios no caso de produções diárias inferiores a 1100 litros e aos respetivos produtores nos restantes casos (normalmente designados por "grandes produtores"). O PERSU 2020 abrange os RU, à exceção dos produzidos pelos "grandes produtores".

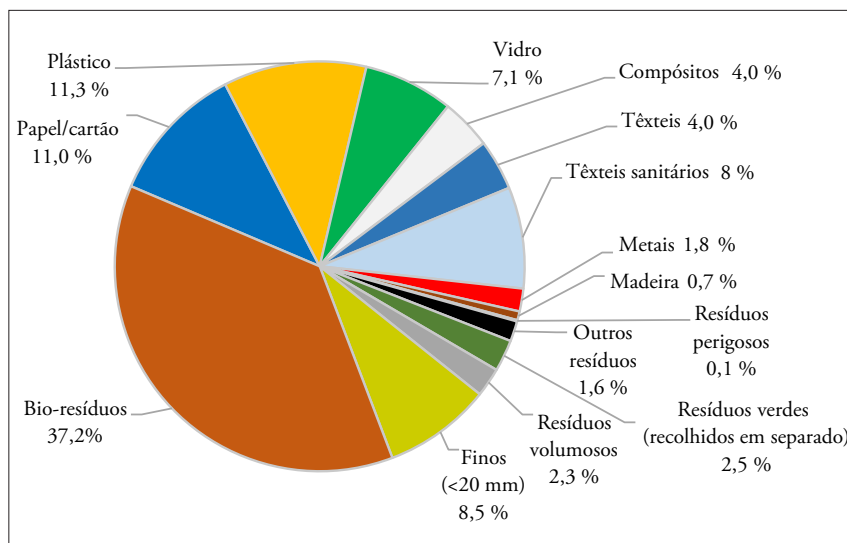


Fig. 1 - Caracterização física média dos RU produzidos em Portugal Continental, em 2016 (Fonte: Adaptado de APA, 2017, p. 42).

Fig. 1 - Average of the physical characterization of MSW produced in Portugal in 2016 (Source: Adapted from APA 2017, p. 42).

Os resíduos recolhidos sob responsabilidade dos Municípios (serviços em baixa) são transportados para as instalações de triagem, valorização e tratamento geridas pelos SGRU - Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos

(serviços em alta). Atualmente existem 258 entidades gestoras de serviços em baixa e 23 entidades gestoras de serviços em alta, sendo 12 multimunicipais³ e 11 intermunicipais⁴ (ERSAR, 2017).

Riscos Inerentes a uma Deficiente Gestão dos RU

Os resíduos constituem ameaças à saúde humana, na medida em que servem de fonte de doença; providenciam alimento e abrigo para animais portadores de doenças como roedores e insetos; são fonte de infeção, particularmente os resíduos hospitalares com risco biológico; são fonte de toxicidade química, particularmente os resíduos industriais; são contaminantes do solo quando transportados pela água ou depositados de modo não controlado; e são contaminantes das águas superficiais por bioacumulação.

Erros na previsão da geração dos resíduos, bem como acontecimentos imprevistos podem acarretar efeitos ambientais nocivos, nomeadamente em termos de condições de higiene, segurança e saúde da população em geral e, em particular, dos trabalhadores que contactam com os resíduos. O RU não é, em geral, um elemento diretamente causador de doenças, apesar de poder conter uma pequena quantidade de resíduos perigosos (tintas, vernizes, solventes, detergentes, vidros partidos, agulhas, etc.) e de poder causar problemas à população por inalação ou contacto cutâneo, ou, ainda, por apresentar riscos de inflamabilidade, combustibilidade ou, mesmo, de explosão. A recolha e tratamento deficiente dos RU, podem contaminar o solo, a água e o ar, nomeadamente por deposição inadequada.

³ São considerados multimunicipais os SGRU de titularidade estatal que sirvam pelo menos dois municípios e exijam a intervenção do Estado em função de razões de interesse nacional.

⁴ São considerados SGRU intermunicipais/municipais aqueles aos quais cabe aos municípios, isoladamente ou em conjunto, através de associações de municípios, ou em parceria com o Estado, definir o modo de organização e gestão.

Em caso de não recolha ou de recolha deficiente dos RU, o problema começa por ser a acumulação dos resíduos junto dos contentores, desagradável esteticamente, podendo mesmo ser remexidos e arrastados por pessoas e animais que aí vão procurar alimento. Os resíduos mais leves podem ser espalhados pelo vento e arrastados pelas águas pluviais, podendo ainda entupir as condutas e causar inundações. No entanto, são especialmente os resíduos biodegradáveis que constituem fonte de odores incómodos, por serem ricos em matéria orgânica e com alto teor em água, além de também serem motivo de atração para ratos e insetos, que, através deles, se vão tornar elementos fundamentais de desenvolvimento e propagação de doenças. Os resíduos biodegradáveis, tomando-os como o somatório dos bio-resíduos, papel/cartão, verdes e madeira, constituem cerca de 51% do total dos RU produzidos (fig. 1). O teor em água varia em função de diversos fatores, incluindo a atividade e nível de vida da população, bem como com a localização geográfica e as características da estação do ano (rumo e velocidade do vento, temperatura e humidade relativa do ar). Em Portugal, o valor médio do teor em água situa-se entre 28 % e 50 %, embora nos bio-resíduos esse valor varie entre 60 % e 62 % (Levy e Cabeças, 2006).

Uma vez que quanto maior é o teor em água, maior será a velocidade de decomposição, o impacte pode ser eventualmente acelerado e agravado por condições meteorológicas adversas. É, ainda, de prever o derrame do líquido produzido durante a decomposição dos resíduos (lixiviado) para a via pública e para as condutas de águas pluviais, tornando necessária a limpeza e a eventual desinfecção do espaço público, para evitar a contaminação do solo e dos cursos de água. A exposição aos agentes biológicos/micro-organismos durante a utilização do espaço, nomeadamente por manipulação do material contaminado (os próprios resíduos, o contentor) pode provocar infeções, alergias ou intoxicações, na população em geral e nos trabalhadores do sector dos RU, em especial.

Para a mitigação das consequências de qualquer tipo de sobrecarga da produção, recolha e tratamento dos resíduos, e em especial nas ocorrências excecionais, é importante encurtar o tempo de toda a cadeia de gestão dos resíduos. O tempo é, pois, de vital importância para o impacte da ocorrência, nomeadamente logo na fase de recolha, ou seja, na retirada dos resíduos

do espaço público, do contacto com os humanos e animais, bem como do contacto não controlado com o ar, a água e o solo. O risco é diferente consoante o tempo de exposição, dias, semanas ou meses, o tipo de resíduos, inertes ou bio-resíduos, e as condições meteorológicas, favoráveis ou não à decomposição.

Uma má gestão de resíduos pode contribuir para a ocorrência de catástrofes, nomeadamente, p. ex., por causar cheias e inundações. Um dos grandes desafios das cidades prende-se com a remoção de resíduos, tais como: areia, folhas e plásticos de pequenas dimensões, do sistema público de drenagem de águas pluviais, por entupirem as tubagens e serem por isso responsáveis por inundações, particularmente em situações de pluviosidade intensa, concentrada no espaço e no tempo (Marais e Armitage, 2004; Armitage e Rooseboom, 2000). Refira-se ainda que um grande número de estudos tem evidenciado a contribuição dos resíduos que são transportados pelos sistemas de drenagem de águas pluviais para o problema do lixo marinho (Willis *et al.*, 2017).

Nos países em desenvolvimento, devido à rápida expansão urbana e ao desenvolvimento não planeado, a quantidade de resíduos sólidos tem aumentado diariamente, ao contrario da capacidade de recolha e eliminação, que se tem mantido sem grandes melhorias (Ali *et al.*, 1999). Nalguns países não existem quaisquer sistemas de tratamento e noutros estes não se encontram operacionais. O resultado é o abandono de resíduos no solo e cursos de água, constituindo um bloqueio aos canais de drenagem de água naturais ou construídos (Diagne, 2007), o que permite a propagação de doenças por via aquática. Anualmente, em várias cidades africanas e indianas ocorrem cheias que, em parte, são provocadas pelo bloqueio causado por sacos de plástico no sistema de drenagem (UN-HABITAT, 2010).

A deficiente gestão de resíduos contribui ainda para a emissão de gases com efeito de estufa, através da emissão de metano proveniente da decomposição anaeróbica da matéria orgânica no solo e da emissão de dióxido de carbono, proveniente da combustão dos resíduos (EEA, 2013), as quais são apontadas como fatores que intensificam a ocorrência de catástrofes climáticas, como cheias e tempestades.

Desafios da Gestão dos RU em Situações Anómalas

Situações causadoras de sobrecarga

Segundo Zaman e Lehmann (2011), atualmente a sociedade de consumo produz grandes quantidades de resíduos, que criam forte pressão sobre as autoridades locais, por forma a que os possam gerir de forma sustentável. Por outro lado, determinadas ocorrências podem agravar drasticamente o panorama da gestão dos resíduos, por darem origem a inesperadas situações de grande sobrecarga, tanto na recolha como no tratamento dos resíduos. Os exemplos seguintes são situações que apresentam diferentes características, mas todas elas possíveis de causar grande dificuldade a nível da gestão de resíduos:

- (1) Greve dos trabalhadores do sector dos resíduos;
- (2) Manifestações de protesto que impeçam a deposição nos locais habituais e devidamente preparados para o efeito, locais esses que podem constituir o alvo de contestação;
- (3) Turismo;
- (4) Eventos culturais e desportivos, tais como festivais de música, campeonatos do mundo, jogos olímpicos, etc.;
- (5) Situações de emergência devido a catástrofes naturais, tais como inundações, sismos, maremotos, tornados e deslizamentos de terras, ou a catástrofes antrópicas.

A situação (1), de greve, impede a recolha dos resíduos ou obriga a uma recolha insuficiente, pelo que, dependendo do tempo de duração, pode levar à situação de acumulação dos resíduos na via pública, fora dos contentores, já cheios.

Na situação (2), de impedimento da deposição, a recolha é possível, mas há o problema de se conseguir seleccionar um local de deposição alternativo, temporário, com condições de confinamento e capacidade adequada. Em ambas as situações, (1) e (2), o impacte resultante está estreitamente ligado ao período de contestação.

O ponto (3), turismo, proporciona emprego e rendimento às economias de muitas regiões. Todavia, um dos seus maiores impactes é a produção de resíduos (Matheu-Sbert *et al.*, 2013). No caso do turismo sazonal, vários estudos (Arbulú *et al.*, 2016; Bashir e Goswami, 2016; Matheu-Sbert *et al.*, 2013; Kuniyal *et al.*, 2003) abordam a ligação direta existente entre o aumento da produção de resíduos e o aumento da população, e o impacte que esta perturbação exerce sobre o respetivo sistema de gestão.

Por sua vez, a indústria de eventos (4) tem assistido a um amplo crescimento, tanto em termos de número, como no que diz respeito à diversidade e popularidade (Dickson e Arcodia, 2010). Perante a participação de, por vezes, milhares de pessoas, as autoridades locais são confrontadas com a necessidade de gerir grandes quantidades de resíduos num espaço geográfico limitado e por períodos curtos de tempo. Sendo reconhecido que a produção de resíduos, por parte dos participantes, é um dos mais significativos impactes destes eventos (Collins *et al.*, 2007), nos países desenvolvidos tem aumentado o interesse na promoção dos chamados eventos “verdes”, que incentivam a redução não só da produção de resíduos, mas também dos restantes impactes ambientais (Martinho *et al.*, 2018).

No caso das situações de emergência (5), devidas a catástrofes naturais ou antrópicas, os resíduos são reconhecidamente um risco para a saúde, para a segurança e para o ambiente, e até podem constituir um sério impedimento para as operações de socorro pós-catástrofe. (UNEP/OCHA, 2011). Acresce que uma má gestão de resíduos pode contribuir para agravar os impactes das catástrofes, pelo bloqueio da drenagem, pelo aumento de resíduos, pela toxicidade desses resíduos e por constituir um abrigo para vetores de doença.

A mitigação do risco e a importância do planeamento

Reconhecendo o contributo dos resíduos para o risco de catástrofe, a gestão de resíduos tem de incorporar certas especificidades, de forma a mitigar o risco. O conceito de risco tem evoluído ao longo dos tempos. Inicialmente, e segundo a visão da *United Nations Disaster Relief Co-ordinator* (UNDRO, 1979), o risco era entendido como a probabilidade de ocorrência e a respetiva quantificação em termos de custos, de con-

sequências gravosas para a segurança das pessoas, em resultado do desencadeamento de um fenómeno de origem natural ou antrópica. Atualmente as abordagens de risco integram ainda a consciência individual e coletiva quanto aos potenciais perigos que as manifestações de risco podem acarretar (Beck, 1992, 2011). O conceito de mitigação do risco surgiu na década de 70 do século XX, com a publicação, por White e Hass (1975), do relatório *Assessment of Research on Natural Hazards*, sobre a capacidade dos Estados Unidos da América resistirem e responderem a catástrofes naturais. Evoluiu, depois, para a implementação de programas sustentáveis de redução do risco de catástrofes, que se baseiam na governação apoiada numa forma participativa de democracia, em que as instituições têm apoio público e em que as partes interessadas têm capacidade para se envolverem diretamente nas tomadas de decisão (Alexander, 2011).

Deste modo, no que diz respeito à gestão integrada de resíduos, as ações de redução do risco podem incluir:

- (1) Redução da produção de resíduos;
- (2) Manutenção de um serviço regular de recolha de resíduos;
- (3) Manutenção de um serviço regular de limpeza urbana, permitindo a redução da quantidade de resíduos (areias, folhas e pequenos objetos) no sistema público de drenagem de águas pluviais;
- (4) Limpeza regular e remoção dos resíduos dos cursos de água e dos canais de drenagem, naturais ou construídos;
- (5) Incentivo à valorização material e energética de resíduos;
- (6) Deposição de resíduos, aplicável somente àqueles que não possam ser valorizados de forma sustentável, ambiental e económica.

De entre os resíduos produzidos pelas catástrofes, os resíduos perigosos devem ser alvo de ações específicas, de modo a reduzir os seus impactes na saúde humana e no ambiente. Um resíduo perigoso apresenta uma ou mais das seguintes características: explosivo, comburente, inflamável, irritante, tóxico, cancerígeno, corrosivo, infeccioso, mutagénico, sensibilizante e ecotóxico⁵. Em países como os EUA, onde se verifica a

⁵ Regulamento (UE) n.º 1357/2014 da Comissão de 18 de dezembro de 2014, que se baseia na legislação europeia sobre produtos químicos, que por sua vez procura contribuir para a harmonização internacional dos critérios de classificação e rotulagem de produtos químicos.

ocorrência frequente de eventos naturais de carácter excepcional, a preocupação com os resíduos perigosos não se foca somente nos resíduos perigosos de origem industrial ou hospitalar, mas inclui também os resíduos perigosos contidos nos RU. Nesse país, há vários anos que as autoridades locais fazem recomendações à população (QUADRO I) relativas ao modo de armazenamento dos resíduos perigosos nas habitações, acautelando situações de ocorrência de eventos perigosos e de consequente contaminação.

A mitigação do risco passa pela preparação prévia da fase de resposta à crise (emergência) através de um plano de contingência (UNEP/OCHA, 2011). Apesar da necessidade de planeamento da gestão dos resíduos produzidos nas catástrofes só ter sido reconhecida em 1995 (Brown *et al.*, 2010), este planeamento ajudará as comunidades a escolher efetivamente as opções de gestão adequadas, antes que a catástrofe ocorra, de modo a evitar decisões apressadas e, em última análise, até erradas (USEPA, 2008).

A partir da análise de várias situações de catástrofes registadas em todo o país (EUA), USEPA (2008) e Crowley (2017) concluíram que as áreas que tinham planos de prevenção da gestão de resíduos apresentavam, em geral, um processo mais eficiente de gestão dos resíduos pós-catástrofe.

A elaboração de um plano desta natureza baseia-se numa análise contínua da gestão de risco, possibilitando a preparação prévia da ocorrência, reduzindo as vulnerabilidades e, por conseguinte, o perigo. No caso particular da gestão de resíduos, permite a correção e melhoria das práticas de gestão, ao implementar, p. ex., um sistema de limpeza urbana, de modo a reduzir a entrada de resíduos no sistema público de drenagem de águas pluviais, com vantagens evidentes em relação à salubridade pública.

Dificuldades expectáveis numa situação pós-catástrofe

Após a plena manifestação do risco, o problema assume novas formas. Trata-se de uma situação com grande impacte no sistema de gestão, quer pela quantidade de resíduos a gerir, quer pela duração temporal da perturbação. Apesar de nos casos de ocorrência de catástrofes, os RU não serem a tipologia de resíduos mais

QUADRO I - Exemplo de recomendações à população de King County, Washington, USA
(Fonte: Adaptado do King County DNRP, 2009).

TABLE I - *Example of recommendations for the King County's population, in Washington, USA*
(Source: Adapted from King County DNRP, 2009).

Prepare-se para as inundações – Redução de materiais perigosos (Visite www.kingcounty.gov/floodplans)
Manuseamento de materiais perigosos - inundações esperadas
<ul style="list-style-type: none"> • A sua empresa não precisa estar localizada numa zona de inundação para poder ser inundada por eventos naturais ou provocados pelo homem. • Os proprietários de empresas são responsáveis por qualquer contaminação e limpeza que venha a ser necessária, causada por materiais perigosos.
Faça a gestão dos produtos químicos e resíduos antes da época de inundações
<ul style="list-style-type: none"> • A maioria das empresas têm materiais perigosos que podem contaminar as águas em caso de inundação e podem ser perigosos para si, seus funcionários, pessoal de emergência ou ambiente. • Os proprietários são responsáveis por qualquer contaminação e limpeza que venha a ser necessária, causada por produtos perigosos ou resíduos. Evite processos de limpeza caros e complicados, mantendo apenas pequenas quantidades de materiais perigosos no local.
Antes da inundação, aproveite os serviços disponíveis e reduza o armazenamento de materiais perigosos
<ul style="list-style-type: none"> • Em conjunto com os seus fornecedores, nomeadamente os de resíduos perigosos, faça uma avaliação do que precisa manter no local. Um inventário atualizado de seus materiais ajudará os profissionais de emergência e o processo de limpeza pós-inundação. • Não há serviços de assistência disponíveis para ajudar as empresas a identificar e reduzir materiais perigosos sem custo adicional. Já pagou por esses serviços quando comprou os materiais, por isso use-os! A Linha de Resíduos Comerciais pode fornecer recomendações para ajudar a reduzir o risco e a responsabilidade: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ligue para a linha de resíduos comerciais através do 206-263-8899, chamada grátis através de 1-800-325-6165, ext. 3-8899 ou visite www. Govlink.org/hazwaste/business e apresente as questões ou peça informação relativa a estes serviços ou recomendações ➤ Agende uma visita grátis ao local e assistência técnica para o ajudar com os processos e resíduos específicos do seu negócio ➤ ...

representada em termos quantitativos, o respetivo sistema de gestão terá de se manter em funcionamento e, frequentemente, até terá de incorporar as novas tipologias, os novos locais de produção e a deslocalização dos locais de tratamento.

O tipo e quantidade de resíduos produzidos depende da natureza e severidade da catástrofe, da sua localização e da ocupação do solo, sendo as tipologias mais habituais as seguintes: restos de vegetação, solo e rochas; RU perigosos (óleos, pesticidas,

etc.); resíduos de construção e demolição, provenientes de edifícios e infraestruturas danificadas (constituindo estes a maior porção e representando preocupações para a saúde pública porque podem conter amianto, madeira tratada com arsénio e poluentes orgânicos); químicos industriais e perigosos; bio-resíduos; veículos; resíduos recicláveis (plásticos e metais); resíduos elétricos e electrónicos; corpos de humanos e de animais (Brown *et al.*, 2011).

As catástrofes naturais podem produzir 5 a 15 vezes mais resíduos que os produzidos anualmente, segundo Reinhart e McCreanor (1999), com base em dados recolhidos em catástrofes dos EUA, e também de acordo com Basnayake *et al.* (2006), que apresentam valores semelhantes com base nos dados do *tsunami* de 2014, do Sudoeste Asiático. Por sua vez, Heinrich *et al.* (2015) apresentaram uma previsão da quantidade de resíduos produzidos para vários cenários de catástrofes (fig. 2) e a *Federal Emergency Management Agency* (FEMA 2007) apresentou uma lista resumida dos resíduos expectáveis (QUADRO II).

Solis *et al.* (1995) referem que, em algumas catástrofes, o volume produzido é equivalente a anos, ou mesmo décadas, da produção normal das zonas afetadas. Estes autores referem ainda que os resíduos resultantes deste tipo de catástrofes apresentam maiores riscos para a segurança e para a saúde, uma vez que a exigência de recolha rápida destes materiais pode reduzir a consciência do perigo, porque há probabilidade de haver resíduos perigosos dissimulados no meio dos outros não perigosos.

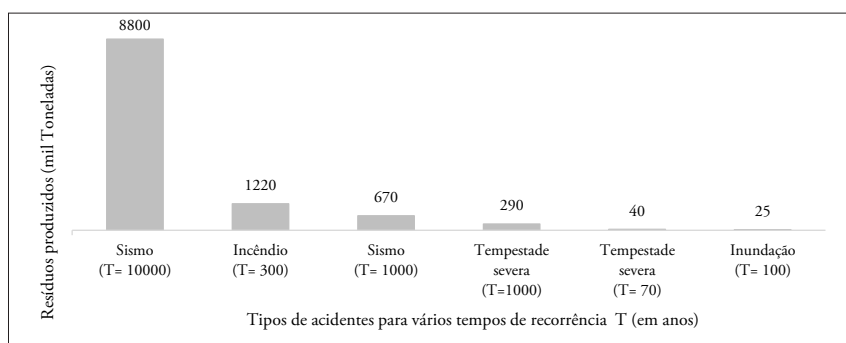


Fig. 2 - Produção de resíduos para diferentes cenários de catástrofes (Fonte: Adaptado de Heinrich *et al.*, 2015).

Fig. 2 - Waste production for different accident scenarios (Source: Adapted from Heinrich *et al.*, 2015).

Após a catástrofe, podem verificar-se dificuldades de acesso por causa da destruição das estradas, ou pelo bloqueio formado por grandes quantidades de resíduos que foram transportadas do seu local de origem e depositadas noutra local, bem como pelo colapso de estruturas. Podem ocorrer, ainda, situações de contaminação das massas de água por substâncias perigosas contidas nos resíduos. Estas quantidades de resíduos ameaçam a saúde humana, têm impactes ambientais e constituem um entrave à reconstrução (UNEP/OCHA, 2011). Alguns autores identificam ainda outros resíduos produzidos indiretamente pela catástrofe, como são os resultantes de donativos em excesso (Ekici *et al.*, 2009), da prestação de cuidados de saúde (Petersen, 2004), da distribuição de pacotes de assistência (Solis *et al.*, 1995), e alimentos estragados devido a quebras de energia (Luther, 2006).

QUADRO II - Tipologia habitual dos resíduos nos Estados Unidos da América
(Fonte: FEMA, 2007).

TABLE II - Typical debris streams in the United States of America (Source: FEMA, 2007).

Tipo de catástrofes	Furacões/ tufões	Tsunamis	Tornados	Inundações	Sismos	Incêndios	Tempestades de gelo
Verdes	x	x	x	x		x	x
Materiais de construção e demolição	x	x	x	x	x		
Bens pessoais /outro recheio doméstico	x	x	x	x	x	x	
Perigosos	x	x	x	x			
Perigosos domésticos	x	x	x	x	x	x	x
Grandes electrodomésticos	x	x	x	x	x	x	
Solo/rocha/lamas	x	x		x	x	x	
Veículos /embarcações	x	x	x	x			
Bio-resíduos	x	x	x	x			

Deste modo, a limpeza e a remoção dos resíduos produzidos são uma prioridade para criar e repor o acesso não só à área afetada, mas também dentro dela, bem como para permitir o acesso aos edifícios de apoio à emergência e, ainda, para permitir a drenagem da água e facilitar o trabalho de reconstrução. Todavia, a remoção

dos resíduos pode, por vezes, não ser feita com a velocidade desejada, do ponto de vista dos malefícios dos resíduos, uma vez que deverá ser mais lenta e cuidadosa por questões de segurança física, quer dos próprios trabalhadores e das pessoas que possam estar soterradas, quer pelo perigo de ruína total das construções já danificadas. A grande quantidade de resíduos e o facto de serem pesados e ou volumosos podem também ser causa de impedimento da recolha mais rápida dos mais suscetíveis de causar problemas à saúde pública e ambiental.

Ainda que não seja uma preocupação das organizações envolvidas na assistência humanitária, as suas atividades devem basear-se na gestão integrada de resíduos, anteriormente referida, envolvendo todos os parceiros e respeitando a hierarquia dos resíduos, como forma de providenciar materiais para a recuperação, reutilizando-os ou reciclando-os.

Para além dos resíduos gerados pelo evento, a população continua a produzir resíduos, em áreas onde o sistema de gestão de resíduos não foi retomado ou em novas áreas como é o caso dos campos de desalojados, que são locais de grande risco pela alta densidade demográfica e pelas condições precárias, a vários níveis, incluindo a gestão dos resíduos. Bjerregaard e Meekings (2008) fazem uma breve descrição desta situação, que comparam com a dos períodos que se seguem imediatamente a situações de emergência. Segundo estes autores, queimar ou enterrar os resíduos, por vezes muito perto das habitações, de modo não controlado, é uma prática de certo modo habitual nos campos de refugiados, mas que apresenta vários riscos, uma vez que, na queima, como a combustão se dá a baixa temperatura, os materiais orgânicos com maiores teores em água não são totalmente queimados, pelo que continuarão depois, naturalmente, o seu processo de decomposição. Acresce ainda o problema das emissões gasosas, devido à queima de plásticos.

O sistema de gestão de resíduos existente tem de atender a estas alterações e incorporar as maiores quantidades de resíduos, as novas tipologias de resíduos, os novos locais de produção e a deslocalização dos locais de tratamento. A mistura de resíduos pode pôr em causa o seu tratamento ou, nos EUA, torná-los ineligiáveis para serem geridos pela FEMA, Agência Federal de Gestão de Emergências (Brown *et al.* 2011). Para além destes problemas, o sistema de gestão de resíduos pode tornar-se ineficaz, pela eventual destruição de veículos durante a catástrofe, pela res-

trição da circulação e acesso de viaturas, pela eventual destruição de infraestruturas (tornando as rotinas de trabalho obsoletas) e pelo absentismo das pessoas que estão ocupadas com os seus próprios problemas.

Exemplos Históricos de Situações de Catástrofe

As catástrofes provocam grandes impactes no ambiente, mas uma gestão inadequada do ambiente e do uso do solo também faz aumentar a vulnerabilidade aos efeitos das catástrofes (Brown *et al.*, 2011). Existe uma relação intrínseca entre as catástrofes e a gestão de resíduos, alternando estes entre causa e consequência umas das outras.

Apresentam-se de seguida alguns exemplos de situações excepcionais, de calamidade, onde a gestão dos resíduos assumiu um papel preponderante.

Peste Negra – Séc. XIV

A Peste Negra, infecciosa e altamente contagiosa, assolou grande parte do mundo no Séc. XIV, incluindo a Europa. É descrita por vários historiadores (Ferrão, 1979; Mattoso e Sousa, 1993; Eco, 2014). Terá tido origem nos Himalaias e começou a difundir-se pelas regiões asiáticas, tendo chegado rapidamente à Europa pela via das rotas comerciais. Na Europa permaneceu entre 1347 e 1350, reduzindo a população em cerca de 1/3 a 1/2. A mortalidade variou de lugar para lugar, conforme o clima, a higiene, os hábitos sociais, etc. (Mattoso e Sousa 1993), atingindo níveis mais elevados em zonas mais populosas do que nos campos. Há mesmo referências ao desaparecimento de comunidades inteiras e ao total despovoamento de um grande número de povoações (Ferrão, 1979). Tão alta mortalidade teve profundas repercussões a nível económico, social e político (Eco, 2014).

A Peste Negra, também conhecida por Peste Bubónica, deveu-se ao bacilo *Yersinia Pestis*, alojado nas pulgas dos ratos que, segundo Eco (2014), atingiam os hu-

manos como segunda opção, ou seja, só após a morte de um grande número destes roedores. A Peste Negra é um caso que ilustra bem as consequências que pode ter para a saúde pública a falta de higiene e a falta de limpeza dos espaços públicos.

Guerra no Líbano – 2.^a metade do século XX

Depois de um período de 30 anos de guerra civil, o Líbano foi palco de uma intervenção militar por parte de Israel, no verão de 2006. Durante a guerra civil, devido à falta de segurança, a recolha de resíduos era difícil e intermitente, resultando no acumular de RU e de resíduos de construção e de demolição, tanto nas ruas como junto à Costa do Mediterrâneo.

As ações militares de Israel provocaram cerca de 1 200 mortos, 4 400 feridos e 1 milhão de deslocados. As infraestruturas foram severamente danificadas, estimando-se em 1,2 milhões de m³ os resíduos resultantes dos bombardeamentos das áreas residenciais de Beirute, provocando derrame dos tanques de combustível da Central Energética Jieh, a sul de Beirute, que contaminou cerca de 2/3 da costa mediterrânea do país, numa extensão de cerca de 150 km (Khalaf-Kairouz, 2017).

Estima-se que ainda exista cerca de 1 milhão de munições por detonar e que, apesar de se encontrarem maioritariamente guardadas em vários armazéns, constituem um risco para a população, principalmente nos campos agrícolas do sul do Líbano, por se encontrarem sem qualquer tipo de proteção ou controlo (Khalaf-Kairouz, 2017).

Tsunami no Oceano Índico - 2004

Em dezembro de 2004, na costa Norte da ilha de Samatra, Indonésia, um sismo de magnitude 9 na escala de Richter e réplicas de magnitude de 7,1

desencadearam *tsunamis* que afetaram vários países, nomeadamente a Índia, Indonésia, Malásia, Maldivas, Sri Lanka, Tailândia e Costa de África. Estima-se que cerca de 250 000 pessoas tenham perdido a vida e que foram milhões os desalojados. Os danos estenderam-se até cerca de 50 km da linha da costa e os resíduos produzidos foram de tal ordem que constituem o problema ambiental mais crítico dos países afetados, problema que, pela quantidade e tipologia dos resíduos, não tiveram capacidade para resolver nos anos imediatos (Srinivas e Nakagawa, 2008).

Furacão Katrina, Estados Unidos da América - 2005

Em agosto de 2005, o furacão *Katrina* atingiu o território de 3 estados norte americanos na costa do Golfo do México (Mississípi, Luisiana e Alabama), causando a morte a mais de 1 000 pessoas e fazendo mais de 250 000 desalojados. Os danos provocados na região tiveram 2 origens diferentes, embora relacionadas entre si: o furacão e a rotura dos diques em Nova Orleães. Estima-se que a área atingida tenha sido de cerca de 233 000 m² e que os resíduos produzidos totalizem cerca de 76 milhões de m³ (Luther, 2006).

Na sequência desta catástrofe foi declarado o estado de calamidade, o que permitiu a intervenção de todas as agências federais, para além da primeira intervenção prestada pelos Estados atingidos. O Mississípi e o Luisiana seguiram planos específicos de gestão de resíduos, os quais determinavam os tipos de resíduos que seriam tratados, as leis que se aplicavam e os requisitos relativos aos locais de armazenamento, bem como os respetivos métodos de tratamento. Contudo, vários problemas foram identificados (Luther, 2006) designadamente: dificuldade em separar resíduos; lento retorno dos residentes (particularmente nas áreas inundadas de Nova Orleães); deposição de resíduos de construção e demolição; preocupações da comunidade relativas a contaminação dos locais escolhidos para essa deposição; demolição de propriedades privadas e presença de amianto nos edifícios a demolir.

Sismo de L'Aquila - 2009

L'Aquila é uma pequena cidade na zona Centro da Itália. Em abril de 2009, sofreu um sismo de magnitude 6,3 na escala de Richter. As três réplicas, de curta duração e altas acelerações, com magnitude acima de 5, foram as principais responsáveis pelos muitos danos verificados na cidade e arredores, com 308 mortes, 1 600 feridos e 40 000 desalojados (Maugeri *et al.*, 2011). Por sua vez, Brown (2010) refere que a força de comando e controlo (Di.Coma.C) do centro de gestão de emergências pós-terramoto estimou uma produção de 1,5 a 3 milhões de m³ de resíduos, dos quais 70 a 80% eram resíduos de construção e demolição (RCD).

Sismo do Haiti - 2010

Um sismo com a magnitude de 7 na Escala de Richter causou, em 2010, grande destruição na cidade de Port au Prince, capital do Haiti. Causou cerca de 220 000 mortos, mais de 300 000 feridos, à volta de 600 000 desalojados e cerca de 19 milhões de m³ de resíduos (DEC, 2016). Ainda segundo esta publicação, as condições precárias pós sismo levaram a um surto de cólera devido à qual terão morrido perto de 6 000 pessoas e infetadas cerca de 216 000.

Sismo e Tsunami do Japão - 2011

O sismo que, em 2011, ocorreu na costa Leste Japonesa, com magnitude de 9,0 na Escala de Richter, criou uma onda com cerca de 30 m de altura que, nalguns locais, chegou a entrar 5km por terra dentro, tendo produzido entre 80 a 200 milhões de toneladas de resíduos (Chandrappa e Das, 2012). Para além dos resíduos, o *tsunami* causou inundações de água salgada, o que, a longo prazo, provocou a contaminação de grandes áreas agrícolas.

Crise do Lixo em Bengaluru, India - 2012

Bengaluru, capital da província de Karnataka, localiza-se no sul da Índia e é 3.^a cidade mais populosa do país. Segundo dados das Nações Unidas (UN, 2014), a cidade mais que duplicou a população entre 1990 e 2014, passando de aproximadamente 4 milhões, para cerca de 9,7 milhões de habitantes. Em 2012, viveu uma grave situação devido a movimentos de contestação à deposição dos resíduos. Esta situação encontra-se descrita por Schäfer (2015) e pelo NIUA (2015): o rápido crescimento da população e o aumento associado da produção dos RU, aliados à falta de infraestruturas para tratamento desses resíduos, levou a que a deposição fosse feita em duas lixeiras, em duas povoações dos arredores da cidade. A deposição, sem qualquer controlo dos lixiviados, conduziu, inevitavelmente, à contaminação do solo e da água.

O descontentamento dessas populações foi crescendo com o avolumar dos resíduos depositados, com a degradação ambiental e da saúde pública, culminando em 2012 com ações de protesto e com o impedimento do despejo dos camiões. Mais tarde, por questões económicas, os próprios trabalhadores do setor entraram em greve. A coincidência destes dois movimentos terem decorrido em simultâneo conduziu à designada *Crise do lixo de Bengaluru*.

Sem recolha nem transporte dos RU durante várias semanas, foram-se formando pilhas de resíduos putrescíveis pela cidade e arredores. A gravidade da situação foi finalmente reconhecida pelas entidades responsáveis superiores, o que levou ao rápido desenvolvimento e implementação de boas práticas da gestão dos RU. Delas fizeram parte campanhas de sensibilização e educação da população, a qual, aderindo ao projeto, muito contribuiu para o seu sucesso (NIUA, 2015).

Desafios da Gestão dos RU: o caso particular de Coimbra

O concelho de Coimbra situa-se no litoral centro de Portugal, ocupa uma área de 319,4 km² e, em 2011, tinha uma população de 143 396 habitantes (INE, 2012).

O modelo atual de gestão de RU consiste numa combinação de recolha seletiva de papel/cartão, vidro e embalagens, óleos alimentares usados, resíduos verdes, monos e resíduos metálicos, com recolha indiferenciada dos restantes resíduos, que no Centro Histórico da Cidade de Coimbra é efetuada porta-a-porta e no restante território é efetuada através de contentores de proximidade. Os resíduos são recolhidos pela Câmara Municipal de Coimbra e transportados para a infraestrutura de tratamento mecânico-biológico do Sistema de Gestão de Resíduos do Litoral Centro, gerido pela empresa ERSUC, SA.

No ano de 2017 foram recolhidas e enviadas para tratamento 58 603 ton de RU (resultantes da recolha em contentores, da limpeza urbana, da recolha de ramagens e, ainda, dos designados por monos) e foram recolhidas e valorizadas 6 576 ton (fig. 3). À semelhança da tendência verificada a nível nacional, e tomando o início do período estudado (2013 a 2015), também no concelho de Coimbra se verificou um aumento da produção de resíduos, quer dos recolhidos nos contentores, dos enviados para tratamento ou, ainda, dos valorizáveis. No entanto, durante o período mais recente (2015 a 2017), observou-se uma descida de todos os tipos de resíduos (fig. 3).

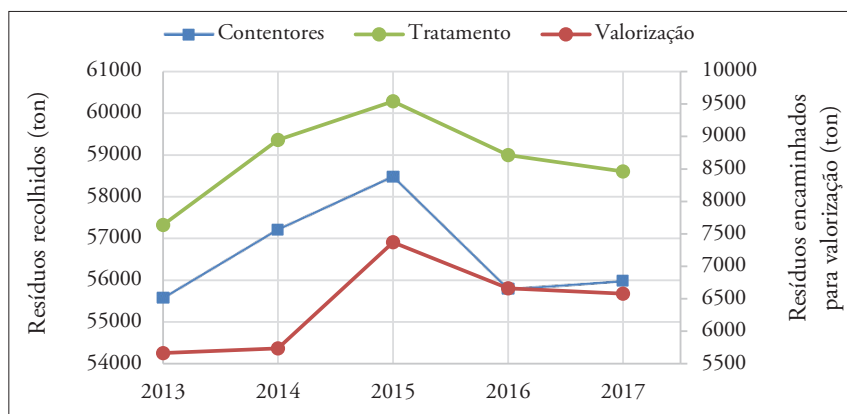


Fig. 3 - Resíduos Urbanos produzidos no Concelho de Coimbra.

Fig. 3 - *Municipal Solid Waste produced in the municipality of Coimbra.*

A produção dos resíduos, durante o período compreendido entre 2013 e 2017, variou ao longo do ano e de um modo até bastante consistente (fig. 4). Todavia,

os meses de novembro e dezembro de 2015 apresentaram-se como meses bastante anómalos, comparativamente com os restantes, mas que, mesmo assim, corresponderam a subidas máximas de 16,5 % e 21,2 % respetivamente, em relação à média dos restantes anos. Os meses de janeiro e junho de 2013, apresentaram desvios de +7,9 % e -8,5 %, respetivamente, em relação à média dos restantes anos do período considerado no estudo.

Além desta variação, existem situações muito particulares de pico, coincidentes habitualmente com certos eventos de índole social, cultural, de lazer, etc.. No caso do concelho de Coimbra pode indicar-se, como exemplo deste tipo de situação, a semana das festas académicas, a conhecida *Queima das Fitas*. A maior produção de resíduos verifica-se na tarde do dia do cortejo (fot. 1), com um valor que, entre 2014 e 2018, variou entre 20 e 25 ton (com um pico de 30 ton em 2016, quando a água da chuva foi apontada como responsável pelo aumento do peso dos resíduos). Em 2018, a produção registada foi semelhante à de 2017, ou seja, à volta de 25 ton, tendo os serviços de limpeza destacado para o local 81 operacionais e 30 meios mecânicos que, à passagem dos 93 carros alegóricos, de imediato foram fazendo a recolha dos resíduos e a limpeza da via. A grande maioria destes resíduos são recicláveis: essencialmente latas, mas também garrafas e copos plásticos e algum papel das embalagens e das flores do desmantelamento dos carros alegóricos.

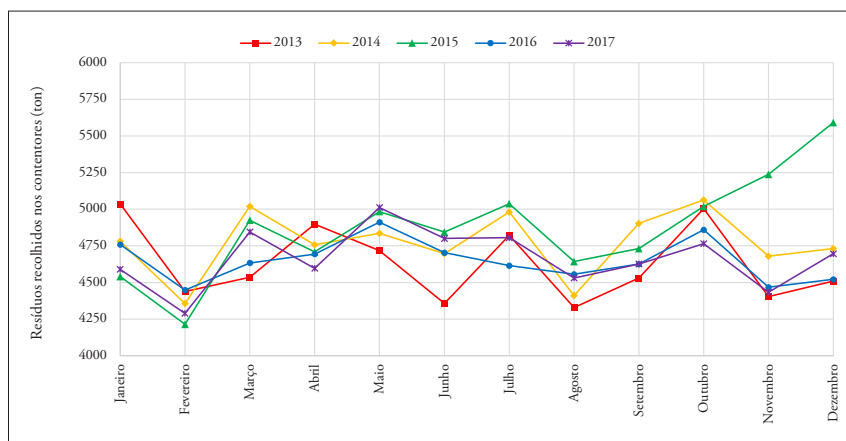


Fig. 4 - Resíduos Urbanos recolhidos nos contentores no Concelho de Coimbra.

Fig. 4 - Municipal Solid Waste collected in the municipality of Coimbra.



Fot. 1 - Pormenores do Cortejo da Queima das Fitas (2015): durante (A) e imediatamente após a sua passagem (B) (Fotografias de Isabel Pinto).

Photo 1 - Details of the “Queima das Fitas” Parade (2015): during (A) and immediately after its passage (B) (Photographs by Isabel Pinto).

No que diz respeito à gestão do risco de cheia e no âmbito do Plano de Manutenção de Infraestruturas de Saneamento – Limpeza e Desobstrução, em Coimbra, no ano de 2016, foram realizadas 474 intervenções em coletores, estações elevatórias de águas residuais, bacias de retenção enterradas e desareadores, e em termos do Plano de Manutenção e Limpezas de Sarjetas e Sumidouros, foram efetuadas 11 607 intervenções (AC, 2017).

Conclusões

Um dos grandes desafios da gestão eficiente dos RU está ligado à imprevisibilidade da produção dos resíduos, em especial nas áreas de grande concentração demográfica. Uma gestão eficiente dos RU exige o desenvolvimento de uma boa base de dados para apoio à previsão e tomada de decisão relativamente à recolha, ao transporte e ao tratamento.

Tendo havido monitorização e existindo uma boa base de dados, não serão de esperar grandes surpresas neste campo. De qualquer modo, tal não deve dispensar o desenvolvimento de procedimentos, quer de prevenção, quer de resposta rápida a possíveis situações críticas.

Havendo uma situação de sobrecarga, os contentores acabam por encher e os resíduos são depositados na via pública. A sua deposição vai levar ao desenvolvimento de um processo de contaminação e, conseqüentemente, de risco para a saúde humana e o ambiente.

A gestão inadequada de resíduos constitui, frequentemente, um importante contributo para a ocorrência ou agravamento de catástrofes. Por outro lado, a ocorrência destas produz resíduos, pela destruição de bens e pelo transporte de solos, rochas e vegetação, aumentando a quantidade de resíduos a gerir. Acresce que alguns dos resíduos têm características de perigosidade, biológica e química, que provocam danos na saúde humana e no ambiente.

Assim, um sistema de gestão de resíduos que integre a análise do risco de catástrofes poderá contribuir para a minimização desse risco e, por outro lado, a análise e gestão do risco poderá identificar oportunidades de melhoria na gestão de resíduos, promovendo a sua sustentabilidade.

Agradecimentos

As autoras agradecem à Câmara Municipal de Coimbra pela disponibilização dos dados relativos aos RU recolhidos no concelho de Coimbra.

Bibliografia

- AC - ÁGUAS DE COIMBRA (2017). *Relatório de Gestão do ano 2016*. A.C. – Águas de Coimbra, E.M., Coimbra
- Alexander, D. (2011). Modelos de vulnerabilidade social a desastres. *Revista Crítica de Ciências Sociais* [Online], 93 | 2011, URL : <http://rccs.revues.org/113> ; DOI : 10.4000/rccs.113
- Ali, M., Cotton, A. & Westlake, K (1999). *Down to Earth: Solid Waste Disposal for Low-Income Countries*. Water Engineering and Development Centre, Loughborough University.
- APA - AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE (2017). *Relatório de Avaliação PERSU 2020 – 2016*. Agência Portuguesa do Ambiente.

- Arbulú, I., Lozano, X. & Rey-Maqueira, J. (2016). The challenges of municipal solid waste management systems provided by public-private partnerships in mature tourist destinations: The case of Mallorca. *Waste Management*, 51, 252-258.
- Armitage, N., & Rooseboom, A. (2000). The removal of urban litter from stormwater conduits and streams: Paper 1- The quantities involved and catchment litter management options. *Water S. A.*, 26(2), 181-188.
- Bashir, S. & Goswami, S. (2016). Tourism challenges in municipal solid waste management in hill towns: Case of Pahalgam. *Procedia Environmental Sciences*, 35, 77-89.
- Basnayake, B.F.A., Chiemchaisri, C. & Visvanathan, C. (2006). Wastelands: clearing up after the tsunami in Sri Lanka and Thailand. *Waste Management World*. March-April, 31–38.
- Beck, U. (1992). *Risk Society: Towards a New Modernity*. Sage Publication. London.
- Beck, U. (2011). Living and Coping with World Risk Society. In Brauch, H, Spring, U, Mesjasz, C., Grin, J., Kameri-Mbote, P, Chourou, B, Dubay, P & Birkmann, J (Ed.). *Coping with Global Environmental Change, Disasters and Security Threats, Challenges, Vulnerabilities and Risks*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 11-15.
- Bjerregaard, M. & Meekings H. (2008). Domestic and Refugee Camp Waste Management Collection and Disposal. Oxfam GB - *Oxfam Technical Briefing Notes*. (acedido a 12 de junho de 2016 em <http://policy-practice.oxfam.org.uk/publications>)
- Brown, C., Milke M., Seville, E. & Giovanazzi, S. (2010). *Disaster Waste Management on the Road to Recovery: LAquila Earthquake Case Study*, 14th European Conference on Earthquake Engineering (14ECEE 2010), Ohrid, Republic of Macedonia.
- Brown, C., Milke, M. & Seville, E. (2011). Disaster waste management: A review article. *Waste Management* 31, 1085–1098. doi:10.1016/j.wasman.2011.01.027
- Chandrappa, R. & Das, D. B. (2012). *Solid Waste Management – Principles and Practice*. Berlin: Springer.
- Collins, A., Flynn, A., Munday, M. & Roberts, A. (2007). Assessing the Environmental Consequences of Major Sporting Events: The 2003/04 FA cup final. *Urban Stud.* 44, 457-476.
- Crowley, J. (2017). A measurement of the effectiveness and efficiency of pre-disaster debris management plans. *Waste Management*, 62, 262-273.
- DEC - DISASTERS EMERGENCY COMMITTEE (2016). *Haiti Earthquake*, Disasters Emergency Committee. (acedido a 12 de junho de 2016 em DEC@org.uk)
- Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro de 2006. Regime Geral da Gestão de Resíduo. *Diário da República n.º 171/2006*, Série I, 6526 - 6545.
- Diagne, K. (2007). Governance and natural disasters: Addressing Flooding in Saint Louis, Senegal. Environment and Urbanization. International Institute for Environment and Development, *Sage Publications*, 19 (2). Disponível em: <http://eau.sagepub.com/content/19/2/552>
- Dickson, C. & Arcodia, C. (2010). Promoting sustainable event practice: The role of professional associations. *International Journal of Hospitality Management*, 29, 236-244.
- Eco U. (2014). *Idade média – Castelos, mercadores e poetas* (1ª ed.). Alfragide, Portugal: D. Quixote.
- EEA - EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY (2013). Managing Municipal Solid Waste – A Review of Achievements in 32 European Countries. *European Environmental Agency Report n.º 2*, Copenhagen.
- Ekici, S., McEntire, D. A. & Afedzie, R. (2009). Transforming debris management: considering new essentials. *Disaster Prevention and Management*, 18 (5), 511-522. Disponível em <https://doi.org/10.1108/09653560911003705>

- ERSAR - ENTIDADE REGULADORA DOS SERVIÇOS DE ÁGUAS E RESÍDUOS (2017). *Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal. Volume 1 – Caracterização do setor de águas e resíduos*. Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos, 183 p.
- EUROSTAT (2018a). *Waste database municipal waste*. http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_wasmun&lang=en. Acedido a 23 de abril de 2018
- EUROSTAT (2018b). *Waste database generation of waste*. http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_wasgen&lang=en. Acedido a 23 de abril de 2018
- FEMA - FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY (2007). *Public Assistance Debris Management Guide*. FEMA 325.
- Ferrão, J. (1979). *Dicionário da História de Portugal*, Livraria Figueirinhas – Porto, Vol. 5, Edição Iniciais Editoriais para a Livraria Figueirinhas.
- Heinrich K., Rawson M., Cowing M. & Haywood M. (2015). *Disaster Waste Management Scoping Study. Final Report*, Government of South Australia, Office of Green Industries SA.
- INE - INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (2012). *Censos 2011. Resultados Definitivos – Região Centro*. Lisboa-Portugal
- Khalaf-Kairouz, L. (2017). Post wars solid waste. *Waste Management*, 68, 1-2, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.09.006>.
- KING COUNTY DNRP (2009). *Preparing for floods. King County Businesses reducing hazardous materials*, King County Department of Natural Resources and Parks. Disponível em: <http://your.kingcounty.gov/dnrp/library/water-and-land/flooding/floodplans/0909-hazwaste-flood-business.pdf>
- Kuniyal, C., Jain, A. P. & Shannigrahi, A. S. (2003). Solid waste management in Indian Himalayan tourists' treks: A case study in and around the Valley of Flowers and Hemkund Sahib Jagdish. *Waste Management*, 23, 807-816.
- Levy, J. e Cabeças, A. (2006). *Resíduos Sólidos Urbanos – Princípios e Processos* (1ª ed.). Associação das Empresas Portuguesas para o Sector do Ambiente (AEPSA), Lisboa.
- Luther, L. (2006). *Disaster debris removal after hurricane Katrina: status and associated issues*. Congressional Research Service, Library of Congress.
- Mattoso, J. e Sousa A. (1993). *História de Portugal, A Monarquia Feudal (1096-1480)*, 2, Círculo de Leitores Lda, 556 páginas.
- Marais, M. & Armitage, N. (2004). The measurement and reduction of urban litter entering stormwater drainage systems. Paper 2 – Strategies for reducing the litter in the stormwater drainage systems. *Water SA*, 30 (4), 483-492.
- Martinho, G., Gomes, A., Ramos M., Santos, P., Gonçalves, G., Fonseca M. & Pires, A. (2018). Solid waste prevention and management at green festivals: A case study of the Andanças Festival, Portugal. *Waste Management* 71, 10-18
- Matheu-Sbert, J., Ricci-Cabello, I., Villalonga-Olives, E. & Cabeza-Irigoyen, E. (2013), 33, 2589-2593.
- Maugeri M., Simonelli A.L., Ferraro A., Grasso, S. & Penna A. (2011). Recorded Ground Motion and Site Effects Evaluation for the April 6, 2009 LÁquile. Earthquake. *Bull Earthquake Eng*, 9, 157-179
- NIUA - NATIONAL INSTITUTE OF URBAN AFFAIRS (2015). *Compendium of Good Practices: Urban Solid Waste Management in Indian Cities*. National Institute of Urban Affairs (NIUA), New Delhi.
- PERSU 2020 - PLANO ESTRATÉGICO PARA OS RESÍDUOS URBANOS (2014). *Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos para Portugal Continental*. Portaria nº 187-A, de 17 de setembro de 2014.

- Petersen, M. (2004). *Restoring waste management following disasters. International conference on post disaster reconstruction*. IF Research group (Ed.), April, Coventry, UK.
- Pietzsch, N., Ribeiro, J. L. D. & Medeiros, J. F. (2017). Benefits, challenges and critical factors of success for Zero Waste: A systematic literature review. *Waste Management*, 67, 324-353. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2017.05.004>
- Reinhart, D. R. & McCreanor, P. T. (1999). *Disaster Debris Management – Planning Tools*. US Environmental Protection Agency Region, IV Final Report.
- Schäfer, S. I. (2015). Urban Solid Waste Management in Bengaluru – Can the Karnataka High Court Directive Explain the Set of Represented Actors in the Action Situation? Urban Policy Lab Konstanz, *Working paper SoSe 2015/2*.
- Smol, M., Kulczycka, J. & Kowalski, Z. (2016). Sewage sludge ash (SSA) from large and small incineration plants as a potential source of phosphorus – Polish case study. *Journal of Environmental Management*, 184, 617-628. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.10.035>
- Solis, G.Y., Hightower, H.C, Sussex, J. & Kawaguchi, J. (1995). *Disaster Debris Management, Final Report*, The Disaster Preparedness Resources Centre, The University of British Columbia, for Emergency Preparedness Canada.
- Srinivas, H. e Nakagawa, Y. (2008). Environmental implications for disaster preparedness: Lessons Learn from the Indian Ocean Tsunami. *J. Environmental Management*, 89, 4-13.
- Strazza, C., Magrassi, F., Gallo, M & Del Borghi, A. (2015). Life cycle assessment from food to food: A case study of circular economy from cruise ships to aquaculture. *Sustainable Production and Consumption*, 2, 40-51. <http://dx.doi.org/10.1016/j.spc.2015.06.004>
- UN-HABITAT- UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME (2010). *Solid Waste Management in the World Cities*. United Nations Human Settlements Programme. Earthscan. London/ Washington.
- UNDRO - UNITED NATIONS DISASTER RELIEF ORGANIZATION (1979). *Natural Disasters and Vulnerability Analysis. Report of Expert Group Meeting*. Office of the United Nations Disaster Relief Co-ordinator, Geneva.
- UNEP/OCHA - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME/OFFICE FOR THE COORDINATION OF HUMANITARIAN AFFAIRS (2011). *Disaster Waste Management Guidelines*. Environment Unit Geneva.
- UN - UNITED NATIONS (2014). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division.
- USEPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2008). Planning for natural disaster debris. In: *Office of Solid Waste and Emergency Response and Office of Solid Waste* (Eds.).
- Willis, K., Hardesty, B.D., Kriwoken, L. & Wilcox, C. (2017). Differentiating littering, urban runoff and marine transport as sources of marine debris in coastal and estuarine environments. *Scientific Report* 7, 44479; doi: 10.1038/srep44479.
- White, G.F e Haas, J. E. (1975). *Assessment of research on natural hazards*, MIT Press, Cambridge.
- Zaman, A.U. e Lehmann, S. (2011). Urban growth and waste management optimization towards “zero waste city”. *City, Culture and Society*, 2 (4), 177-187