

GESTÃO DE RESÍDUOS NOS LABORATÓRIOS DA UNIVERSIDADE DE ÉVORA (2007-2021)**Sofia Capelo^{a,b,*}, Guilhermina Siquenique^c e João Morgado^c**^aDepartamento de Paisagem, Ambiente e Ordenamento, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora, 7000-671 Évora, Portugal^bInstituto de Ciências da Terra, Instituto de Investigação e Formação Avançada (IIFA), Universidade de Évora, 7000-671 Évora, Portugal^cServiços Técnicos - Divisão de Instalações e Equipamentos, Universidade de Évora, 7000-890 Évora, Portugal

Recebido em 03/11/2022; aceito em 16/02/2023; publicado na web 06/04/2023

WASTE MANAGEMENT IN THE LABORATORIES OF THE UNIVERSITY OF ÉVORA (2007-2021). Waste generated in university laboratories is an important component of university waste management, especially regarding their hazardousness and, also, the cost involved in their forwarding. To make a good management of this waste, it is essential to know the amount generated and the composition. However, this type of information remains scarce. In this work, waste from the laboratories of the University of Évora (Portugal) was surveyed from 2007 to 2021, using existing records. In the 15 years under analysis, the laboratories of the University of Évora generated about 61 tonnes of waste, 88% of which were hazardous and 66% were in the liquid state. In addition, only 3% of this waste was subjected to recovery operations. Moreover, the COVID-19 pandemic contributed to a double increase in hospital waste generated and to a substantially decreased of hazardous liquid waste from the laboratory activity, especially in the first year of the pandemic. In 2021, the second year of the pandemic, there was a “return to normality”, reaching the highest value of waste generated in the laboratories, of 8.6 tonnes. Finally, possible solutions for improving laboratory waste management were also discussed.

Keywords: waste management; laboratory waste; university; Portugal; COVID-19.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, têm surgido alguns estudos sobre a gestão de resíduos nas universidades¹⁻²⁷ e, em particular, nos laboratórios^{2,28-35} destas instituições. No entanto, a informação sobre o levantamento da quantidade de resíduos gerada e, também, da sua caracterização ainda continua escassa, em particular no que se refere aos resíduos perigosos.^{7,8,11,19,33,34}

Além de ser crucial reduzir a produção de resíduos importa também conhecer a composição, a quantidade e a distribuição dos resíduos gerados nas instalações universitárias.^{2,13,14,17,19,23,24,25} Só assim é possível implementar um plano de gestão de resíduos e, se possível, melhorá-lo.^{2,19} Por sua vez, o levantamento de informação tem sido feito recorrendo a inquéritos^{2,24,27,34} e a entrevistas.^{18,19}

Algumas universidades têm implementado programas de gestão de resíduos mais focados nos resíduos sólidos, visando aumentar a separação e a reciclagem, recorrendo também à reutilização e à redução dos resíduos produzidos, de forma a diminuir custos e a caminhar para a sustentabilidade da gestão de resíduos no ensino universitário.^{1,3,6,7,8,9,12,15,16,18-22} No que se refere aos resíduos gerados em laboratórios universitários, sobretudo em laboratórios químicos dedicados ao ensino, os estudos existentes incidem na redução do consumo de reagentes, no armazenamento e na redução da produção de resíduos, e na transformação dos resíduos gerados, de forma a minorar a perigosidade, aproveitar alguns elementos ou preparar convenientemente os resíduos visando uma correta disposição final.^{2,28,29,33,34} No entanto, para além dos problemas relacionados com os resíduos gerados nas universidades existe a consciência que estes “não são apenas físicos, químicos ou biológicos, são também comportamentais e de gestão académica”.^{4,5,10,16,26} A alteração de

comportamentos deve ser cultivada nas universidades, em especial na formação dos estudantes.^{5,10,30,32,35}

A maior parte dos resíduos sólidos produzidos nas universidades portuguesas estão integrados nos circuitos de recolha e tratamento das cidades onde se inserem,³⁶ e são sobretudo resíduos indiferenciados, plástico, papel/papelão, metal, vidro, embalagens e resíduos orgânicos. No entanto, neste estudo interessa-nos unicamente a gestão dos resíduos gerados nos laboratórios da Universidade de Évora e, se possível, comparar com estudos similares efetuados em outras Universidades. Pretende-se, também, fazer uma análise do histórico da gestão de resíduos nos laboratórios da Universidade de Évora, no período de 15 anos, usando a classificação da Lista Europeia de Resíduos (LER),³⁷ visando contribuir para uma melhoria dessa gestão. O início do período em estudo coincide com a implementação do Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU II),³⁸ e compreende o intervalo de 2007 a 2021. Por outro lado, os operadores de gestão de resíduos contratados pela Universidade de Évora, para o encaminhamento dos resíduos dos laboratórios, mantiveram-se até 2019, permitindo avaliar se existiu alguma melhoria. Este intervalo de tempo permite também avaliar qual o impacto da pandemia de COVID-19, que correspondeu aos dois últimos anos (2020 e 2021).

LEGISLAÇÃO

Portugal dispõe de legislação sobre resíduos desde 1985, com a publicação do Decreto-Lei nº 488/85, de 25 de novembro, no qual foi definido pela primeira vez o quadro legal da gestão de resíduos. Este decreto-lei foi elaborado “tendo presente as normas da Comunidade Económica Europeia”. A adesão de Portugal à União Europeia, em 1 de janeiro de 1986, teve como consequência uma grande evolução na gestão de resíduos do país.

Portugal dispõe, também, de planos de gestão de resíduos urbanos desde 1997.³⁹ Neste período inicial, destacam-se alguns sucessos

*e-mail: scapelo@uevora.pt

como o encerramento de lixeiras e a estruturação do setor em curto espaço de tempo.³⁹ No entanto, algumas dificuldades também foram observadas, e que subsistem ainda hoje, como o uso excessivo da deposição em aterro sanitário, utilizado como principal opção de tratamento de resíduos, e a dificuldade em aumentar a taxa de valorização de resíduos de embalagens.

Em 1997, é aprovado o primeiro Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU I) que configurou um instrumento fundamental no planeamento e na implementação da política dos resíduos urbanos, conforme referido anteriormente.³⁹ Visando dar continuidade à política comunitária e nacional, considerando as fragilidades detectadas com a implementação do PERSU I, aprovou-se em 2007 um segundo Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU II),³⁸ para ser aplicado no período compreendido entre 2007 e 2016. O início do PERSU II coincide com o registo mais antigo dos resíduos gerados nos laboratórios da Universidade de Évora. No entanto, considerou-se essencial proceder uma revisão do PERSU II, face às alterações a nível da gestão de resíduos, no que se refere ao alinhamento das políticas nacionais com a estratégia, os objetivos e as metas europeias entretanto definidas. O PERSU 2020, o Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos 2020,⁴⁰ é então aprovado para o período de 2014 a 2020, constituindo um “instrumento estratégico para a gestão de resíduos sólidos urbanos definindo a visão, os objetivos” e as metas a cumprir.³⁹ Novos desafios são colocados a Portugal, no que se refere à disposição em aterro, à reutilização e à reciclagem, com metas mais exigentes a atingir. Visando realinhar as estratégias para o cumprimento das metas surge o PERSU 2020+, que é aprovado até 2025, sendo um ajuste do PERSU 2020 às novas exigências.⁴¹

A legislação acautela o ambiente e a saúde pública e em caso de dúvida, previne. Por isso, são definidas disposições no Regime Geral de Gestão de Resíduos (RGGR) no sentido de controlar os resíduos desde a sua origem até ao destino final, responsabilizando o produtor. O Regime Geral de Gestão de Resíduos foi estabelecido em 2006 pelo Decreto-Lei nº 178/2006, de 5 de setembro, e tem sido atualizado devido à implementação de novas diretivas comunitárias. Em 2011, surge nova atualização com a publicação do Decreto-Lei nº 73/2011, de 17 de junho, que estabelece o quadro legal para o tratamento dos resíduos na União Europeia.⁴² O Decreto-Lei nº 73/2011, de 17 de junho, foi revogado recentemente pelo Decreto-Lei nº 102-D/2020, de 10 de dezembro, que aprova o regime geral da gestão de resíduos, o regime jurídico da deposição de resíduos em aterro e altera o regime da gestão de fluxos específicos de resíduos.⁴³

No que se refere à Lista Europeia de Resíduos (LER), que permite a identificação e classificação dos resíduos, essencial na gestão de resíduos, entra em vigor em 1 de janeiro de 2002 e é publicada em portaria, em 2004.⁴⁴ A adoção desta lista “assegura a harmonização do normativo vigente em matéria de identificação e classificação de resíduos, ao mesmo tempo que visa facilitar um perfeito conhecimento pelos agentes económicos do regime jurídico a que estão sujeitos”, integrando o Catálogo Europeu de Resíduos e a Lista de Resíduos Perigosos, aprovados por decisões comunitárias em 1993, sendo imprescindível a sua transposição para a legislação portuguesa. A Lista Europeia de Resíduos (LER) também foi atualizada desde a publicação da Portaria nº 209/2004, de 3 de março.⁴⁴ Atualmente, é regida pela Decisão 2014/955/UE, de 18 de dezembro de 2014, que altera decisões anteriores, e “que diz respeito a uma lista harmonizada de resíduos que tem em consideração a origem e composição dos resíduos”.³⁷

Importa também esclarecer que quando nos referimos ao termo “tratamento”, este inclui a “valorização” ou a “eliminação” de resíduos de acordo com a definição de tratamento existente na legislação portuguesa.⁴³ O “tratamento” é definido como “qualquer

operação de valorização ou de eliminação de resíduos, incluindo a preparação prévia à valorização ou eliminação”.⁴³ No caso da “valorização” é definida como “qualquer operação de tratamento de resíduos, nomeadamente as constantes do anexo II ao presente regime, cujo resultado principal seja a utilização, com ou sem transformação, dos resíduos de modo a servirem um fim útil, substituindo outros materiais que, caso contrário, teriam sido utilizados para um fim específico ou a preparação dos resíduos para esse fim na instalação ou conjunto da economia” e no caso da “eliminação” como “qualquer operação de tratamento de resíduos que não seja de valorização, nomeadamente as incluídas no anexo I ao presente regime, ainda que se verifique como consequência secundária a recuperação de substâncias ou de energia”.⁴³ Por último, os “resíduos” são definidos como “quaisquer substâncias ou objetos de que o detentor se desfaz ou tem a intenção ou a obrigação de se desfazer” e o “resíduo perigoso” é o resíduo que apresenta uma ou mais características de perigosidade constantes do Regulamento (UE) nº 1357/2014, da Comissão, de 18 de dezembro de 2014.⁴⁵ Segundo este regulamento, são identificadas 15 características de perigosidade, que são as seguintes: HP1: explosivo; HP2: comburentes; HP3-A: facilmente inflamável; HP3-B: inflamável; HP4: irritante; HP5: nocivo; HP6: tóxico; HP7: cancerígeno; HP8: corrosivo; HP9: infeccioso; HP10: tóxico para a reprodução; HP11: mutagénico; HP12: resíduos que em contato com água, o ar ou um ácido libertam gases tóxicos ou muito tóxicos; HP13: sensibilizante; HP14: ecotóxico; e HP15: resíduos suscetíveis de, após a sua eliminação, darem origem, por qualquer meio, a outra substância, por exemplo um lixiviado, que possua uma das características acima enumeradas.⁴⁵ Por outro lado, o “produtor de resíduos” é definido como “qualquer pessoa, singular ou coletiva, cuja atividade produza resíduos (produtor inicial de resíduos) ou que efetue operações de pré-processamento, de mistura ou outras que alterem a natureza ou a composição desses resíduos”.⁴³

Por último, os resíduos hospitalares além de serem classificados de acordo com a Lista Europeia de Resíduos,³⁷ são também classificados de acordo com o destino final, dividindo-se em grupos, em particular pelo Grupo III e pelo Grupo IV.⁴⁶ Nos resíduos hospitalares de risco biológico, Grupo III, recorre-se à autoclavagem ou ao uso de germicida, ou a ambos, e nos resíduos hospitalares específicos, Grupo IV, é requerida a incineração obrigatória.⁴⁶

METODOLOGIA

Este estudo foi possível graças ao registo dos resíduos gerados nos diferentes laboratórios da Universidade de Évora (UÉ), no período entre 2007 e 2021. Este registo é da responsabilidade dos Serviços Técnicos, que também acompanha o processo de acondicionamento, recolha, transporte e o armazenamento dos resíduos produzidos. O armazenamento dos resíduos é feito temporariamente em cada edifício, em local apropriado, e encaminhado para o operador de gestão de resíduos respectivo. Os operadores de gestão de resíduos contratados, devidamente licenciados, procedem ao transporte dos resíduos armazenados, com a periodicidade estabelecida nos contratos (semestral, no caso dos resíduos químicos perigosos; mensal, para os resíduos hospitalares), e são responsáveis por dar um destino final aos mesmos. Estas prestações de serviços são garantidas pela Universidade de Évora na sequência de procedimentos de contratação pública, através dos quais é contratado um operador de gestão de resíduos por um período máximo de 36 meses, conforme as necessidades identificadas. O destino final dos resíduos pode consistir na escolha de operações de eliminação de resíduos (D) ou de operações de valorização de resíduos (R), de acordo com a Portaria nº 209/2004, de 3 de março de 2004,⁴⁴ levando em conta as possibilidades oferecidas pelo operador de gestão de resíduos, a escolha feita pelo

produtor dos resíduos e, também, a evolução tecnológica disponível no tratamento de resíduos.

No período em estudo, o processo de gestão reportava anualmente o resíduo gerado pelo produtor (Universidade de Évora), por via eletrónica, à Agência Portuguesa do Ambiente (APA), que é a Autoridade Nacional de Resíduos. A este registo dá-se o nome de Mapa Integrado de Registo de Resíduos (MIRR) e inclui a classificação do resíduo, segundo o código da Lista Europeia de Resíduos (LER),³⁷ e a quantidade gerada, em toneladas. Ao longo do ano o operador de gestão de resíduos recolhia o resíduo identificado e fazia o transporte usando uma guia de transporte, que até meados de 2016 era em papel. Atualmente, todo este procedimento evoluiu para uma via eletrónica mais sofisticada incluindo o processamento eletrónico das guias de transporte (E-GAR).

No presente estudo, procedeu-se ao levantamento dos resíduos gerados nos diferentes laboratórios da Universidade de Évora, de 2007 a 2021, confirmando quantidades que nem sempre eram coerentes e, por isso, sendo possível detectar alguma inconsistência na quantificação. Podemos destacar a questão da pesagem, em que é feito um primeiro registo com um valor provisório, que posteriormente é confirmado, levando a alguns equívocos. Também se detectaram alguns erros de registo do peso tendo em vista a unidade adotada, registando-se quantidades excessivas que tiveram de ser corrigidas.

Neste estudo optou-se por usar a tonelada (t) como unidade, para a pesagem dos resíduos, de forma a simplificar o tratamento de dados, que também foram registados em tonelada, apesar de não corresponder à unidade definida pelo Sistema Internacional. A pesagem foi efetuada até à quarta casa decimal e para pesos menores chegou-se à quinta ou sexta casa decimal. Os dados analisados neste estudo foram cedidos pela Universidade de Évora, que também autorizou a sua publicação.

Caraterização dos resíduos gerados

A informação sobre os resíduos produzidos inclui as quantidades geradas nos diferentes laboratórios assim como a classificação do resíduo segundo a Lista Europeia de Resíduos (LER).³⁷ A Lista Europeia de Resíduos (LER) é constituída por uma lista de códigos, cada código com seis dígitos, e é organizada em 20 capítulos divididos por subcapítulos. A LER permite a identificação de fonte geradora de resíduos pelos capítulos (os 2 primeiros dígitos do código), a identificação de categorias de resíduos pelos subcapítulos (os primeiros 4 dígitos de código) e, por último, a identificação do resíduo pelo código de 6 dígitos. A perigosidade do resíduo é também identificada no código LER pela existência de um asterisco. Neste estudo foram considerados 35 códigos LER mas apenas 18 códigos, destacados em negrito, foram considerados como resíduos gerados nos laboratórios. Na Tabela 1 constam os códigos LER usados e a respectiva identificação.

No entanto, os códigos LER 20 01 25 e 20 02 01 devem-se a resíduos provenientes das cantinas, apesar da gestão destes resíduos ser normalmente efetuada pelos Serviços de Ação Social, que tem autonomia para fazê-lo. O código LER 20 01 01 deve-se à eliminação do arquivo da biblioteca, em procedimento desde 1990.

Outra informação relevante, que consta no MIRR e de que se fez uso neste estudo, foi a operação de destino final de cada resíduo usada pelo operador de gestão de resíduos contratado. Na Tabela 2, estão apresentadas essas operações e respectiva descrição.

De acordo com a Portaria nº 209/2004, de 3 de março de 2004,⁴⁴ as operações de eliminação de resíduos abrangem as opções de D1 a D15 (Anexo III, A), sendo as operações D3 e D11 proibidas no território nacional. A operação D3 refere-se à “injeção em profundidade (por exemplo, injeção de resíduos por bombagem em

poços, cúpulas salinas ou depósitos naturais, etc.)” e a operação D11 refere-se à “incineração no mar”. De acordo com a mesma portaria, as operações de valorização de resíduos compreendem as opções de R1 a R13 (Anexo III, B).

Caracterização da Universidade de Évora e dos seus laboratórios

A Universidade de Évora localiza-se na cidade de Évora, a 130 km a sudoeste de Lisboa, capital de Portugal (Figura 1). A cidade de Évora é capital de distrito, situada no Alentejo Central, com uma área de cerca de 1.307 km² (PORDATA),⁴⁷ com 56.596 habitantes em 2011 e 53.591 habitantes em 2021 (censos de 2011 e de 2021),^{47,48} verificando-se uma diminuição de 5,3% de habitantes em 2021. Évora é, também, Património Mundial da UNESCO desde 1986.

A Universidade de Évora está organizada em vários edifícios, distribuídos pela cidade, e em pólos, localizados fora da cidade de Évora. Os laboratórios mencionados neste estudo localizam-se em vários desses edifícios (Figura 2). No centro da cidade de Évora encontram-se os laboratórios do Colégio Luís António Verney (CLAV), do Palácio do Vimioso (PV) e da Escola Superior de Enfermagem São João de Deus (ESESJD). Nos arredores da cidade localizam-se o Colégio dos Leões (CL) e o laboratório de Água (LAUE), este último na zona industrial. Os laboratórios do Pólo da Mitra (PMitra) situam-se a 12 km da cidade de Évora (Figura 2), o laboratório do Pólo de Sines (PSines) localiza-se na cidade de Sines e o Pólo da Alter do Chão (PACH) situa-se na vila da Alter do Chão (Figura 1).

Em todos os laboratórios coexistem o ensino e a investigação. No entanto, alguns estão mais dedicados à prestação de serviço à comunidade, como é o caso do laboratório de Água (LAUE) ou do laboratório dos Solos no Pólo da Mitra. A maioria dos laboratórios em estudo são químicos, embora alguns apresentem atividades de âmbito hospitalar, como é o caso dos laboratórios da Escola Superior de Enfermagem São João de Deus ou do Hospital Veterinário do Pólo da Mitra ou mesmo do Pólo de Alter do Chão, dedicado às áreas de equinicultura e de medicina veterinária; outros incluem também a área de geologia, como alguns laboratórios localizados no Colégio Luís António Verney e o laboratório dos Solos no Pólo da Mitra, ou a área de microbiologia, também nos laboratórios do Pólo da Mitra e no laboratório de Água, ou mesmo de apoio à Escola de Artes como o laboratório de fotografia no Colégio dos Leões.

Para se ter uma ideia da dimensão da Universidade de Évora são apresentados nas Tabelas 3 e 4 os alunos matriculados, total e por sexo, no período de 2007 a 2021.⁴⁷ Para o mesmo período, o número de docentes, em 2009, era de 685 e em 2020, de 630.⁴⁷ Apesar das variações observadas nas Tabelas 3 e 4, verificou-se uma diminuição de alunos matriculados entre 2012 e 2016, que corresponde ao período de crise em Portugal. Também é possível verificar que o número de alunos matriculados do sexo feminino é sempre superior ao do sexo masculino, com cerca de 55% (sexo feminino) para 45% (sexo masculino).

Atualmente, a “Universidade de Évora (UE) em números” inclui: 8060 estudantes, dos quais 1520 estrangeiros; 39 licenciaturas, incluindo mestrados integrados; 56 mestrados; 31 doutoramentos; 18 unidades de investigação; 26238 publicações científicas, disponíveis no Repositório Digital da UE; e 1482 protocolos de cooperação.⁴⁹

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando se pretende fazer uma gestão de resíduos importa saber, em especial, as quantidades produzidas e as características dos resíduos (tipo de resíduo, estado físico e perigosidade). Só assim é possível fazer uma boa gestão de resíduos. Se existe uma base

Tabela 1. Códigos LER usados e respetivas identificações, segundo a Decisão 2014/955/UE, de 18 de dezembro³⁷

Código LER	Identificação
07 06 04 (*)	Outros solventes, líquidos de lavagem e licores-mãe orgânicos
08 01 21 (*)	Resíduos de produtos de remoção de tintas e vernizes
08 04 09 (*)	Resíduos de colas e vedantes, contendo solventes orgânicos ou outras substâncias perigosas
09 01 01 (*)	Banhos de revelação e ativação, de base aquosa (são compostos químicos que permitem a revelação de fotografias e afins)
09 01 03 (*)	Banhos de revelação, à base de solventes (são compostos químicos que permitem a revelação de fotografias e afins)
09 01 04 (*)	Banhos de fixação
13 02 06 (*)	Óleos sintéticos de motores, transmissões e lubrificação
13 02 08 (*)	Outros óleos de motores, transmissões e lubrificação
15 01 10 (*)	Embalagens contendo ou contaminadas por resíduos de substâncias perigosas
15 02 02 (*)	Absorventes, materiais filtrantes (incluindo filtros de óleo sem outras especificações), panos de limpeza e vestuário de proteção, contaminados por substâncias perigosas
16 01 04 (*)	Veículos em fim de vida
16 01 07 (*)	Filtros de óleo
16 01 17	Metais ferrosos
16 02 16	Componentes retirados de equipamento fora de uso não abrangidos em 16 02 15
16 05 06 (*)	Produtos químicos de laboratório, contendo ou compostos por substâncias perigosas, incluindo misturas de produtos químicos de laboratório
16 06 02 (*)	Acumuladores de níquel-cádmio
16 06 05	Outras pilhas e acumuladores
16 10 01 (*)	Resíduos líquidos aquosos contendo substâncias perigosas
17 01 07	Misturas de betão, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos, não abrangidas em 17 01 06 (o betão é o mesmo que concreto, material de construção composto por cimento, areia e brita)
17 02 01	Madeira
17 05 03 (*)	Solos e rochas, contendo substâncias perigosas
17 08 02	Materiais de construção à base de gesso não abrangidos em 17 08 01
17 09 04	Misturas de resíduos de construção e demolição não abrangidos em 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03
18 01	Resíduos de maternidades e do diagnóstico, tratamento ou prevenção de doenças em seres humanos
18 01 01	Objetos cortantes e perfurantes (exceto 18 01 03)
18 01 03 (*)	Resíduos cujas recolha e eliminação estão sujeitas a requisitos específicos visando à prevenção de infeções
18 02	Resíduos da investigação, diagnóstico, tratamento ou prevenção de doenças em animais
18 02 01	Objetos cortantes e perfurantes (exceto 18 02 02)
18 02 02 (*)	Resíduos cujas recolha e eliminação estão sujeitas a requisitos específicos com vista à prevenção de infeções
18 02 07 (*)	Medicamentos citotóxicos e citostáticos
20 01 01	Papel e papelão
20 01 19 (*)	Pesticidas
20 01 21 (*)	Lâmpadas fluorescentes e outros resíduos contendo mercúrio
20 01 25	Óleos e gorduras alimentares
20 02 01	Resíduos biodegradáveis
20 03 04	Lamas de fossas sépticas
20 03 07	Monstros (são resíduos volumosos, como mobiliário (sofás) e equipamentos variados)

(LER): Lista Europeia de Resíduos.

temporal, melhor, a possibilidade de uma análise ao longo do tempo facilita a elaboração do histórico dessa gestão.

O registo mais antigo de resíduos nos laboratórios da Universidade de Évora data de 2007, apesar do Decreto-Lei nº 488/85 (Artigo 1º), de 25 de novembro de 1985, estipular que “o detentor de resíduos, qualquer que seja a sua natureza e origem, deve promover a sua recolha, armazenagem, transporte e eliminação ou utilização de tal forma que não ponham em perigo a saúde humana nem causem prejuízo ao ambiente”. Esta situação explica-se pela publicação do Decreto-Lei nº 178/2006, de 5 de setembro, que estabelece o regime

geral da gestão de resíduos, em que “a gestão do resíduo constitui parte integrante do seu ciclo de vida, sendo da responsabilidade do respetivo produtor” (capítulo II, Artigo 5º, 1). A Universidade de Évora, como produtora de resíduos perigosos e não perigosos, tem a obrigação de implementar uma política de gestão de resíduos resultante da sua atividade e que cumpra os requisitos legais. Por outro lado, esta data coincide também com o início da implementação do Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU II)³⁸ e com o início da prestação de serviços à comunidade pela Universidade de Évora, assim como, a respectiva gestão de resíduos. Os laboratórios

Tabela 2. Operações de eliminação (D) e de valorização (R) de resíduos, segundo o Anexo III da Portaria nº 209/2004, de 3 de março de 2004⁴⁴

Operação	Descrição
D1	Deposição sobre o solo ou no seu interior (por exemplo, aterro sanitário, etc.)
D8	Tratamento biológico não especificado em qualquer outra parte do presente anexo que produza compostos ou misturas finais, rejeitados por meio de qualquer das operações enumeradas de D1 a D12
D9	Tratamento físico-químico não especificado em qualquer outra parte do presente anexo que produza compostos ou misturas finais, rejeitados por meio de qualquer das operações enumeradas de D1 a D12 (por exemplo, evaporação, secagem, calcinação, etc.)
D13	Mistura anterior à execução de uma das operações enumeradas de D1 a D12
D15	Armazenagem enquanto se aguarda a execução de uma das operações enumeradas de D1 a D14 (com exclusão do armazenamento temporário, antes da recolha, no local onde esta é efetuada)
R5	Reciclagem/recuperação de outras matérias inorgânicas
R9	Refinação de óleos e outras reutilizações de óleos
R12	Troca de resíduos visando submetê-los a uma das operações enumeradas de R1 a R11
R13	Acumulação de resíduos destinados a uma das operações enumeradas de R1 a R12 (com exclusão do armazenamento temporário, antes da recolha, no local onde esta é efetuada)

destinados ao ensino também foram abrangidos pela gestão de resíduos implementada pela Universidade de Évora.

O presente estudo incide na gestão de resíduos gerados nos laboratórios da Universidade de Évora durante 15 anos, de 2007 a 2021. Os anos de 2020 e de 2021 referem-se a anos da pandemia de



Figura 1. Esquema do mapa de Portugal com a localização das cidades de Lisboa (capital), Évora e Sines, e da vila de Alter do Chão (fonte: imagem disponível no Google, com a localização da vila e das três cidades portuguesas inserida)



Figura 2. Esquema da localização dos laboratórios da Universidade de Évora, nos diferentes edifícios destacados em preto: (2): Palácio do Vimioso (PV); (5): Colégio Luís António Verney (CLAV); (6): Escola Superior de Enfermagem de São João de Deus (ESESJD); (7) Colégio dos Leões (CL); (11) Colégio Pedro da Fonseca (LAUE); (12) Pólo da Mitra (PMitra) (fonte: serviços técnicos da Universidade de Évora)

Tabela 3. Alunos matriculados na Universidade de Évora, total e por sexo, no período em estudo, entre 2007 e 2014 (PORDATA, 2022)⁴⁷

Alunos Matriculados	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Total	7.429	7.635	7.556	8.119	8.496	7.600	6.667	6.208
Masculino	3.343	3.436	3.315	3.630	3.810	3.444	3.066	2.773
Feminino	4.086	4.199	4.241	4.489	4.686	4.156	3.601	3.435

Tabela 4. Alunos matriculados na Universidade de Évora, total e por sexo, no período em estudo, entre 2015 e 2021 (PORDATA, 2022)⁴⁷

Alunos Matriculados	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Total	5.818	5.766	6.476	6.876	6.947	7.230	7.526
Masculino	2.605	2.611	2.960	3.073	3.070	3.132	3.369
Feminino	3.213	3.155	3.516	3.803	3.877	4.098	4.157

COVID-19, com a primeira suspensão das aulas presenciais em 16 de março de 2020. Os confinamentos, durante a pandemia, tiveram como resultado a implementação do ensino à distância (online) e a ausência de aulas presenciais (e de laboratório), sobretudo no ano de 2020.

Quantidade de resíduos produzidos e suas características

A quantidade de resíduos produzidos anualmente nos laboratórios da Universidade de Évora, no período em análise, varia aproximadamente entre 1,9 e 8,6 toneladas atingindo uma média anual de 4 toneladas, para um total de 61 toneladas (Figura 3). No entanto, verificam-se aumentos substanciais de resíduos nos anos de 2016, 2018, 2019, 2020 e 2021, na Universidade de Évora (Figura 3). Para o ano de 2016, em que se atingiu as 21,7 toneladas, este valor justifica-se pela limpeza de uma “fossa” pertencente ao Hospital Veterinário, que contribuiu com 15,5 toneladas de “resíduos líquidos aquosos contendo substâncias perigosas”. A limpeza desta fossa era feita pontualmente, em função da capacidade da mesma. Por outro lado, em 2016 houve também uma intervenção, no âmbito das atividades da Cátedra de Energias Renováveis da Universidade de Évora, que contribuíram com 2,8 toneladas de resíduos não perigosos, de construção (de código LER 17 01 07). Nos anos de 2018 a 2021, o aumento significativo da quantidade de resíduos deve-se sobretudo a “lamas de fossas sépticas” (de código LER 20 03 04), com 169,8 toneladas, estimando-se que os laboratórios possam contribuir com cerca de 20% para este valor. A segunda maior contribuição deve-se à “mistura de resíduos de construção e demolição” (de código LER 17 09 04), com 96,7 toneladas, cujo aumento verificou-se a partir de 2018 e acentuou-se nos anos de pandemia. Entre 2018 e 2020, as “misturas de betão (ou concreto), tijolos, ladrilhos e telhas” (de código LER 17 01 07) e as “madeiras” (de código LER 17 02 01) geraram também 41,9 toneladas e 31,96 toneladas, respectivamente. Pela análise dos resíduos gerados verifica-se que o período da pandemia de COVID-19 foi aproveitado para a realização e conclusão de obras.

Por outro lado, outros resíduos relacionados com veículos também geraram cerca de 5,7 toneladas para o aumento de resíduos (de códigos LER 16 01 04 (*), 13 02 08 (*), 13 02 06 (*) e 16 01 07 (**)) e o abate do arquivo da biblioteca também contribuiu com 5 toneladas (de código LER 20 01 01). O restante dos resíduos que contribuem para as discrepâncias observadas entre a Universidade de Évora e os laboratórios são residuais, quando considerados individualmente.

Portanto, se considerarmos o valor total de resíduos gerados nos 15 anos em estudo, na Universidade de Évora, que totalizam 441 toneladas, obtemos uma média anual de cerca de 29 toneladas. Por outro lado, observa-se, também, um aumento do número de laboratórios (edifícios) abrangidos que pode justificar uma tendência

para um aumento anual dos resíduos gerados. Assim, entre 2007 e 2009, os laboratórios envolvidos eram: o LAUE, os do CLAV e os do PMitra; entre 2010 e 2013, e em 2016, acrescentou-se a estes os laboratórios da ESESJD; a partir de 2013, juntou-se o do PSines; e em 2015, somou-se também a contribuição pontual do CL e em 2016 a contribuição do PV. Após 2017 foram incluídos os resíduos provenientes do Pólo de Alter do Chão (PACH).

Ainda que não pareça existir uma relação entre a variação anual de resíduos gerados nos laboratórios da Universidade de Évora e os períodos de crise que afetaram Portugal (2008-2009 e 2010-2013),⁴⁷ observa-se uma diminuição mais abrupta em 2009 e 2012 seguida de uma recuperação (Figura 3). A partir de 2016, observam-se variações na quantidade de resíduos produzidos nos laboratórios, com tendência para aumentar, em especial no último ano, atingindo 8,6 toneladas em 2021 (Figura 3). Os últimos dois anos, 2020 e 2021, coincidem com a pandemia de COVID-19, com o aumento de resíduos hospitalares produzidos pela realização de testes COVID-19 nos laboratórios da Universidade de Évora e pelo descarte de material usado devido à pandemia. No entanto, observa-se uma diminuição de resíduos gerados em 2020 e um aumento em 2021, que se justifica pelos confinamentos terem ocorrido sobretudo em 2020, levando à suspensão das aulas na maior parte do ano e diminuindo substancialmente os resíduos químicos perigosos (de código LER 16 05 06 (**)) produzidos na atividade laboratorial. O “retorno de alguma normalidade” ocorre no ano 2021, ganhando novamente relevância os resíduos químicos

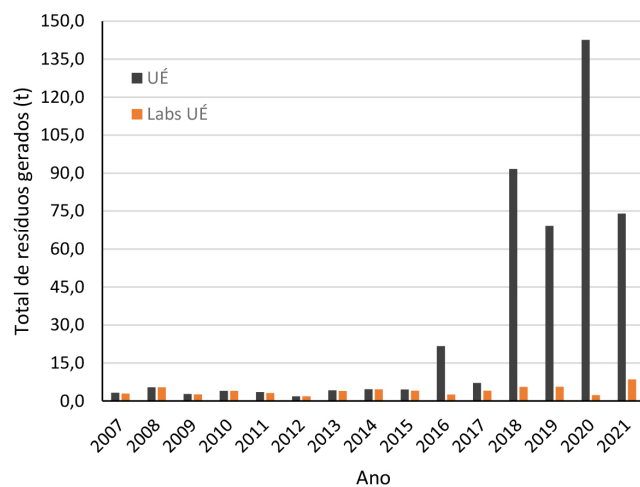


Figura 3. Quantidade total de resíduos gerados na Universidade de Évora (UÉ) e nos laboratórios da Universidade de Évora (Labs UÉ), em toneladas, no período temporal de 2007 a 2021

perigosos (de código LER 16 05 06 (*)) gerados em laboratório. Por outro lado, é preciso lembrar as dificuldades em escoar os resíduos gerados no primeiro ano de pandemia, com a limitação da circulação de veículos e da operacionalidade das empresas, apesar do maior número de contratações realizadas com os operadores de gestão de resíduos.

Visando uma boa gestão resíduos, importa também perceber qual a percentagem de resíduos gerada nos diferentes laboratórios anualmente (Figura 4). Observa-se que os laboratórios que mais contribuem, em média, face ao gerado anualmente, são: os laboratórios do Pólo da Mitra (PMitra), com cerca de 44%; o laboratório de Água (LAUE), com cerca de 30%; e os laboratórios do Colégio Luís António Verney (CLAV), com cerca de 21% (Figura 4). Por outro lado, a contribuição dos laboratórios restantes é próxima de residual, face ao montante total de resíduos gerados, sendo cerca de 4% para o laboratório do Pólo de Alter do Chão (PACH) e cerca de 2% para o Pólo de Sines (PSines), e inferior a 1% para o restante (Figura 4). A mesma ordem é observada para os três primeiros, quando se consideram os resíduos produzidos na Universidade de Évora, discriminados anteriormente.

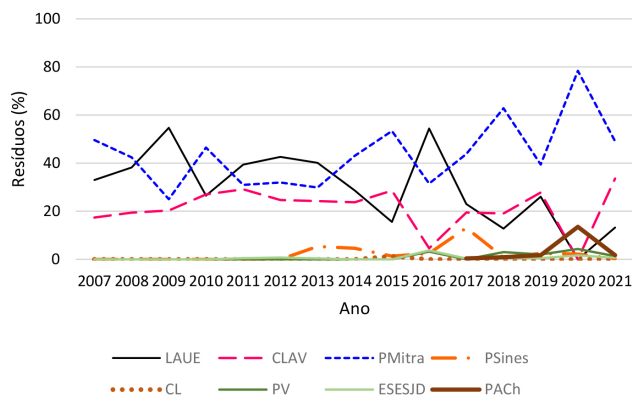


Figura 4. Percentagem de resíduos produzidos em cada laboratório da Universidade de Évora no período temporal de 2007 a 2021. Os laboratórios são: Laboratório de Água (LAUE); Laboratórios do Colégio Luís António Verney (CLAV); Laboratórios do Pólo da Mitra (PMitra); Laboratório do Pólo de Sines (Psines); Colégio dos Leões (CL); Palácio do Vimioso (PV); Escola Superior de Enfermagem de S. João de Deus (ESESJD) e Pólo de Alter do Chão (PACH)

A LER, permite saber o tipo de resíduo e suas características, uma vez que esta lista obriga à classificação dos resíduos para uma correta e adequada gestão. Na Figura 5, apresentam-se as quantidades totais de resíduos gerados no período em estudo (15 anos) para os laboratórios da Universidade de Évora, considerando a classificação LER. Nesta Figura, optou-se por não discriminar os resíduos com percentagem inferior a 1%, que foram incluídos na categoria “outros” num total de 4%. Considerando que a quantidade total de resíduos gerados, nos 15 anos considerados, é de 61 toneladas, os “outros” representam 2,5 toneladas.

Pela análise da Figura 5, verifica-se a predominância de um único código LER (16 05 06 (*)), que corresponde a cerca de 68% do total de resíduos gerados em 15 anos. Este código LER refere-se a “produtos químicos de laboratório, contendo ou compostos por substâncias perigosas, incluindo misturas de produtos químicos de laboratório”, é classificado como resíduo perigoso e existe no estado líquido. Estes resíduos incluem uma variedade de produtos químicos como clorofórmio, formol, xilol, álcoois e ácidos (clorídrico, acético e sulfúrico). Com uma percentagem inferior, de 24%, predominam os resíduos hospitalares, de código LER 18 01 03 (*) com 9%, de código LER 18 01 01 com 8% e de código LER 18 02 02 (*) com 7%. Os

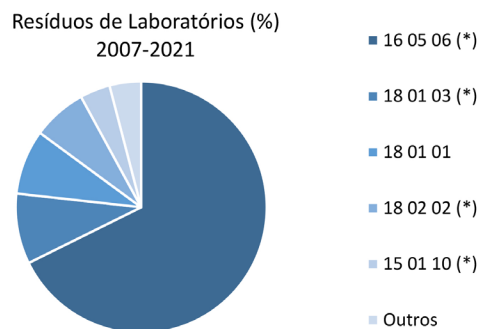


Figura 5. Quantidade total de resíduos gerados nos laboratórios da Universidade de Évora, em 15 anos, em percentagem, segundo a classificação da Lista Europeia de Resíduos (LER)

resíduos de “embalagens contendo ou contaminadas por resíduos de substâncias perigosas” (de código LER 15 01 10 (*)) contribuem com 4%. Os “outros” contabilizam também 4% e incluem resíduos com vários códigos LER relacionados com solventes, colas e vedantes, banhos de revelação e fixação de fotografias e afins, acumuladores e pilhas, solos e rochas com substâncias perigosas, medicamentos e pesticidas.

Se discriminarmos os resíduos produzidos consoante o estado físico, líquido ou sólido, podemos observar que ao longo dos anos, verifica-se uma predominância do estado líquido, exceto para os anos de 2016, 2017 e, sobretudo, 2020 (Figura 6). Este resultado pode ser justificado pela falta de predominância de resíduos químicos perigosos, de código LER 16 05 06 (*), nesses anos. Nos anos 2016 e 2017, esta diminuição pode estar relacionada com uma menor atividade laboratorial devido a um menor número de alunos verificado na Universidade desde 2011, e no ano de 2020, que corresponde ao primeiro ano de pandemia, essa atividade laboratorial foi muito reduzida, com as aulas suspensas na maior parte do ano letivo. Este foi o ano em que se atingiu um mínimo de resíduos gerados de código LER 16 05 06 (*), com 0,15 toneladas, tendo-se verificado um aumento dos resíduos sólidos provenientes da realização de testes COVID-19 e do descarte de material contaminado, que se inserem nos resíduos hospitalares perigosos, com uma contribuição de 2,2 toneladas.

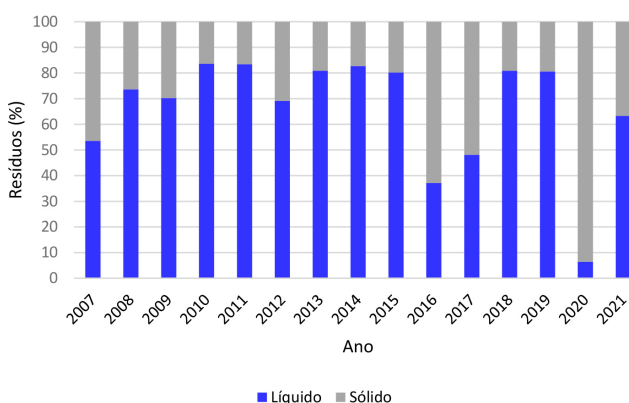


Figura 6. Percentagem de resíduos produzidos nos laboratórios da Universidade de Évora consoante o estado físico, líquido ou sólido, no período temporal de 2007 a 2021

Em média, considerando os 15 anos em estudo, os resíduos gerados no estado líquido são da ordem dos 66% e no estado sólido de 34%. O estado físico pode ter influência no destino final dos resíduos. De fato, um dos operadores de gestão de resíduos contratado pela Universidade de Évora dedica-se sobretudo ao tratamento de resíduos no estado líquido recorrendo a diversas operações unitárias: à destilação e à extração líquido-líquido.

Em relação à perigosidade, constata-se que predominam os resíduos perigosos (Figura 7). Em média, 88% dos resíduos gerados nos laboratórios da Universidade de Évora são perigosos e o restante 12% devem-se a resíduos não perigosos. Os resíduos perigosos são sobretudo resíduos químicos perigosos, de código LER 16 05 06 (*), e resíduos hospitalares perigosos com código LER iniciado por 18. Nos anos de 2019 e de 2020, a percentagem de resíduos perigosos atinge quase os 100%, sendo o restante percentagem devido a resíduos hospitalares não perigosos, “objetos cortantes e perfurantes”, de código LER 18 01 01 e 18 02 01. Por outro lado, a contribuição dos resíduos hospitalares perigosos duplicou em 2020, quando comparada com o ano de 2019, devido à pandemia de COVID-19.

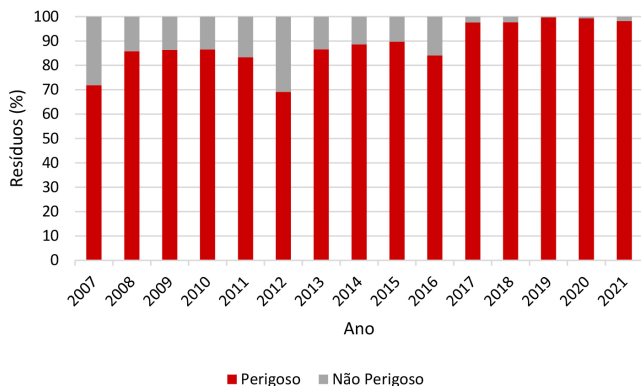


Figura 7. Perigosidade vs. não perigosidade dos resíduos produzidos nos laboratórios da Universidade de Évora

Destino final dos resíduos

O destino final dos resíduos gerados é muito importante pois quem gera os resíduos pode fazer a diferença e optar por um destino mais ecológico, que obviamente também depende da evolução tecnológica disponível no que se refere ao tratamento de resíduos.

Na Figura 8, observa-se que as operações de eliminação de resíduos são predominantes para o destino final dos resíduos gerados anualmente nos laboratórios da Universidade de Évora. A percentagem anual varia entre os 76% e os 100%. Este valor também coincide com a maior quantidade de resíduos gerados nos 15 anos em estudo, ou seja, cerca de 97% de resíduos gerados, que correspondem a 59 toneladas.

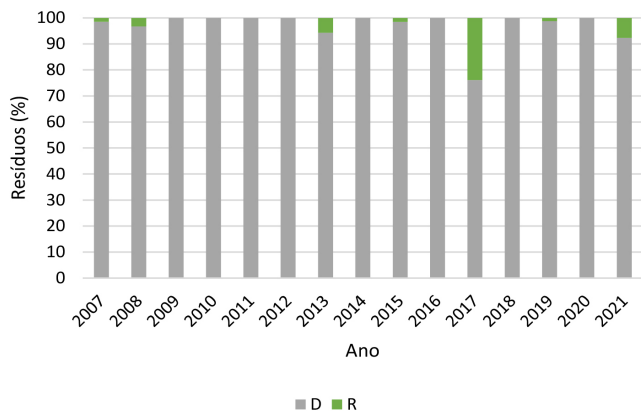


Figura 8. Destino final dos resíduos produzidos nos laboratórios da Universidade de Évora, em percentagem, no período temporal de 2007 a 2021. As letras D e R, correspondem, respectivamente, as operações de eliminação de resíduos (D1, D8, D9, D13 ou D15), e as operações de valorização de resíduos (R5, R9, R12 ou R13)

É importante que no destino final dos resíduos, as operações de eliminação de resíduos venham a ser substituídas cada vez mais pelas operações de valorização, para redução do depósito em aterro. As Universidades devem dar o exemplo e tomar a iniciativa de forma a colaborar ativamente nesta mudança.

Na Tabela 5 apresenta-se a opção de destino final atribuída aos resíduos gerados, pelos operadores de gestão de resíduos contratados, destacando-se em negrito os códigos LER correspondentes aos laboratórios. Pode-se pensar que com os anos as operações de valorização de resíduos iriam predominar relativamente às operações de eliminação. No entanto, nem sempre tal fato foi observado, existindo por vezes uma inversão.

Em geral, observa-se que não existem grandes alterações ao longo dos 15 anos em estudo, ou seja, quando a opção de destino final são operações de eliminação ou de valorização de resíduos, esta se mantém. No entanto, existem exceções positivas e negativas.

Positivamente, no que se refere aos resíduos gerados nos laboratórios, constata-se, que no caso do resíduo perigoso de código LER 15 01 10 (*), a opção de destino final alterou-se a partir de 2013, passando a predominar as operações de valorização em vez das de eliminação, ainda que em 2014 e em 2021 alternaram as duas opções. Destacam-se também os resíduos perigosos (de códigos LER: 07 06 04 (*), 08 01 21 (*), 08 04 09 (*), 09 01 04 (*)) cuja preferência de destino final foi sempre operações de valorização de resíduos. Negativamente, destacam-se os resíduos perigosos (de código LER: 09 01 03 (*), 16 06 02 (*), 16 06 05 (*)) em que a opção de destino final passou da operação de valorização para eliminação de resíduos. Por outro lado, verifica-se que no caso do resíduo perigoso de código LER 16 05 06 (*), que é o resíduo gerado em maior quantidade, predominam as operações de eliminação de resíduos como destino final, no entanto, em 2015 a opção de operação de valorização de resíduos também foi utilizada. Por último, existem resíduos perigosos (de código LER: 09 01 01 (*), 15 02 02 (*), 17 05 03 (*), 18 01 03 (*), 18 02 02 (*), 18 02 07 (*), 20 01 19 (*)) e não perigosos (de código LER 16 06 05, 18 01 01 e 18 02 01) cuja opção de destino final, durante os 15 anos em estudo, foram sempre as operações de eliminação de resíduos. No entanto, é preciso salientar, que no caso dos resíduos hospitalares de código LER começado por 18, existe o imperativo legal no sentido da eliminação obrigatória. No Grupo III a eliminação consiste no uso de contentores com germicida ou recorre-se à autoclavagem, ou ambos, como tem sido a prática durante a pandemia de COVID-19. Este procedimento leva à transformação destes resíduos em “quase resíduos urbanos” que podem ser depois tratados como tal. Para a eliminação dos resíduos hospitalares do Grupo IV, é requerida a incineração.

No que se refere ao restante dos resíduos gerados na Universidade de Évora, houve apenas uma alteração no destino final do resíduo de código LER 20 01 01, da alternância das duas operações, eliminação e valorização, para o uso da operação de valorização.

A mudança de operadores de gestão de resíduos, a partir de 2019, ainda não é visível na gestão de resíduos (Tabela 5), sobretudo devido aos condicionantes provocados pela pandemia. No entanto, em 2021 começa a existir alguma melhoria no que se refere aos resíduos de código LER 16 05 06 (*), com a repartição por outro código LER, 07 06 04 (*), ainda com pouco significado, mas com o encaminhamento para operação de valorização, apesar de ser considerado um resíduo perigoso. É importante salientar, que o destino final de um resíduo perigoso pode ser a valorização, conforme pode ser constatado pelos vários exemplos apresentados na Tabela 5.

Comparação com outras universidades

É importante comparar a realidade da Universidade de Évora

Tabela 5. Opção de tratamento dos resíduos gerados, perigosos (*) e não perigosos, na Universidade de Évora e nos laboratórios da Universidade de Évora (com os códigos LER em negrito)

Código LER	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Tendência
07 06 04 (*)															R13	R
08 01 21 (*)		R13														R
08 04 09 (*)									R13							R
09 01 01 (*)															D15	D
09 01 03 (*)	R13	D15	D15													R → D
09 01 04 (*)															R13	R
13 02 06 (*)	R9															R
13 02 08 (*)					R9		R9					R12				R
15 01 10 (*)		D15	D15	D15			R13	D15/R13	R13		R13		R12		D15/R13	D → R
15 02 02 (*)		D15	D15												D15	D
16 01 04 (*)												R12		R12		R
16 01 07 (*)													R12			R
16 01 17															R12	R
16 02 16									R13				R13			R
16 05 06 (*)	D15	D15	D15	D15	D15	D15	D15	D15	D15/R13	D15	D15	D13/D15	D13	D15	D15	D
16 06 02 (*)									D15/R13	D15						R → D
16 06 05		R13								D15						R → D
16 10 01 (*)										D9						D
17 01 07										R5		R5	R5	R5		R
17 02 01												R12	R12	R12		R
17 05 03 (*)				D15											D15	D
17 08 02															R13	R
17 09 04											R12	R12	R12	R12	R12	R
18 01 01	D15	D15	D15	D15	D15	D15	D15	D15	D15	D15	D15	D15	D15	D15	D15	D
18 01 03 (*)	D9	D9		D9					D9	D15/D9	D15	D9/D15	D15/D9	D15	D15/D9	D
18 02 01									D15	D15	D15	D15	D15	D15	D15	D
18 02 02 (*)									D9	D15/D9	D9	D9	D9	D9	D15/D9	D
18 02 07 (*)												D15				D
20 01 01											D12/R12			R12		D → R
20 01 19 (*)												D15				D
20 01 21 (*)					R13		R13	R13	R13	R13	R13	R13	R12			R
20 01 25		R9														R
20 02 01											D8					D
20 03 04												D15	D13	D13	D13	D
20 03 07											D1					D

com outras universidades, em particular com as portuguesas porque estão sujeitas à mesma legislação, mesmo que a dimensão possa ser diferente. No entanto, a informação comparável continua escassa.

Comparando os resíduos líquidos perigosos produzidos nos laboratórios da Faculdade de Ciências e do Instituto Superior Técnico com os gerados nos laboratórios da Universidade de Évora pode-se chegar à conclusão que, apesar da variabilidade existente, os resíduos líquidos perigosos produzidos pela Universidade de Évora estão dentro do esperado (Tabela 6), levando em conta também a dimensão das instituições universitárias envolvidas que pode ser traduzida pelo número de alunos universitários matriculados anualmente em todos os ciclos de estudo (Tabela 7). Em 2008, o IST-UTL gerou mais resíduos líquidos perigosos que a Universidade de Évora, mesmo considerando a maior dimensão do IST-UTL. No entanto, em 2015 verifica-se que a Universidade de Évora gerou mais resíduos líquidos perigosos que a FCUL, cerca de mais 1,24 toneladas, apesar do número de alunos inscritos ser semelhante. Para o ano 2016 verifica-se o oposto, é a

FCUL que gera mais resíduos líquidos perigosos quando comparado com o gerado pelos laboratórios da Universidade de Évora, em cerca de 0,69 toneladas a mais. Entre 2017 e 2019, tanto na FCUL como na UÉ os resíduos gerados aumentam, e apesar do número de alunos aumentar em ambas (Tabela 7), e ser superior na UÉ, apenas em 2018 é que a quantidade de resíduos foi superior na UÉ. No primeiro ano de pandemia, em 2020, existe um decréscimo de resíduos líquidos perigosos em ambas instituições, no entanto, é definitivamente mais acentuado na UÉ. No ano 2021, nota-se um “retorno da normalidade” na UÉ atingindo o máximo de resíduos líquidos perigosos gerados, que pode também resultar de um acúmulo destes resíduos, que não foram encaminhados devido à pandemia (Tabela 6). Na Tabela 6, os resíduos líquidos perigosos estão identificados com o código LER 16 05 06 (*) para o IST-UTL e para a UÉ, e para o ano de 2021 foi também adicionado a UÉ os resíduos líquidos de código 07 06 04 (*), ainda que esta contribuição seja muito pequena, de 0,55 toneladas.

Tabela 6. Resíduos líquidos perigosos gerados em laboratórios de universidades portuguesas, em tonelada (t)

Instituição	2008 (t)	2015 (t)	2016 (t)	2017 (t)	2018 (t)	2019 (t)	2020 (t)	2021 (t)	Referência
FCUL ^a	-	1,969	1,619	2,437	2,982	3,944	2,596	-	50
IST-UTL ^b	8,254	-	-	-	-	-	-	-	51
UÉ ^c	3,769	3,210	0,929	1,957	4,478	4,542	0,15	5,373	Autores

^a(FCUL): Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. ^b(IST-UTL): Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa. ^c(UÉ): Universidade de Évora. A Faculdade de Ciências e Instituto Superior Técnico pertencem à Universidade de Lisboa desde 2013.

Tabela 7. Número de alunos matriculados em universidades portuguesas, em todos os ciclos de estudo (licenciatura, mestrado e doutoramento)

Instituição	2008	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
FCUL ^a	-	5.159	5.183	5.263	5.383	5.457	5.697	5.844
IST-UTL ⁵¹	10.231	-	-	-	-	-	-	-
UÉ ⁴⁷	7.635	5.462	5.425	6.476	6.876	6.947	7.230	7.526

Fonte: ^a<https://ciencias.ulisboa.pt/pt/estatisticas>.

É importante, num futuro próximo, realizar um levantamento, de todos os resíduos líquidos incluídos no código LER 16 05 06 (*), assim como as respetivas quantidades, de modo a equacionar quais os resíduos que podem ser recuperados pela Universidade de Évora ou por outros operadores externos, promovendo a valorização destes resíduos.³¹ Este levantamento pode ser efetuado recorrendo a questionários às pessoas envolvidas na coordenação dos laboratórios geradores de resíduos da Universidade de Évora.^{2,34} Por outro lado, este levantamento pode permitir repartir estes resíduos líquidos perigosos por outros códigos LER, em particular separar produtos químicos inorgânicos de produtos químicos orgânicos, facilitando a aplicação de operações de valorização de resíduos. No que se refere à recuperação de resíduos, é preciso lembrar que um pré-tratamento pode levar a um aumento de volume de resíduos líquidos.²⁸ No entanto, a recuperação de resíduos líquidos orgânicos como o álcool etílico³¹ ou a acetona pode ser viável, recorrendo à destilação dos respetivos resíduos que não tenham sido misturados com outras substâncias, minimizando custos quer pela diminuição no tratamento de resíduos quer pela diminuição da compra destes reagentes.

Em relação aos resíduos hospitalares de risco biológico (Grupo III),⁴⁶ a FCUL ultrapassa sempre a UÉ na geração de resíduos (Tabela 8). E apesar de existirem variações nota-se uma tendência para o aumento destes resíduos em ambas as instituições, que é mais acentuado a partir de 2018 na FCUL e a partir de 2020 na UÉ. No caso da UÉ, o aumento em 2020, para mais que o dobro, é justificado pela pandemia de COVID-19. Na FCUL, o impacto do primeiro ano de pandemia não parece ser significativo.

No que se refere aos resíduos hospitalares específicos (Grupo IV),⁴⁶ apesar das oscilações verifica-se igualmente uma tendência para o aumento de resíduos em ambas as instituições, sendo também mais acentuado para a UÉ no primeiro ano de pandemia, ano de 2020 (Tabela 9). No entanto, a partir de 2018, a FCUL apresenta sempre valores mais elevados do que na UÉ.

Apesar da gestão de resíduos nas universidades ter sido iniciada há mais de 20 anos, apenas a reciclagem e a redução de resíduos foram bem sucedidas.³³ A maioria dos estudos realizados foca, sobretudo, no levantamento e na caracterização dos resíduos gerados,¹⁻²⁷ e em particular na separação e reciclagem de resíduos como o plástico, o papel/papelão, o metal e o vidro, entre outros, que resultam do funcionamento das universidades. Em Portugal, ainda que se possa promover a separação destes resíduos, como tem ocorrido na Universidade de Évora, com iniciativas como o aumento de pontos de recolha, esta gestão de resíduos é gerida pelos municípios seguindo a legislação em vigor. Por outro lado, alguns procedimentos que visam facilitar quer o armazenamento, pela diminuição do volume dos resíduos,⁵¹ quer a valorização, pela compostagem dos resíduos biodegradáveis, têm sido realizados nas universidades portuguesas.⁵⁰ No entanto, no caso dos resíduos líquidos perigosos apenas se verifica o recurso à neutralização de alguns desses resíduos, como pré-tratamento, antes do encaminhamento para um operador de gestão de resíduos, como é no caso da Universidade de Évora. De fato, somente alguns estudos abordam a gestão de resíduos perigosos nos laboratórios das universidades.^{7,8,11,19,33,34} A principal dificuldade reside no levantamento e na caracterização destes

Tabela 8. Resíduos hospitalares de risco biológico gerados em laboratórios de universidades portuguesas, Grupo III,⁴⁶ em tonelada (t)

Instituição	2015 (t)	2016 (t)	2017 (t)	2018 (t)	2019 (t)	2020 (t)	2021 (t)	Referência
FCUL ^a	2,311	1,682	2,233	4,865	3,441	3,575	-	50
UÉ ^c	0,353	0,417	0,365	0,245	0,413	1,033	1,438	Autores

Nota: Na UÉ, o Grupo III corresponde ao código LER 18 02 02 (*). ^a(FCUL): Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. ^c(UÉ): Universidade de Évora.

Tabela 9. Resíduos hospitalares específicos gerados em laboratórios de universidades portuguesas, Grupo IV,⁴⁶ em tonelada (t)

Instituição	2015 (t)	2016 (t)	2017 (t)	2018 (t)	2019 (t)	2020 (t)	2021 (t)	Referência
FCUL ^a	0,461	0,607	0,413	1,174	2,728	3,278	-	50
UÉ ^c	0,415	0,754	0,771	0,579	0,610	1,149	1,241	Autores

Nota: Na UÉ, o Grupo IV corresponde aos códigos LER 18 01 01, 18 01 03 (*), 18 02 01, 18 02 07 (*). ^a(FCUL): Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. ^c(UÉ): Universidade de Évora.

resíduos, recorrendo-se a diferentes classificações, que dificultam uma comparação.³³ Apesar destas dificuldades, os resíduos líquidos perigosos parecem ser os resíduos gerados em maior percentagem nos laboratórios das universidades. De fato, estima-se que a quantidade gerada destes resíduos é de 43,76% nos laboratórios das Universidades de Taiwan, com a produção de 740.100 litros/ano.³⁴ Estes resíduos também predominam nos laboratórios da Universidade de Évora, com 68% em 15 anos, ou seja, com a produção média de 2765 kg/ano.

CONCLUSÕES

O presente estudo teve como principal objetivo elaborar o histórico da gestão de resíduos nos laboratórios da Universidade de Évora, no período de 2007 a 2021, de modo a contribuir para uma melhoria dessa gestão. Para isso, o levantamento da quantidade de resíduos gerados e a sua caracterização foram fundamentais, considerando a legislação vigente em Portugal no que respeita à gestão de resíduos.

Em relação ao total de resíduos produzidos pela UÉ, os laboratórios contribuem com 14%, no entanto, se considerarmos também os resíduos indiretos, provenientes de “lamas de fossas sépticas” e de “misturas de betão (ou concreto), tijolos, ladrilhos e telhas”, a contribuição aumenta para 26%. De fato, considerando a quantidade total de resíduos gerados nos 15 anos em estudo podemos concluir que, em média, os laboratórios da Universidade de Évora geram anualmente cerca de 4 toneladas de resíduos. Por sua vez, a maior parte dos resíduos gerados são líquidos (66%) e perigosos (88%).

Por outro lado, foram também detectados alguns aspetos que precisam de melhorias. A distância entre edifícios e o número de edifícios, onde se localizam os laboratórios mencionados neste estudo, além do armazenamento, são fatores que devem ser analisados num futuro próximo visando rentabilizar a gestão dos resíduos.

Em relação ao destino final dos resíduos, é importante procurar soluções no sentido da valorização dos resíduos produzidos porque a percentagem dos resíduos encaminhados para operações de eliminação é muito elevada, cerca 97%. É preciso também lembrar que 24% dos resíduos eliminados são resíduos hospitalares, em que existe a obrigatoriedade da eliminação. A pandemia da COVID-19 também teve impacto na gestão de resíduos, não só pelas dificuldades impostas pelos sucessivos confinamentos como também pelos resíduos gerados, aumentando para o dobro os resíduos hospitalares e diminuindo para um mínimo histórico os resíduos líquidos perigosos (de código LER (16 05 06 (*)) em 2020, e atingindo um máximo de resíduos laboratoriais em 2021.

Por último, a predominância de um único código LER (16 05 06 (*)), que corresponde a 68% do total de resíduos gerados em 15 anos, e que reúne vários resíduos líquidos perigosos, não só torna a valorização do resíduo mais difícil como também aumenta o custo do tratamento do resíduo. Por isso, é importante implementar soluções que possibilitem discriminar estes resíduos, optando também pela distribuição por outros códigos LER, favorecendo a valorização do resíduo. Por outro lado, a importância da escolha do operador de gestão de resíduos que impõe um procedimento mais eficaz e rigoroso na separação e na recolha dos resíduos, ajuda a educar comportamentos e a promover a valorização dos resíduos, o que atualmente se verifica na Universidade de Évora. A tomada de iniciativas ao nível educativo, visando a redução e a recuperação de resíduos gerados nos laboratórios universitários, permitirá também conscientizar a comunidade académica e modificar comportamentos. Finalmente, esperamos com este estudo contribuir para a melhoria da gestão de resíduos nas universidades.

AGRADECIMENTOS

A autora S. C. agradece aos Serviços Técnicos da Universidade de Évora a possibilidade de estudar os registos dos resíduos gerados pelos laboratórios da Universidade de Évora e também à excelente colaboração em todo este demorado processo. Este trabalho foi cofinanciado por fundos nacionais através da FCT - Fundação para a Ciência e Tecnologia, I.P., no quadro do ICT com as referências UIDB/04683/2020 e UIDP/04683/2020.

REFERÊNCIAS

- de Vega, C. A.; Ojeda-Benítez, S.; Ramírez-Barreto, M. E.; *Resour. Conserv. Recycl.* **2003**, *39*, 283. [Crossref]
- Imbroisi, D.; Guaritá-Santos, A. J. M.; Barbosa, S. S.; Shintaku, S. F.; Monteiro, H. J.; Ponce, G. A. E.; Furtado, J. G.; Tinoco, C. J.; Mello, D. C.; Machado, P. F. L.; *Quim. Nova* **2006**, *29*, 404. [Link] acessado em março 2023
- Espinosa, R. M.; Turpin, S.; Polanco, G.; De laTorre, A.; Delfin, I.; Raygoza, I.; *Waste Manage.* **2008**, *28*, S27. [Crossref]
- Lima, P. C. G.; Lima, V. A.; *Quim. Nova* **2008**, *31*, 1595. [Link] acessado em março 2023
- de Conto, S. M.; *Gestão de Resíduos em Universidades*, 1ª ed.; EDUCS: Caxias do Sul, 2010.
- Alshuwaikhat, H. M.; Abubakar, I.; *J. Cleaner Prod.* **2008**, *16*, 1777. [Crossref]
- de Vega, C. A.; Ojeda-Benítez, S.; Ramírez-Barreto, E.; *Waste Manage.* **2008**, *28*, S21. [Crossref]
- Smyth, D. P.; Fredeen, A.; Booth, A.; *Resour. Conserv. Recycl.* **2010**, *54*, 1007. [Crossref]
- Zhang, N.; Williams, I. D.; Kempa, S.; Smith, N. F.; *Waste Manage.* **2011**, *31*, 1606. [Crossref]
- Desa, A.; Kadir, N. B. A.; Yusooif, F.; *Procedia - Social and Behavioral Sciences* **2011**, *18*, 643. [Crossref]
- Hassanvand, M. S.; Naddafi, K.; Nabizadeh, R.; Momeniha, F.; Mesdaghinia, A.; Yaghmaeian, K.; *Toxicol. Environ. Chem.* **2011**, *93*, 1636. [Crossref]
- Barros, R. T. V.; *Resumos do 5º Seminário Internacional de Planejamento e Gestão Ambiental - URBENVIRON*, Brasília, Brasil, 2012. [Link] acessado em março 2023
- Taghizadeh, S.; Ghassemzadeh, H. R.; Vahed, M. M.; Fellegari, R.; *Elixir Pollution* **2012**, *43*, 6650. [Crossref]
- Okeniyi, J. O.; Anwan, E. U.; *J. Mater. Environ. Sci.* **2012**, *3*, 419. [Link] acessado em março 2023
- Geng, Y.; Liu, K.; Xue, B.; Fujita, T.; *J. Cleaner Prod.* **2013**, *61*, 13. [Crossref]
- Venturi, L.; Pereira R. S.; *Revista Eletrônica de Administração (Online)* **2015**, *14*, 180. [Link] acessado em março 2023
- Aragaw, T. A.; Wondimnew, A.; Asmare, A. M.; *Int. J. Sci. Res.* **2016**, *5*, 2415. [Crossref]
- Coker, A. O.; Achi, C. G.; Sridhar, M. K. C.; Donnett, C. J.; *Procedia Environ. Sci.* **2016**, *35*, 28. [Crossref]
- Gallardo, A.; Edo-Alcón, N.; Carlos, M.; Renau, M.; *Waste Manage.* **2016**, *53*, 3. [Crossref]
- Zen, I. S.; Subramaniam, D.; Sulaiman, H.; Omar, W.; Salim, M. R.; *J. Cleaner Prod.* **2016**, *135*, 1407. [Crossref]
- Adeniran, A. E.; Nubi, A. T.; Adelopo, A. O.; *Waste Manage.* **2017**, *67*, 3. [Crossref]
- Fagnani, E.; Guimaraes, J. R.; *J. Cleaner Prod.* **2017**, *147*, 108. [Crossref]
- Ugwu, C. O.; Ozoegwu, C. G.; Ozor, P. A.; *Heliyon* **2020**, *6*, e04255. [Crossref]
- Bahcelioglu, E.; Bugdayci, E. S.; Dogan, N. B.; Simsek, N.; Kaya, S. O.; Alp, E.; *J. Cleaner Prod.* **2020**, *265*, 121715. [Crossref]

25. Dahlawi, S.; El Sharkawy, M. F.; *International Journal of Sustainability in Higher Education* **2021**, *22*, 561. [Crossref]
26. Debrah, J. K.; Vidal, D. G.; Dinis, M. A. P.; *Recycling* **2021**, *6*, 6. [Crossref]
27. Haksevenler, B. H. G.; Kavak, F. F.; Akpinar, A.; *J. Cleaner Prod.* **2022**, *367*, 133022. [Crossref]
28. Afonso, J. C.; Noronha, L. A.; Felipe, R. P.; Freidinger, N.; *Quim. Nova* **2003**, *26*, 602. [Link] acessado em março 2023
29. Demaman, A. S.; Funk, S.; Hepp, L. U.; Adário, A. M. S.; Pergher, S. B. C.; *Quim. Nova* **2004**, *27*, 674. [Link] acessado em março 2023
30. Gerbase, A. E.; Gregório, J. R.; Calvete, T.; *Quim. Nova* **2006**, *29*, 397. [Link] acessado em março 2023
31. Benavides, A. M.; Andrade-Vivas, B.; Ortiz-Sarria, M.; *Prod. + Limpia* **2007**, *2*, 54. [Link] acessado em março 2023
32. Leite, Z. T. C.; Alcantara, S.; Afonso, J. C.; *Quim. Nova* **2008**, *31*, 1892. [Link] acessado em março 2023
33. Lara, E. R.; De la Rosa, J. R.; Castillo, A. I. R.; Cerino-Córdova, F. J.; Chuken, U. J. L.; Delgadillo, S. S. F.; Rivas-García, P.; *J. Cleaner Prod.* **2017**, *142*, 1486. [Crossref]
34. Ho, C. C.; Chen, M. S.; *Waste Manage.* **2018**, *71*, 578. [Crossref]
35. Oliveira, D. B.; Becker, R. W.; Sirtori, C.; Passos, C. G.; *Quim. Nova* **2020**, *43*, 382. [Crossref]
36. Puna, J. F. B.; Baptista, B. S.; *Quim. Nova* **2008**, *31*, 645. [Link] acessado em março 2023
37. Jornal Oficial da União Europeia; *Decisão 2014/955/UE*, de 18 de dezembro de 2014. [Link] acessado em março 2023
38. Diário da República nº 30, Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional; *Portaria nº 187/2007*, de 12 de fevereiro de 2007. [Link] acessado em março 2023
39. <https://apambiente.pt/residuos/antecedentes>; <https://apambiente.pt/residuos/classificacao-de-residuos>, acessado em março 2023.
40. Diário da República nº 179, Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia; *Portaria nº 187-A/2014*, de 17 de setembro de 2014. [Link] acessado em março 2023
41. Diário da República nº 145, Ambiente e Transição Energética; *Portaria nº 241-B/2019*, de 31 de julho de 2019. [Link] acessado em março 2023
42. Diário da República nº 116, Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território; *Decreto-Lei nº 73/2011*, de 17 de junho de 2011. [Link] acessado em março 2023
43. Diário da República nº 239; *Decreto-Lei nº 102-D/2020*, de 10 de dezembro de 2020. [Link] acessado em março 2023
44. Diário da República nº 53; *Portaria nº 209/2004*, de 3 de março de 2004. [Link] acessado em março 2023
45. Jornal Oficial da União Europeia; *Regulamento (UE) nº 1357/2014*, de 18 de dezembro de 2014. [Link] acessado em março 2023
46. Diário da República nº 187, Ministério da Saúde; *Despacho nº 242/96*, de 13 de agosto de 1996. [Link] acessado em março 2023
47. PORDATA - Estatísticas sobre Portugal e Europa, Fundação Francisco Manuel dos Santos. [Link] acessado em março 2023
48. <https://www.ine.pt/>, acessado em março 2023.
49. www.uevora.pt, acessado em março 2023.
50. <https://ciencias.ulisboa.pt/pt/gestao-de-residuos>, acessado em março 2023.
51. Campos, P. O. C.; *A Gestão Ambiental nos Campi Universitários. Recomendações para a Questão da Gestão Energética no Estudo de Caso do Instituto Superior Técnico*; Dissertação de Mestrado, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal, 2011. [Link] acessado em março 2023