



11.^{as} JORNADAS TÉCNICAS INTERNACIONAIS DE RESÍDUOS

11th International Technical Waste Conference



**ECONOMIA CIRCULAR:
NOVOS MODELOS, NOVOS NEGÓCIOS**
CIRCULAR ECONOMY: NEW MODELS, NEW BUSINESS

Lisboa - Portugal

Museu Nacional dos Coches

14-18 NOV 2019

Livro de Comunicações

Organização



Editores

Paulo J. Ramísio

Graça A. Lopes

Lígia M. Costa Pinto

Hélder Costa

ISBN

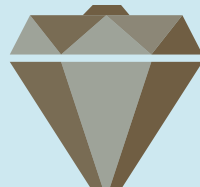
978-989-54301-1-6

DOI

10.22181/11JTIR.2019

Sugestão de citação:

Ramísio, Paulo J., Lopes, Graça A., Pinto, Ligia M. C., Costa, Hélder (Ed.) (2019). Economia Circular: Novos Modelos, Novos Negócios. Livro das comunicações das 11as Jornadas Técnicas Internacionais de Resíduos, Lisboa 14-18 novembro de 2019. ISBN: 978-989-54301-1-6.



11.^{as} JORNADAS TÉCNICAS INTERNACIONAIS DE RESÍDUOS

11th International Technical Waste Conference



**ECONOMIA CIRCULAR:
NOVOS MODELOS, NOVOS NEGÓCIOS**
CIRCULAR ECONOMY: NEW MODEL, NEW BUSINESS

Lisboa - Portugal

Museu Nacional dos Coches

14-18 NOV 2019

Livro de Comunicações

Organização





BOAS-VINDAS

Este livro (e-book) contém as comunicações apresentadas nas 11as Jornadas Técnicas Internacionais de Resíduos (JTIR), que tiveram lugar em Lisboa, nos dias 14 a 18 de novembro de 2019. Este evento, promovido pela Associação Portuguesa de Engenharia Sanitária e Ambiental (APESB), teve como Tema Especial “Economia Circular: Novos modelos, novos negócios”.

Para além do Tema Especial foram selecionados temas relevantes para serem discutidos em Sessões Plenárias, como é o caso do “Licenciamento de Operadores de Gestão de Resíduos”, da “Recolha Seletiva de Bioresíduos” e da “Avaliação de Modelos para a Tara Retornável”.

Pela primeira vez foi considerado um espaço dedicado à Limpeza Urbana, contando com as sessões plenárias onde foi analisado “O Desafio da Limpeza Urbana: Inovação e Desenvolvimento” e a importância das “Campanhas de Comunicação em Limpeza Urbana”.

Apesar de centrado nos desafios reais no nosso país, todos estes temas estiveram alinhados com os principais eixos estratégicos mundiais deste setor, contando com seis oradores internacionais de referência, como é o caso de Antonis Mavropoulos, Presidente da International Solid Waste Association (ISWA).

Através de várias sessões plenária foram ainda apresentados e discutidos os desenvolvimentos técnicos, as inovações científicas e as opções tecnológicas no setor da Engenharia Sanitária e Ambiental nos seguintes temas: Valorização de Resíduos: Tecnologias, Materiais, Eficiências, Problemas e Soluções; Recolha e Tecnologias de Transporte de Resíduos: Novas Soluções; Operação de Infraestruturas e Gestão de Resíduos; Comportamentos, Comunicação e Sensibilização; Avaliação de Desempenho e Qualidade de Serviços.

Destaca-se ainda a realização das Master Classes “Indicadores de Circularidade”, “Incentivos” e “Lamas de ETAR” que, num ambiente informal, permitiram a partilha de conhecimentos e a sua discussão.

Com base no interesse dos temas discutidos, no elevado nível técnico das sessões, e no entusiasmo demonstrado pelos 225 participantes, é nossa opinião que este evento foi um sucesso.

Julgamos que é devido um agradecimento à Câmara Municipal de Lisboa, co-organizadora, aos patrocinadores e aos Media Partners, e a todos os inscritos pois, foi a Vossa presença e dedicação que permitiu que este evento fosse, não só tecnicamente relevante, mas também potenciador de gratas memórias.



Paulo J. Ramísio

Presidente da Comissão
Organizadora das 11^{as} JTIR



Carlos Martins

Presidente da Comissão
Científica das 11^{as} JTIR





COMISSÃO ORGANIZADORA

Paulo J. Ramísio - APESB/UMinho - Presidente da Comissão Organizadora

Ana Loureiro - APESB/EGF

Ana Ribeiro - CM Lisboa

Barbara Rodrigues - Resíduos do Nordeste

Filipa Penedos - CM Lisboa

Graça Lopes - ISEL/APESB

Hélder Costa - APESB

Isabel Soares - CM Lisboa

Joana Xavier - Valorsul

Lígia Pinto - APESB/UMinho

Lúcia Cruz - CM Lisboa

Vanessa Fonseca - CM Lisboa

COMISSÃO CIENTÍFICA

Carlos Martins - AdP/APESB - Presidente da Comissão Científica

Ana Cristina Queda - ISA

Ana Loureiro - APESB/EGF

Ana Silveira - FCT/UNL

Carlos Afonso Teixeira - UTAD

Graça Lopes - APESB/ISEL

João Quinhones Levy - IST

Lígia Pinto - APESB/UMinho

Luis Marinheiro - ISWA

Nídia Caetano - ISEP

Paulo J. Ramísio - APESB/UMinho

Susete Dias - IST





APRESENTAÇÃO DO EVENTO

Tema Especial

Economia Circular: Novos Modelos, Novos Negócios

Sessões Plenárias

Painel 1 - Licenciamento de Operadores de Gestão de Resíduos

Painel 2 - Recolha Seletiva de Bioresíduos

Painel 3 - Avaliação de Modelos para a Tara Retornável

Painel 4 - O Desafio da Limpeza Urbana: Inovação e Desenvolvimento

Painel 5 - Campanhas de Comunicação em Limpeza Urbana

Sessões Paralelas

SP 1 - Valorização de Resíduos: Tecnologias, Materiais, Eficiências, Problemas e Soluções

SP 2 - Operação e Gestão de Resíduos

SP 3 - Comportamentos, Comunicação e Sensibilização

SP 4 - Avaliação de Desempenho e Qualidade de Serviços

SP 5 - Valorização de Resíduos: Tecnologias, Materiais, Eficiências, Problemas e Soluções

COMUNICAÇÕES PLENÁRIAS





Tema Especial

Quinta, 14 de novembro - Auditório

11h00 **Tema Especial** - Economia Circular: Novos Modelos, Novos Negócios

Moderação: Paulo J. Ramísio - APESB/UMinho

Antonis Mavropoulos - ISWA

Patrick Dorvil - BEI

Martins Brokelhurst - CIWM, UK

Paulo Lemos - Comissão Europeia

Em dezembro de 2015 a Comissão Europeia adotou um plano de ação da UE para a economia circular, onde se avança uma alteração profunda do modelo organizacional da economia e de alguma forma pode dizer-se da sociedade.

Acrescentando aos contributos que desde 2015 se têm realizado em diversos fóra, o que se propõe é debater as oportunidades para desenvolver novas atividades com valor acrescentado significativo para a sociedade e responder de forma positiva a este grande desafio societal.

A diversidade de percursos profissionais presentes no painel permitirá um debate profícuo a diferentes níveis, desde a perspetiva do setor dos resíduos trazida pela ISWA e a do CIWM, a do financiamento necessário para assegurar a transição trazida pelo BEI e a posição da comissão europeia sobre esta transição.





Sessão Plenária - Painei 1

Sexta, 15 de novembro - Auditório

09h00 Licenciamento de Operadores de Gestão de Resíduos

Moderação: Rui Ferreira Santos - UNL

António Veiga Simão - CCDRC

Filomena Lobo - ERSAR

Jaime Braga - Confederação Empresarial de Portugal

Luís Realista - Smartwaste

O setor de recolha e tratamento de resíduos em Portugal é constituído por entidades de diversa natureza jurídica, de variadas dimensões e abrangendo fileiras de resíduos também diversas.

Contudo, todos respondem a um mesmo desafio, o da sustentabilidade e da circularidade. Estes desafios apenas são passíveis de serem vencidos através de uma efetiva interligação e coordenação entre estes atores, os produtores de resíduos e os destinatários dos materiais recuperados. O objetivo do painel é analisar de uma forma sistémica as vantagens e desvantagens dos modelos organizacionais existentes.

Nesta análise e debate, moderada por Rui Santos, investigador da UNL, vão ser apresentados os contributos de diferentes operadores e indústrias (Smartwaste), dos gestores do território (CCDRC), e do regulador (ERSAR).

Sessão Plenária - Paineis

Quinta, 14 de novembro - Auditório

16h30 Recolha Seletiva de Bioresíduos
Moderação: Carlos Martins - APESB/AdP
Jesper Stage - Universidade Lulea
Mercês Ferreira - APA
Pedro Vaz - CML
Carlos Mendes - MaiaAmbiente

A recolha seletiva de bioresíduos é condição necessária para a implementação do paradigma da economia circular, contudo, a sua implementação requer a resolução de importantes desafios.

De entre estes destacam-se os desafios ao nível da gestão dos sistemas de recolha e tratamento dos resíduos e a desafio da adesão dos produtores de bioresíduos. Assume neste debate particular destaque o envolvimento dos cidadãos produtores domésticos de bioresíduos. Envolvimento que depende dos sistemas de recolha implementados e da perceção individual dos custos e dos benefícios quer sociais, quer individuais. A sessão plenária conta com a presença de quatro distintos palestrantes que trazem consigo experiências complementares.

Assim, Jesper Stage contribuirá com o conhecimento do bem-sucedido sistema sueco de recolha seletiva de resíduos e da investigação que tem realizado sobre o mesmo. Complementarmente Mercês Ferreira trará para a sessão o enquadramento regulamentar da APA. O painel fica completo com as experiências e desafios muito concretos da CML e da MaiaAmbiente.





Sessão Plenária - Painel 3

Sexta, 15 de novembro - Auditório

16h30 Avaliação de Modelos para a Tara Retornável

Moderação: Lígia Pinto - APESB/UMinho

Fernanda Ferreira Dias - DGAE

Cristina Costa - APIAM

Paulo Praça - ESGRA

Ana Isabel Trigo Morais - SPV

A Diretiva (UE) 2019/904 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de junho de 2019, relativa à redução do impacto de certos produtos de plástico no ambiente, vem estabelecer medidas com o objetivo de prevenir e reduzir o impacto de determinados produtos de plástico no ambiente e na saúde humana, bem como promover a transição para uma economia circular com modelos de negócio, produtos e materiais inovadores e sustentáveis.

Neste contexto, em Portugal, foi recentemente publicada a Portaria n.º 202/2019, que prevê o desenvolvimento de um sistema de incentivo à devolução de embalagens de bebidas em plástico não reutilizáveis. Os palestrantes deste Painel trazem a perspectiva de importantes atores como sejam a DGAE, APIAM, a SPV e a ESGRA para a implementação deste sistema.





COMUNICAÇÕES ORAIS (A-Z)

Tema 1

Valorização de Resíduos: Tecnologias, Materiais, Eficiências, Problemas e Soluções





A EVOLUÇÃO DA DIGESTÃO ANAERÓBIA NA BIOECONOMIA.

EVOLUTION OF ANAEROBIC DIGESTION IN THE BIOECONOMY

Santino Eugénio, Di Berardino^a,

^a LNEG, Laboratório Nacional De Energia E Geologia, Estrada do Paço Do Lumiar 1649-038, Lisboa, Portugal

RESUMO

Os recursos fósseis usados hoje em dia como matéria-prima industrial e para o fornecimento de calor, energia e combustíveis são esgotáveis e devem ser substituídos por materiais recicláveis e/ou renováveis. Esta transição evolui e existem já tecnologias substitutivas vantajosas aplicadas em grande escala. Outras, encontram-se em fase de I & D.

A digestão anaeróbia (DA) é uma tecnologia biológica muito eficaz que combina a produção de um biocombustível com a gestão sustentável de resíduos e a plantação de culturas agrícolas energéticas, tornando-se o perno central de uma bio refinaria. Existem na Europa mais de 21000 digestores (75 %) combinados com a agricultura, gerando energia elétrica e calor. A agricultura tornou-se num modelo de economia circular capaz de sequestrar o carbono, trazendo-o de volta ao solo, permitindo ao setor primário desempenhar um papel estratégico, que contraria as mudanças climáticas e gera um benefício para a comunidade. A conversão de biogás a biometano, aumenta o nível hierárquico e fornece novas oportunidades, promovidas pela diretiva REDII. Pode substituir o gás natural, não alterando os hábitos dos utilizadores. Novas tecnologias em desenvolvimento visam a conversão do biometano em Hidrogénio ou a síntese de combustíveis líquidos, abrindo novas perspetivas.

A Digestão anaeróbia necessita de apoios financeiros e preços mais favoráveis do combustível e dos créditos de Carbono, para poder competir com os combustíveis fósseis. Fornece emprego e desenvolvimento local, e novas soluções aos incêndios e gestão do território, sendo uma opção interessante. O objetivo deste trabalho é fornecer informações cruciais na gestão do biogás, que vive num novo ciclo de evolução, usando como exemplo, o caso de Itália.

Palavras Chave – Biogás, Resíduos orgânicos, culturas agrícolas, biometano, codigestão.

ABSTRACT

The fossil resources very today used for food, industrial feedstock and energy has to be replaced by renewable materials. This transition is undergoing today and some technologies are now applied successfully at full scale. Others are driving research into renewable energy production from organic resources and waste.

Anaerobic digestion (AD) is a recognized efficient technology that combines biofuel production with sustainable waste management and agricultural energetic crops. Various technological trends exist in the biogas industry that enhance the production and quality of biogas. Biogas production is growing in the European energy market and offers an economical alternative for bioenergy production. In recent time, the major interest is focused on biomethane production, for transportation, due to the low cost of photovoltaic electricity and to the need for biofuel in transportation. The RED II directive promotes biomethane production and further investments in AD are expected to meet with increasing success the target.

This work provides an overview of biogas/biomethane production from agricultural crops and lignocellulosic waste, a crucial information in the biogas economy.

Keywords –Biogas, Organic waste, Agricultural crops, Biomethane, Codigestion,

1 INTRODUÇÃO

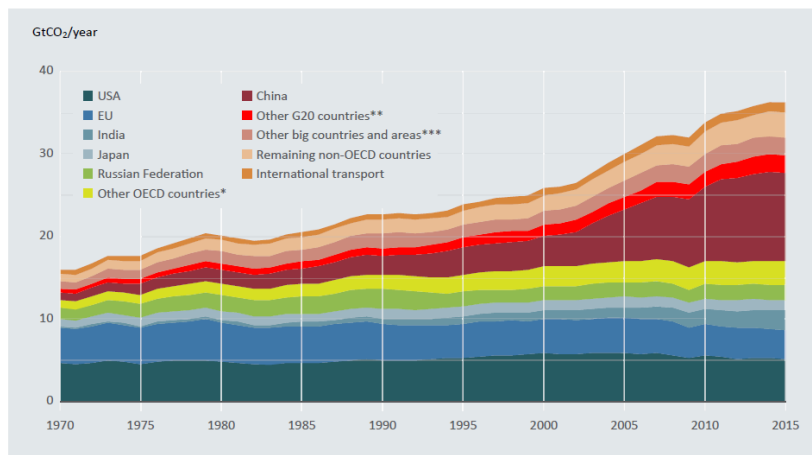
As consequências do aumento dos gases com efeito estufa são hoje em dia bastante visíveis na mudança do clima em muitas regiões do planeta, com a formação de tempestades de invulgar dimensão, aluviões, alternados com períodos de seca e outros fenómenos. A temperatura do planeta aumenta e prevê-se um aquecimento global de alguns graus (1,5-2 °C em 2050), com consequências graves e talora imprevisíveis sobre os ecossistemas que sustentam os seres vivos do planeta.

Estima-se que em 1850 (época da disseminação da Revolução Industrial) a quantidade de CO₂ na atmosfera era de 270 ppm, tendo vindo a crescer em continuação. Hoje, essa quantidade é de aproximadamente 410 ppm, um aumento de mais de 50%. A cada ano cerca de 6 bilhões de toneladas de CO₂ são lançadas na atmosfera do planeta.

O gráfico da figura 1, mostra a evolução das emissões a partir de 1950, onde se destaca o seu incremento progressivo e o facto que algumas nações (a EU e USA) estão reduzindo as emissões enquanto a china revela um grande incremento, sendo atualmente é o país com mais emissões e que deve vir a tomar mais medidas. Deste modo a maior parte do problema das emissões de carbono é devido atualmente à china.

Figura 1: Emissões totais fósseis anuais de CO₂ em GT em Gt CO₂/ano para a UE28 e outras importantes nações (The Emissions Gap Report, 2016)

Figure ES1: Carbon dioxide emissions from fossil-fuel use and industry.



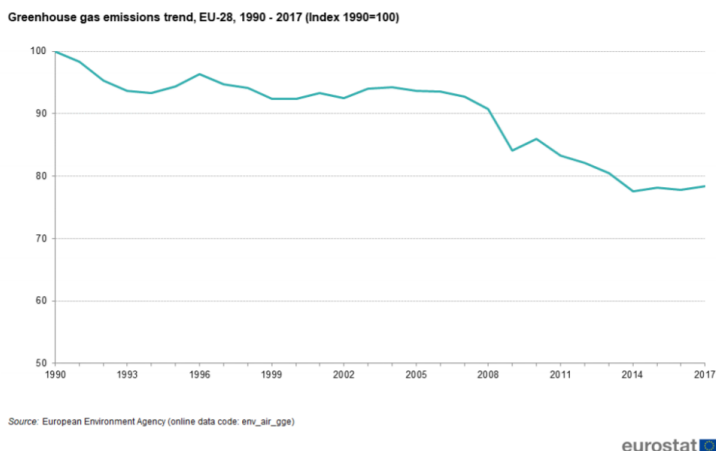
* Other OECD countries include Australia; Canada; Mexico; Republic of Korea and Turkey.

** Other G20 countries include Argentina; Brazil; Indonesia; Saudi Arabia; South Africa and Turkey.

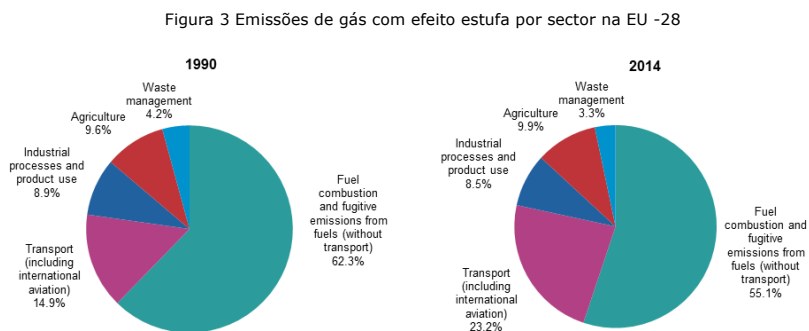
*** Other big countries and areas include Egypt; Iran; Kazakhstan; Malaysia; Nigeria; Taiwan, Province of China; Thailand and Ukraine.

Por outro lado na EU as medidas de contenção das emissões estão a fornecer importantes resultados notando-se uma diminuição interessante (Figura 2).

Figura 2: evolução das emissões totais de gases com efeito estufa, incluindo a aviação, na EU-28. (Eurostat, 2019)



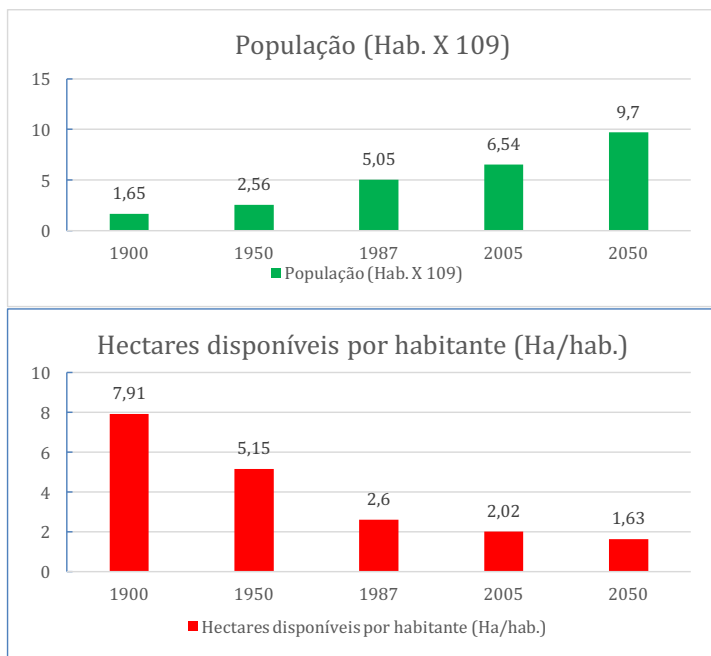
Na figura 3 apresentam-se os valores das emissões de gás com efeito estufa por sector na EU 28, em 1990 e 2014 em percentagem do total. (Eurostat (2019)



Verifica-se que a produção de energia e calor e as emissões fugitivas representam o maior contributo, correspondente a 55,1 % em 2014. Seguem depois os transportes (23,2%), os processos industriais (8,5 %), a agricultura (9,5%) e o setor dos resíduos (3,3%). É importante realçar que os o mal visto sector dos resíduos dá um contributo pequeno. No entanto este sector, utilizando a correta tecnologia, pode resultar em gerador de carbono negativo e assim dar um contributo mais substancial no controlo das emissões.

A evolução da população mundial aponta para um montante de cerca 10 bilhões de habitantes em 2050, quando espera-se que atingirá o seu valor máximo, para depois estabilizar. A área de terreno disponível para habitante para produção das matérias-primas para alimentos, energia e materiais será reduzida, para 1,63 hab/ha em 2050, no lugar dos 7,91 hab/ha em 1900.

Figura 4: Evolução populacional e Hectares de terreno disponíveis por Habitante

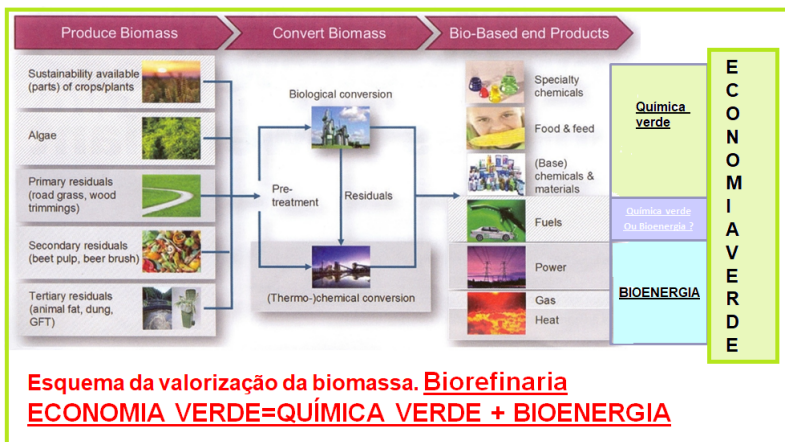


Devido a esta ocorrência, a procura global por energia e combustíveis aumentará. A maior parte dessa energia que agora é produzida a partir de recursos fósseis, precisará avançar inevitavelmente em direção às fontes renováveis, pela diminuição da disponibilidade da matéria-prima, o que ajuda também à redução das emissões de gases de efeito estufa, que doutra maneira subiriam até valores muito perigosos.

As recentes mudanças climáticas exigem que o crescimento humano não seja mais alcançado às custas dos recursos esgotáveis do planeta. A humanidade precisa se expandir sem gastar mais recursos naturais, a fim de garantir a sustentabilidade. É preciso produzir mais e gastar menos. Isso significa que os recursos fósseis, usados hoje em dia como matéria-prima industrial, combustível e energia deverão ser substituídos por materiais renováveis. Proporcionar o crescimento económico contínuo, padrões de vida saudáveis e forte segurança nacional, não pode basear-se apenas na limitada disponibilidade futura desses recursos. O desenvolvimento de recursos renováveis baseados em plantas/culturas (biomassa) deve ser uma alternativa viável à atual dependência de recursos não renováveis e decrescentes.

A energia elétrica "fóssil", de acordo com a diretiva da UE, deve ser substituída vantajosamente por sistemas renováveis hidroelétricos, eólicos e fotovoltaicos, até substituir 32 % em 2030. As fibras, as matérias-primas para a indústria e os combustíveis podem ser substituídos por produtos retirados da biomassa ou reciclados (económica circular). Essa transição da indústria do petróleo para a indústria da biomassa e do reciclo, requer a transferência ou alteração da tecnologia química desenvolvida para a indústria do petróleo, para novas tecnologias que utilizam a biomassa (hidratos de carbono, proteínas, lípidos, lenhinas, etc.), devendo tornar-se concorrencial e competitiva, ou seja a evolução e expansão da química verde. As refinarias de petróleo serão substituídas pelas bio refinarias (Figura 5). Existe portanto um futuro enorme para a inovação e a investigação científica.

Figura 5: Esquema de valorização da biomassa. (Adaptado de Bioenergy International, 2012)



A biomassa é uma forma de energia programável, que pode contribuir para a adaptação e flexibilidade das fontes renováveis, sendo um instrumento importante para a gestão das Fontes de energia renováveis (FER). Existem 5 fontes principais de biomassa como representado no esquema da figura 5.

O esquema da figura 6 sintetiza a cadeia de valorização geral da biomassa. O esquema da figura 3 descreve toda a fileira da biomassa, salientando as fontes disponíveis, os processos de transformação e os produtos finais de variado valor e composição, obtidos com recurso à química verde e aos processos de bioenergia.

Figura 6: Princípio do uso em cascata no quadro de uma economia baseada na biomassa



Hoje em dia existem diversos exemplos de bio refinarias que usam recursos orgânicos e resíduos, envolvendo a produção de energia renovável e materiais. Algumas destas tecnologias são aplicadas com sucesso em grande escala. Outros exemplos encontram-se em fase de investigação ou piloto.

Todos os processos de conversão indicados no esquema da figura 3 necessitam ser otimizados para permitir uma produção mais competitiva em relação às formas tradicionais, havendo uma grande necessidade de aumentar a investigação e a inovação e inventar novos processos.

Basicamente para haver mais disponibilidade de biomassa para substituir os combustíveis derivados do petróleo, tirando os casos muito criticados das florestas tropicais, perspetivam-se as seguintes possibilidades:

A – Obter mais biomassa dos terrenos cultivados e processar a digestão anaeróbia

B – Cultivo de plantas florestais e uso de processos térmicos (short rotation forest).

C – Extrair biomateriais e biocombustíveis a partir da biomassa e resíduos lenho-celulósicos, usando pré-tratamentos e processos de gasificação/pirólise.

D – Obter biomassa das algas e plantas aquáticas e sucessivamente processá-los para obter biocombustíveis e produtos.

E – Obter Hidrogénio e metano de fontes biogénicas (processo power to gás)

A tabela 1 indica os processos e o estado de desenvolvimento tecnológico.

Tabela 1: situação dos processos tecnológicos para obtenção de bioenergia

Solução	Estado de avançamento
Digestão anaeróbia de resíduos de culturas	Aplicação industrial avançada
Conversão térmica de alvares cultivados	Aplicação industrial
Conversão lenho-celulósicos por pré-tratamentos ou gasificação	Demonstração industrial
Utilização Biomassa aquática e microalgas	Investigação e demonstração piloto
Produção de Metano de origem biogénica	Demonstração industrial

2 DIGESTÃO ANAERÓBIA e BIOGÁS

A digestão anaeróbia tem-se vindo a afirmar preponderantemente nos últimos anos como tecnologia consolidada para a degradação dos resíduos orgânicos e de culturas agrícolas, inicialmente e erroneamente de tipo alimentar, sucessivamente de tipo energético. O sucesso da digestão anaeróbia, que conta hoje em dia com mais de 21 000 unidades na Europa (EBA 2019), deve-se à natureza das transformações bioquímicas da complexa comunidade microbiológica envolvida, que permite degradar a matéria orgânica com muita eficiência, em comparação com outros processos biológicos (bio etanol).

A digestão anaeróbia da biomassa é considerada como um sistema ecológico para a produção de energia (Abbasi e Abbasi, 2010). A biomassa pode ser cultivada e, portanto, regenerada. O biogás produzido pela degradação anaeróbia dessa matéria-prima é uma forma renovável de energia. Além disso, o sistema é caracterizado por **emissão nula de gases de efeito estufa**, uma vez que a quantidade total de dióxido de carbono produzido direta ou indiretamente durante a degradação anaeróbica e a queima sucessiva de metano, pode ser assumida como igual à quantidade de CO₂ subtraído da atmosfera durante o período de vegetação da biomassa (Chynoweth et al., 2001). Garante portanto um balanço de carbono favorável, um consumo praticamente zero, quando aplicado aos resíduos, sendo por isso um processo utilizado com grande versatilidade.

A digestão anaeróbia é um processo que transforma a matéria orgânica num vetor portador de energia (biogás/metano), preservando os nutrientes (N, P, S, K.) que ficam no digerido. A parte sólida do digerido, separado por centrifugação, pode ser estabilizado ulteriormente (e.g. compostagem) ou ter aplicação agrícola direta, como fertilizante/estruturante de solo, enquanto a fração líquida é recuperável como água de irrigação.

Quando o sistema de digestão incorpora culturas agrícolas secundárias (co-digestão) e o produto digerido é usado na agricultura como cultura secundária ou energética, ou ainda em terrenos incultos ou pousios, incrementa-se a produção de biomassa, melhora-se a exploração dos terrenos e dá-se escoamento útil ao

digerido, sem alterar a cultura principal. Aumenta-se também a matéria orgânica do solo e reduzem-se as emissões.

O biogás é um combustível gasoso constituído essencialmente por metano (50-80% CH₄) e dióxido de carbono (CO₂) e, em menores quantidades, por gás sulfídrico, amoníaco e vapor de água. O biogás/metano apresenta perspectivas de utilização no fornecimento de energia elétrica e térmica e em áreas económicas ainda inexploradas, entre as quais a aplicação como combustível veicular e a injeção na rede de gás natural.

O biogás produzido a partir da biomassa é uma forma de energia programável, que poderá substituir progressivamente o gás natural.

A produção de biogás está crescendo no mercado europeu da energia e oferece uma alternativa económica para a produção de bioenergia. Nos últimos tempos, o maior interesse está focado na codigestão, na incorporação de culturas agrícolas e na produção de biometano para transporte, que possui maior nível hierárquico e maior valor comercial, havendo necessidade de incrementar a produção deste biocombustível. A produção de eletricidade usando biogás tem elevado custo de processamento. Assim a diretiva RED II promove a produção de biometano e espera-se que os investimentos na DA atinjam, com sucesso cada vez maior, a meta. O bio metano poderá ser aplicado em novas unidades ou poderá substituir parcialmente ou totalmente a cogeração, quando a unidade estiver a chegar ao fim de sua vida útil.

O avanço da informática e as grandes capacidades de cálculo que os sistemas digitais oferecem hoje em dia, permitem que os consumidores de energia possam também ser produtores de energia e vender o seu produto. Surgiu a figura do **"PROSUMER"** ou seja do produtor/consumidor. Este facto é evidente no caso da energia elétrica gerada a partir das energias renováveis. Com a produção de bio metano e hidrogénio, este conceito passa a ser estendido também às redes de transporte de gás natural, abrindo novas perspectivas. Permite também aproveitar a capacidade de armazenamento das redes de gás natural ao mesmo tempo que admite diversificar as fontes de subministração do gás, que pode ser produzido por diversas vias, rapidamente, à medida das necessidades.

Os combustíveis de origem fóssil (CF) são ainda imprescindíveis, pois permitem ajustar a produção de energia aos perfis de consumo, possibilitando a integração das Energias renováveis cuja produção não é controlável. Por esta razão, a produção de biometano e utilização em substituição do CF, pode vir a assumir um peso estratégico muito importante. O gás natural é muito menos poluente que o petróleo, pelo que se prevê um aumento da utilização do gás em detrimento do petróleo, oferecendo maior oportunidade ao biometano.

3 Experiência em Itália

A Itália tem apostado fortemente na digestão anaeróbia, contando atualmente com mais de 2100 digestores em funcionamento, sendo o segundo país da Europa e o terceiro no mundo. A experiência existente em Itália, tem contribuído na alteração do paradigma com o qual a digestão anaeróbia tem sido utilizada, passando, assim, a ser combinada estrategicamente com a agricultura (conceito biogás done right)(Valli et al. 2018). A existência de um digestor cria a disponibilidade de um efluente digerido que necessita ser tratado ou aplicado convenientemente como fertilizante agrícola. Os sistemas de tratamento são dispendiosos mas o digerido pode ser encaminhado para uma quinta agrícola para produzir **duas** colheitas por ano e evitar a utilização de culturas alimentares, sendo a segunda colheita utilizada para alimentar o digestor. Assim a agricultura passou a ter ciclo anual no lugar de um ciclo semestral. Por outro lado a aplicação do efluente digerido pode substituir a fertilização química. A técnica utilizada necessita de injetores de precisão controlados por GPS para o substrato líquido e a **semeadura a baixa profundidade**. Evita-se o espalhamento do digerido e a libertação de CO₂ provocada pela aragem tradicional. Obtém-se como resultado final o aumento das colheitas devido ao maior controlo e precisão da aplicação. Aumenta também o grau de matéria orgânica do solo.

A tabela 2 resume os valores de matéria seca obteníveis com o sistema rotativo e convencional, e o teor de matéria orgânica do estrume de vaca em comparação com o efluente do digestor.

Tabela 2: Comparação da produção entre a agricultura rotativa e a convencional (Valli, 2018)

	Matéria Seca (Milho) t/ha/ano	Matéria Seca Segunda colheita t/ha/ano	Matéria Seca Total t/ha/ano	Matéria orgâ- nica efluente t/ha/ano
Convencional	23	-	23	6,8 (Vacaria)
Agricultura rotativa (Biogasdoneright)	18	12	30	6,6 (Digerido)

Este modelo de produção de biogás tem contribuído para a transformação da agricultura num sistema de inovação agrícola sustentável, capaz de combater a alteração do clima. Usando culturas duplas em rotação permite maior produtividade, maior colheita, aumento da matéria orgânica no solo e uso eficiente de água e digerido. Estes processos virtuosos gerados por uma central de biogás / biometano bem integrada na quinta agrícola foi definida Biogasdoneright®. A agricultura torna-se assim num modelo de economia circular capaz de sequestrar o carbono, trazendo-o de volta ao solo, permitindo assim ao setor primário desempenhar um papel estratégico, contrastando com as mudanças climáticas, gerando um benefício para a comunidade.

A tabela 3 compara as emissões obtidas da cogeração a partir de combustíveis convencionais e biogás de diversa origem. Revela que o gás natural é o menos poluente dos combustíveis fósseis e que o biogás feito a partir de resíduos é negativo em termos de emissões. A combinação de culturas secundárias e resíduos dá origem a emissões ligeiramente negativas.

Tabela 3: Emissões de combustíveis e biogás produzido de diversos substratos (Valli, 2018).

Combustível ou biomassa	Emissões g CO2/MJ
Fóssil fuel	15
Petróleo e diesel na UE	84
Gás natural	72
Biogás do milho	34
Biogás de culturas secundárias	10
Biogás de resíduos	-36
Biogás de resíduos e culturas secundárias.	-4

Para além do aumento da biomassa, que permite produzir mais de 5000 m³/ha/ano de biogás, o passo seguinte está na conversão do biogás em biometano, uma vez que a produção de energia elétrica a partir do biogás é dispendiosa e não competitiva, em relação às outras fontes renováveis (Eólico, fotovoltaico). A produção de biometano **eleva pois a hierarquia** de classificação dos produtos derivados dos resíduos.

4 FINANCIAMENTO DO BIOMETANO. Caso de Itália

O governo italiano com a promulgação de uma portaria específica tem vindo a apostar fortemente no biometano que, entre outras vantagens, permite revitalizar a indústria do sector e aumentar o emprego (Fabrico de componentes metalomecânicos, compressores, filtros, motores etc..) O sistema tarifário da produção de biometano é baseado na tarifa FEED-in premium, que envolve a venda do biometano a preço de mercado, acrescido de CIC (Certificado imissão ao consumo). As instalações que produzem biometano avançado a partir dos resíduos recebem a contagem dupla, sendo igual a 1 CIC cada 5 Gcalorias. As instalações que não produzem biometano avançado recebem 1 CIC cada 10 Gcalorias. A legislação fornece uma tabela com os materiais considerados idóneos para a produção de biometano avançado. O preço aproximado por recebido por 1 m³ de biometano pelos produtores é de 20 Cent acrescido de 60 cent de

subsídio para os materiais de contagem dupla (CIC = 375 Euro) o que perfaz 80 Cent/m³. Este subsídio dura 10 anos. No caso de combustível não avançado o subsídio reduz-se a 60 cent/m³.

Existem depois outras facilidades em termos de financiamento que podem envolver um financiamento a fundo perdido de 35 % do capital e a disponibilidade de obtenção de capitais com juros reduzidos (Mehndelson 2018).

5 FUTURAS TECNOLOGIAS

Considerando que a biomassa pode ser produzida em quantidades limitadas, o seu uso mais eficiente coincide com as transformações que preservam o seu conteúdo químico o a conduzem para um estado molecular mais elevado. Num futuro relativamente breve o biometano poderá vir a ser a matéria-prima para a produção de bio compostos, nomeadamente combustíveis líquidos para a aviação ou outros fins, existindo já tecnologia a escala industrial. A indústria petrolífera possui tecnologias que permitem sintetizar bio líquidos a partir do metano e criar compostos com maior peso molecular. Estas tecnologias atualmente não têm aplicação significativa, mas poderão vir a ser aplicadas, caso o interesse dessa potente indústria se modifique. Trata-se de criar bio refinarias alimentadas a biometano. Portanto a fileira do biogás deve ser encarada como um processo evolutivo, destinado a transformar a agricultura num sector multifuncional (Produção alimentar, energética, industrial, obtendo-se um sequestro adicional de CO₂ no solo).

5.1 Conversão de Metano em hidrogénio e uso da mistura

O hidrogénio é apontado como um combustível de próxima geração, podendo ser utilizado nas redes de gás natural, misturado com o gás natural até uma mistura de 7% e no abastecimento de "fuel cells", como combustível veicular e como matéria-prima para a produção de amoníaco.

Uma característica do hidrogénio é o seu elevado valor energético. É um combustível que pode usar as redes de gás existentes, em mistura com o gás natural, ou ser enviado para condutas dedicadas, oferecendo uma solução para o armazenamento da energia a custos muito inferiores ao das baterias (cerca de 20 \$/MWh contro 200 \$ / MWh).

No que diz respeito às metas climáticas internacionais, segundo previsões efetuadas pela gasprom, o primeiro passo para a transição do carvão e do petróleo nos setores de energia e combustíveis é aumentar o uso de gás natural, mais abundante e menos poluidor que o petróleo, em centrais de cogeração e veículos. Esta substituição do carvão e petróleo pode reduzir entre 13 e 18% o total de emissões de carbono na União Europeia em comparação com 2016 (ou 35 a 39%) em comparação com o ano de referência de 1990).

O futuro uso de hidrogénio H₂ livre de CO₂ gerado a partir de gás natural ou do biometano pode desempenhar um papel importante na minimização das emissões de carbono, desde que seja integrada no sistema energético. A mistura natural gás com hidrogénio gera um produto energético de baixo carbono chamado ou Hidrometano (ou "Hythane") sendo uma das maneiras de reduzir a pegada de carbono.

Utilizando misturas metano-hidrogénio até 7%, não é necessário introduzir alterações nas redes de distribuição do gás natural, e poderão ser alcançadas as metas climáticas da UE para 2030 sem mudanças dispendiosas nos sistemas de distribuição. No geral, é possível uma redução de carbono de 25 a 35 por cento em comparação com 2016 (45 a 51 por cento em 1990).

Finalmente, a mudança de sistemas de energia a partir de metano para hidrogénio como fonte de energia poderá alcançar uma redução de 80% nas emissões de carbono na União Europeia até 2050.

O Biometano pode substituir o gás natural em todas as suas aplicações atuais e pode ser usado para a produção de hidrogénio, estando a ser desenvolvidas tecnologias inovadoras.

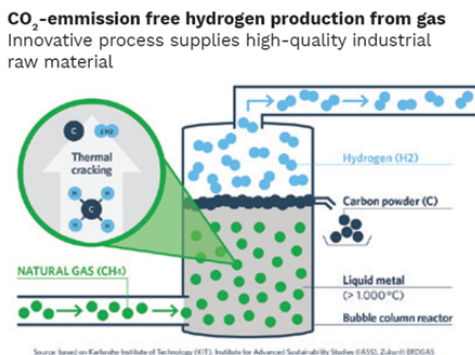
Na figura 7 apresenta-se um processo térmico inovador (Gusev 2019), baseado na pirólise, que produz hidrogénio e carbono sólido (grafite/carbono negro) a partir do gás natural ou do biometano. O hidrogénio pode ser utilizado como vetor energético e inserido em rede de gás natural. O carbono pode ser utilizado como matéria-prima para a produção de aço, baterias, fibra de carbono, e em numerosas estruturas baseada no carbono, inclusive na construção civil, reduzindo as emissões do respetivo sector. A procura

de carbono de alta pureza é importante na UE, que importa este material.

Do ponto de vista da análise do ciclo de vida este processo de pirólise com um reator contendo um metal líquido a alta temperatura, deixa menos emissões que a eletrólise da água usando energia renovável.

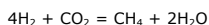
A competitividade económica encontra-se em fase de avaliação e depende da evolução dos preços de mercado do hidrogénio e carbono. Em primeira instância a produção de Carbono é competitiva a partir dos 50 Euro/ton.

Figura 7 : Produção de Hidrogénio e Carbono a partir do biometano



5.2 Produção de Metano abiogénico (power to gas)

O processo denominado “power to gás” **cria uma interconexão entre as redes de gás e as redes elétricas**. Geralmente é o gás que é utilizado para produção de energia elétrica. Este processo faz exatamente o contrário: utiliza energia elétrica para produzir o gás hidrogénio, que é sucessivamente convertido em metano.



Naturalmente a eletricidade usada para produzir hidrogénio é aquela de origem não programável de fontes com intensidade variável, tais como a energia eólica e a fotovoltaica. Na altura em que existe excesso, a energia elétrica é convertida por eletrólise em hidrogénio. A este composto adiciona-se dióxido de carbono, eventualmente recuperado da purificação do biogás em biometano, ou de outra origem, e utilizando uma reação química ou biológica com “archae” bactérias, ocorre a formação de metano.

Este processo já tem algumas aplicações em escala industrial. Tem como grande vantagem o facto de entrar em funcionamento com muita rapidez, e permite fabricar biometano de acordo com pedidos urgentes. É uma forma de armazenamento de energia de longo prazo, que não colide e, inclusivamente, combina-se perfeitamente, com o armazenamento de curto prazo assegurado pelas baterias.

Tem ainda como vantagem o facto de aumentar a pureza do biometano, quando o CO₂ é usado neste sistema.

Os pontos críticos do sistema são os custos do sistema de eletrólise e o rendimento relativamente baixo da conversão da energia elétrica.

5.3 Síntese de biocombustíveis líquidos

Outra tecnologia proposta para futuro é a produção de bio líquidos a partir do biometano, por meio de processos de sínteses, estando em desenvolvimento o processo biosquid.

A conversão dos biometano em líquido evita a dispendiosa compressão para o tratamento do gás, que é processada em condições desfavoráveis, uma vez que o metano é uma parte do biogás (60 % em volume

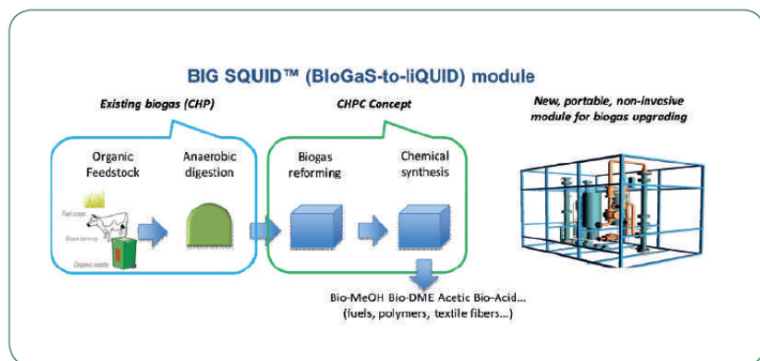
mas 30 % em peso). A restante parte (a CO_2) é geralmente enviada para atmosfera, sem ter utilidade. A produção de eletricidade é dispendiosa em relação a as outras fontes renováveis e requer subsídios.

Assim, as tecnologias de liquefação do biogás, para síntese de combustíveis líquidos a partir do biometano podem ser mais económicas e podem permitir a recuperação do CO_2 . (Manenti, 2018)

A tecnologia em fase de desenvolvimento para a conversão de Biogás em líquidos (BIG SQUID™) consiste num módulo que recebe uma parte ou a totalidade do biogás e o converte em bio-metanol, bio-dimetileter (bio-DME), bio-ácido acético ou em outros químicos orgânicos, de acordo com a procura e o preço do mercado (p.ex. Metanol: 330 €/t, DME 600 €/t e ácido acético 750 €/t).

O sistema modulo BIG SQUID™ é, segundo o autor, auto sustentável energeticamente, pois usa o calor de cogeração, tem elevado rendimento do produto e recupera mais de 99% do CO_2 que fica a ser um produto secundária.

Figura8 : Produção de biolíquidos a partir do biometano



6 PRODUÇÃO DE BIOGÁS EM PORTUGAL

A produção de biogás em Portugal tem tido oscilações importantes ao longo do tempo. Em 1998 foi verificada a existência de 103 unidades, maioritariamente a operar com suiniculturas e ETARs, em número de 71 e 12, respetivamente (Cabrita et al., 2000). Segundo o levantamento efetuado em 2000, 82 sistemas de biogás foram instalados no país até 1999 e pelo menos 51 destas encontravam-se em operação, enquanto 12 já tinham sido desativadas.

A maioria destas instalações foram financiadas em termos de apoio ao investimento, com fundos do programa Valoren ou Energia. A energia produzida não era financiada e existiam barreiras para a ligação à rede elétrica, pelo que muitos produtores optavam pelo auto consumo, sem qualquer incentivo.

Em 2007 o Decreto-Lei n.º 225/2007 veio incentivar a utilização do biogás com uma tarifa regulada mais interessante permitindo obter 104 Euro/kWh para a eletricidade obtida de biogás de digestores e cerca de 90 Euro/kWh para o biogás de aterro. Esta medida permitiu valorizar o biogás de digestores das ETAR e dos RSU e de algumas indústrias, que doutra maneira seria queimado sem utilidade ou disperso na atmosfera. Esta tarifa não era suficiente para incentivar biogás da agropecuária e de culturas energéticas. A tutela atravessou um período de forte crise financeira. Por estas razões, Portugal encontra-se atualmente entre os países com menor produção de biogás na Europa (EBA 2019).

Recentemente, o estudo "Avaliação do Potencial e Impacto do bio metano em Portugal", realizado em 2015 (Cabrita et al., 2015), revela que o número de instalações no País é atualmente superior a 60 unidades. Destas, 51 encontram-se ligadas à rede elétrica e outras 6 unidades operam em cogeração. Foram ainda contabilizadas 6 instalações sem ligação à rede elétrica, duas das quais em cogeração.



O biogás produzido em Portugal tem origem fundamentalmente na matéria orgânica depositada em aterros e tem sido sobretudo aplicado na produção de eletricidade, continuando a existir recursos com potencial para outras utilizações finais, que se distribuem pelos setores agropecuário, agrícola (incluindo culturas dedicadas), agroindustrial, ETARs municipais e resíduos sólidos urbanos.

Portugal tem um potencial para produzir pelo menos **2 500 000 m³/dia** ($0,9 \times 10^9$ m³/ano) de biogás por meio de culturas agrícolas secundárias e cultivo de terrenos incultos (Di Bernardino 2013). Cerca de 15 vezes a produção atual a partir dos resíduos. O consumo de biogás em 2017 tem sido de 6×10^9 m³/ano, pelo que o biometano de culturas secundárias poderá substituir 15 % do gás natural. A extensão dos terrenos de cultivo pode ser feito de modo a utilizar terras abandonadas e suscetíveis de incêndios, integrando o interesse nacional para a produção de biocombustíveis com a proteção contra os incêndios.

Mas a digestão anaeróbia requer investimentos avultados e a cooperação simbiótica entre os diversos intervenientes, no projeto. A tarifa da energia elétrica praticada nas últimas décadas não tem sido suficiente para cobrir os investimentos necessários para a concretização de sistemas de codigestão baseados em resíduos e culturas agrícolas.

Espera-se, agora, que o biometano venha a oferecer uma nova oportunidade e permita avançar na concretização de sistemas desta natureza, que poderão ajudar Portugal a cumprir as metas de biocombustíveis e da redução de emissões de gases com efeito estufa.

Portugal tem bastante território a ser valorizado do ponto de vista agrícola, bem como tem o problema dos incêndios florestais. O modelo a adotar terá que ser personalizado e adaptado às condições específicas, que naturalmente poderão levar a soluções bem diferentes daquelas descritas. Há que refletir se o uso dado ao território seja o mais adequado às atuais contingências. Está-se numa nova fase que poderá proporcionar oportunidades para o país dar um passo em frente na gestão do território, no combate aos incêndios, na recuperação de áreas degradadas e desabitadas.

Para se poder passar à fase de sistemas coletivos que recebem múltiplos substratos é necessário criar um modelo de negócio baseado na colaboração (Business collaboration model – BCL) que salguarde as diversas componentes: resíduos, agricultura, biocombustível, rede de transporte do gás, tarifas de feed-in, inovação, emprego certificados verdes e melhoria ambiental.

Sem que estejam criadas as condições para haver um negócio lucrativo não existe interesse e não se avança. Pelo que devem ser criados incentivos bem ajustados. O modelo de negócio que poderá ser do tipo “cluster”, competição ou co-petição, sinergia, ações coletivas, cooperativas (Claros 2014). Ou outros modelos baseados em financiamento público, bancos ou fornecedores de biogás. Na contabilização das vantagens, para além dos aspetos agrícola e energético, devia ser incluída a possibilidade de inovação, o investimento em tecnologias, a revitalização da economia, o emprego induzido e o estímulo à produção nacional de novos equipamentos e materiais. É desejável que a indústria nacional e a investigação participe ativamente nestes projetos, criando sistemas inovadores que possam competir no mercado europeu.

CONCLUSÃO

A transição energética e a contenção das emissões estão a mudar muito rapidamente as perspetivas e os processos de obtenção de energia e combustíveis, num caminho evolutivo que se espera ser imparável. Oferece no entanto oportunidades únicas de gerar novas fontes de riqueza, melhorar o aproveitamento do território, gear novas tecnologias e dar um contributo contra a mudança do clima. Novos sistemas estão em fase de implementação industrial.

A produção inteligente e integrada no território de biomassa poderá dar um contributo significativo para a substituição dos derivados do petróleo. A produção de biogás integrada com a agricultura e tratamento dos resíduos é tecnologia já em pleno funcionamento e com êxito. No entanto o sucesso destes sistemas requer um planeamento apropriado, a cooperação entre diversos agentes e recursos financeiros. Por isso são mais complexos e difíceis de planear em relação aos sistemas de energia solar ou eólica.

Contudo a energia da biomassa proporciona novas oportunidades de negócios e de desenvolvimento tecnológico que conviria aproveitar.

Referências Bibliográficas:

Abbasi T., Abbasi S.A., Production of clean energy by anaerobic digestion of phytomass e new prospects for a global warming amelioration technology, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 14 (6) (2010) 1653e1659.

Bioenergy International. The dawn of the bio-based economy. N 56 – 2012. www.bioenergyinternational.com

Chynoweth D.P., Owens J.M., Legrand R., Renewable methane from anaerobic digestion of biomass, *Renew. Energy* 22 (1e3) (2001) 1e8.

Claros Javier (2014): Sustainable Small-scale biogas production from agro-food waste for energy Self-sufficiency (BIOGAS3) Small scale anaerobic digestion Business Collaboration Model (BCM) (2014) Altener Report Contract number: IEE-13-477

Cabrita, I.; Silva, L.; Marques, I.P., Di Berardino Santino. Gírio Francisco. (2015) Avaliação do potencial e impacto do biometano em Portugal: Lisboa, LNEG. <http://hdl.handle.net/10400.9/2999>.

Di Berardino, S. E. (2013). "National Biogas Potential Production". Jornadas Técnicas Internacionais de Resíduos. 16 - 18 Julho. Lisboa (PT).

European Biogas Association (2019). EBA's Biomethane fact sheet.

Eurostat (env_air_gge), European Environment Agency <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/1180.pdf> (2019)

Gusev A. (2019) Producing CO₂-free Hydrogen from natural gas for energy usage. www.europeanenergyinnovation.eu (2018) pp12-13

Kampman B., Leguijt C., Scholten T., Tallat-Kelpsaite J., Brückmann R, Maroulis G., Lesschen J. P., Meesters K., Sikirica N., Elbersen B. (2016) Optimal use of biogas from waste streams: An assessment of the potential of biogas from digestion in the EU beyond 2020. https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/ce_delft_3g84_biogas_beyond_2020_final_report.pdf

Manenti F. (2018) Bioliquids and biochemicals from biogas Biogas Informa N23/2018 pp50-52

The Emissions Gap Report 2016 – Executive summary A UNEP Synthesis Report. Published by the United Nations Environment Programme (UNEP), November 2016)

Valli I., Montovi P. e Bezzi, G. (2018) Agriculture on the right: soil organic carbon management is a key to climate change mitigation. , *Biogas Informa* N 25, 2018 pp 16-21.



AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE COMPOSTAGEM DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

ASSESSMENT OF SLUDGE COMPOSTING PROCESS FROM A SEWAGE TREATMENT PLAN

Suzete Maria Lenzi Caminada^a, Miriam Moreira Bocchiglieri^b, Wanderley da Silva Paganini^{c*}

^a Faculdade de Saúde Pública – Universidade de São Paulo. Av. Dr. Arnaldo, 715 – São Paulo – SP – Brasil

^b Sabesp. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Rua Costa Carvalho, 300. São Paulo – SP – Brasil

^c Faculdade de Saúde Pública – Universidade de São Paulo. Sabesp. São Paulo – SP – Brasil

RESUMO

As regiões metropolitanas e as cidades de médio porte convivem com um problema ambiental muito preocupante no que diz respeito ao descarte ambientalmente adequado de lodo produzido em suas estações de tratamento de esgoto (ETEs), sendo o uso agrícola uma das alternativas possíveis para o descarte final do lodo. Em relação à qualidade do lodo produzido, um aspecto ainda não estudado refere-se à presença e comportamento dos medicamentos, o que pode representar um risco potencial à saúde humana e ao meio ambiente. Assim, este trabalho avaliou alguns fármacos com base no modelo de relações de atividade de estrutura ecológica (ECOSAR), apresentando sua caracterização e propriedades físico-químicas, os compartimentos prováveis e a respectiva extensão de sua distribuição, bem como informações sobre ecotoxicidade. Concluiu-se que o ibuprofeno e a sinvastatina possuem características potencialmente bioacumulativas. Foi montada e operada uma leira de compostagem de lodo de ETE com poda de árvores, e os resultados obtidos apontam que o processo foi eficiente quanto às exigências para comercialização do produto como fertilizante classe D, bem como em relação aos parâmetros microbiológicos, garantindo a completa higienização do material.

Palavras Chave – Biossólido; Compostagem; Fármacos; Estação de tratamento de esgotos; Bioacumulação.

ABSTRACT

Metropolitan regions and midsize cities live with a very worrying environmental problem regarding the environmentally appropriate disposal of sludge produced in their sewage treatment plants (ETEs), and agricultural use is one of the possible alternatives for final disposal of the slime. Regarding the quality of the sludge produced, an aspect not yet studied refers to the presence and behavior of medicines, which may represent a potential risk to human health and the environment. Thus, this work evaluated some drugs based on the Ecological Structure Activity Relationship Model (ECOSAR), presenting their characterization and physicochemical properties, the probable compartments and their extent of distribution, as well as information on ecotoxicity. It was concluded that ibuprofen and simvastatin have potentially bioaccumulative characteristics. A tree-pruned WWTP sludge composting ridge was set up and operated, and the results show that the process was efficient regarding the requirements for commercialization of the product as class D fertilizer, as well as in relation to microbiological parameters, ensuring the complete material cleaning.

Keywords – Biosolid; Composting; Drugs; Sewage treatment plant; Bioaccumulation.

* Autor para correspondência. Corresponding author: Suzete Maria Lenzi Caminada
E-mail: slcaminada@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, os índices de tratamento de esgotos ainda são muito baixos. O Plano Nacional de Saneamento estabelece que a universalização do acesso aos serviços de saneamento deverá ocorrer em 2033. Para o alcance dessa meta, o número de estações de tratamento de esgotos (ETEs) instaladas está aumentando a cada ano e, consequentemente, o tratamento dos lodos gerados em ETEs vem ganhando espaço no país, com vistas ao atendimento das exigências ambientais, de segurança operacional e de saúde pública, cada vez mais restritivos.

A utilização agrícola é uma das alternativas possíveis para a destinação final do lodo, entretanto, conforme a legislação ambiental vigente, essa utilização só é permitida para os lodos Classe A, que apresenta requisitos de qualidade mais elevados, podendo ser alcançados mediante a compostagem do lodo gerado, conforme será avaliado no presente trabalho.

2 OBJETIVO

Avaliar o comportamento de uma leira de compostagem de lodo de estação de tratamento de esgotos, considerando a influência da temperatura e do tempo e o atendimento aos limites legais para a utilização agrícola do lodo compostado, bem como o potencial de bioacumulação e toxicidade de fármacos com base no modelo QSAR.

3 METODOLOGIA

3.1 Avaliação dos fármacos como base no modelo QSAR - ECOTOX

Levantamento de dados sobre a estrutura e propriedades físico-químicas de fármacos previamente estabelecidos, como base no modelo QSAR - ECOTOX, dos prováveis compartimentos e a respectiva extensão de sua distribuição, assim como informações sobre ecotoxicidade.

Os fármacos foram estabelecidos levando-se em consideração os compostos mais consumidos no Brasil no período de 2016/2017, e que apresentam potencial para bioacumulação e toxicidade no ambiente.

3.2 Montagem da leira e caracterização do composto

O trabalho conta com uma parte prática que consiste na montagem, operação e acompanhamento de uma leira de compostagem durante 71 dias de 08/05/2019 a 17/07/2019, considerando a caracterização do material em processo de compostagem para diversos parâmetros. A leira foi montada de forma mecanizada, mediante a utilização de um trator compostador, específico para esse fim. As dimensões aproximadas da leira são de 2,75 m x 8,0 m x 0,85 m, com volume total equivalente de 18,7 m³. Foi utilizado poda de árvore como material estruturante, na proporção de 1:1 entre a quantidade de lodo e de poda de árvore. Durante o processo de compostagem foram realizados três revolvimentos, também mecanizados, no 15º, 31º e 48º dia de compostagem.

A metodologia analítica empregada para os parâmetros constantes nos Quadros 3 e 4, está descrita no Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2014).

4 RESULTADOS

4.1 A escolha dos fármacos e seu comportamento

O Quadro 1 apresenta os princípios ativos e as respectivas indicações terapêuticas dos remédios mais comercializados no Brasil em 2016.

Quadro 1. Princípios ativos (por unidade) mais comercializados no ano 2016

Ranking	Princípio Ativo	Indicação terapêutica
1	Cloreto de sódio	
2	Losartana potássica	Insuficiência cardíaca
3	Dipirona	Dor e Febre
4	Metformina	Diabetes tipo 2
5	Paracetamol	Dor e Febre
6	Nimesulida	Dor e Febre
7	Hidroclorotiazida	Hipertensão
8	Levonorgestrel	Anticoncepcional
9	Ibuprofeno	Dor e Febre
10	Levotiroxina	Hipotireoidismo

Fonte: Adaptado de Anvisa, 2016

Com base no levantamento da ANVISA foram escolhidos os fármacos atenolol, carbamazepina, clonazepan, ibuprofeno, sinvastatina e paracetamol.

O Quadro 2 apresenta a compilação dos resultados obtidos pelo modelo para os fármacos avaliados.

Quadro 2. Princípios ativos (fármacos), indicação terapêutica e propriedades físico-químicas

Princípio Ativo	Indicação terapêutica	Massa Molar (g/mol)	Log Kow	pka	Solubilidade em água (mg/L)	ZAGATTO (2006)	AQUINO (2013)
Atenolol	Doenças cardiovasculares	266,34	0,16	59,6	13.300	não apresentam potencial substancial de bioacumulação	Baixa tendência de sorção
Carbamazepina	Antiepilético	236,27	2,30	13,9	112		
Clonazepan	Anticonvulsivante benzodiazepínico	315,7	2,53	1,5	100		
Ibuprofeno	Analgésico / Anti-inflamatório	206,29	3,79	5,2	21	Potencialmente acumulativos	Moderada tendência de sorção
Paracetamol	Analgésico / Anti-inflamatório	151,15	0,46	9,38	14.000	não apresentam potencial substancial de bioacumulação	Baixa tendência de sorção
Sinvastatina	Doenças cardiovasculares	418,58	4,68	n.r.	0,03	Potencialmente acumulativos	Alta tendência de sorção

Segundo os dados obtidos pelo programa QSAR's e a correlação entre o coeficiente de partição octanol/água e o fator de bioacumulação, de acordo ZAGATTO (2006) tem-se:

- log Kow inferior a 3 (FBC<100) - não apresentam potencial substancial de bioacumulação.
- log Kow entre 3 e 6 (FBC>100) - apresentam potencial de bioacumulação.

AQUINO, 2013 discute que de acordo com log KoW e sorção à biomassa, tem-se:

- log Kow < 2,5 são caracterizados por alta hidrofobicidade e baixa tendência de absorção na biomassa e nas frações lipídicas dos sólidos suspensos.
- log Kow entre 2,5 e 4,0, espera-se uma tendência moderada de absorção nessas matrizes
- log Kow > 4,0 são altamente hidrofóbicos e tem grande potencial de serem encontrados sorvidos nos sólidos presentes nos sistemas de tratamento de esgoto.

O modelo QSAR foi apenas usado de forma teórica e com base em resultados de outros autores. Não foi feita a validação com o ensaio realizado e produto obtido. Este aspecto é limitativo quando se pretende avaliar a perigosidade inerente ao produto.

4.2 Comportamento da leira de compostagem

A Figura 1 apresenta a leira de compostagem, que utilizou poda de árvore como material estruturante.



Figura 1. Leira de compostagem

De acordo com a Instrução Normativa (IN) nº 25 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2009), os parâmetros exigidos para Fertilizante composto Classe D, são apresentados no Quadro 3, bem como os valores obtidos após 71 dias de compostagem.

Quadro 3. Limites para Fertilizante Classe D – MAPA/2009.

Parâmetros Agrônômicos*	Fertilizante Orgânico Classe D	Valores Obtidos para a Compostagem: Lodo + Poda de Árvore
Umidade - máxima (%)	70	28,6
N total - mínimo (%)	0,5	1,75
C orgânico - mínimo (%)	15	27
pH - mínimo	6,0	6,1
Relação C/N - máxima	20/1	11/1

*Valores expressos em base seca, umidade determinada a 65°C.

A Resolução do CONAMA 481/2017 (BRASIL, 2009) estabelece critérios para garantir a qualidade em processos de compostagem. O Quadro 4 apresenta as exigências quanto a influência da temperatura e do tempo sobre os agentes patogênicos presentes no lodo de esgoto, para a completa higienização do material.

Quadro 4 – Exigências da Resolução CONAMA 481/17

Parâmetros	Exigência legal
Temperatura	no mínimo: >55°C por 14 dias ou >65°C por 3 dias
Agentes Patogênicos	Ovos viáveis de helmintos: 1,0 ovo/4,0g de Sólidos Totais (ST) <i>Samolnella</i> sp.: ausência/10g de matéria seca

No sistema de compostagem do lodo+poda de árvore, a temperatura manteve-se >55°C por 28 dias, conforme a Figura 2. Após 75 dias de compostagem, análise de ovos viáveis de helmintos resultou em 0,16 ovos/g de ST e o resultado para *Salmonella* sp foi ausente.

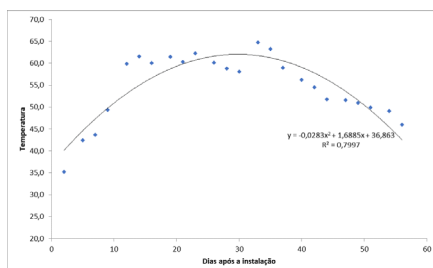


Figura 2. Temperatura na leira de compostagem

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos para a compostagem apontam que o processo foi eficiente. Em relação aos fármacos, somente os dados referentes ao Kow e pKa são insuficientes para uma avaliação mais representativa sobre

o potencial de periculosidade destes compostos, devendo ser considerados parâmetros físico-químicos, como: temperatura; pH; salinidade; existência de substâncias húmicas que influenciam significativamente na solubilidade e destino desses compostos, facilitando ou dificultando sua degradação no meio natural.

REFERÊNCIAS

- ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Anuário Estatístico do Mercado Farmacêutico 2016. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/374947/3413536/Anu%C3%A1rio+Estat%C3%ADstico+do+Mercado+Farmac%C3%AAutico+-+2016/485ddf50-a37f-469f-89e5-29643c5c9df5>. Acesso em 25 jan.2018.
- AQUINO, S.F.; BRANDT, E.M.F.; CHERNICHARO, C.A.L. Remoção de fármacos e desreguladores endócrinos em estações de tratamento de esgoto: revisão da literatura. Engenharia Sanitária e Ambiental, v.18 , n.3, jul/set 2013, pag. 187-204.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente –(CONAMA) nº 481, de 9 de outubro de 2017. Estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 09 out. 2017, Seção 1, p 51.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº 25, 23 jul. 2009. Diário Oficial da União – Seção 1. Nº 173, 28 jul. 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Coordenação-Geral de Apoio Laboratorial; Murilo Carlos Muniz Veras (Org.) – Brasília : MAPA/ SDA/CGAL, 2014. 220 p. Disponível em: < http://www.agricultura.gov.br/assuntos/laboratorios/arquivos-publicacoes-laboratorio/manual-in-5-analiticos-oficiais-para-fertilizantes-e-corretivos_com_capa_final_03.pdf>. Acesso em 26 abr 2019.
- ZAGATTO, PEDRO A.; BERTOLETTI, EDUARDO (Ed.). Ecotoxicologia Aquática: Princípios e Aplicações. São Carlos: RIMA, 2006. 478 p.



ESTUDO COMPARATIVO DA DECOMPOSIÇÃO TÉRMICA E PODER CALORÍFICO DE LAMAS DE ETAR

COMPARATIVE STUDY OF THERMAL DECOMPOSITION AND HEAT VALUE OF WWTP SLUDGES

J. A. Pais^a, J. C. Góis^{b*}, R. L. Mendes^b,

^a Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Coimbra, Rua Luís Reis Santos 290, 3030-790 Coimbra, Portugal

^b Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Coimbra, Rua Luís Reis Santos, 3030-788 Coimbra, Portugal

RESUMO

A produção de lamas de depuração (LD) tem vindo a aumentar devido à progressiva implementação de estações de tratamento de águas residuais (ETAR), para responder ao rápido crescimento das cidades e exigências ambientais no tratamento de efluentes. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a aptidão de LD para valorização energética. Para tal foi estudado a decomposição térmica e o poder calorífico de LD de ETAR urbanas e industriais da região centro de Portugal. Foram aplicadas técnicas de análise térmica em regime de pirólise até 600 °C e determinado o poder calorífico inferior (PCI). Os resultados obtidos mostraram que valor do PCI está diretamente associado ao teor de carbono das LD e que este é influenciado pela origem das lamas e pelo processo de tratamento na ETAR. As LD não digeridas revelaram ter potencial para valorização energética, apresentando valores de PCI da ordem de 13 MJ/kg, próximos dos referidos para resíduos de madeira. Os resultados da decomposição térmica, em regime de pirólise, mostraram que as LD perdem em média 50% da sua massa inicial, até 600 °C, seguindo um padrão bastante semelhante em termos de análise termogravimetria e de calorimetria de varrimento diferencial (TGA e DSC).

Palavras Chave – Lamas de ETAR, Decomposição térmica, Pirólise, Termogravimetria, Poder calorífico

ABSTRACT

The production of sewage sludge (SS) has been increasing due to the progressive implementation of wastewater treatment plants (WWTP) to respond to the rapid growth of cities and environmental demands in wastewater treatment. The present work aims to evaluate the suitability of SS for energetic valorisation. For this purpose, the thermal decomposition and the heat value of SS from urban and industrial WWTP in central Portugal were studied. The pyrolysis thermal technique was applied up to 600 °C and the low heat value (LHV) was determined. The results showed that LHV value has a direct relation with the carbon content, at that it is influenced by the origin of the SS and the treatment process in the WWTP. The undigested LD revealed potential for energy valorization, showing PCI values of the order of 13 MJ/kg, close to those referred for wood waste. The results obtained for thermal decomposition under pyrolysis showed that SS lose on average 50% of its initial mass, up to 600 °C, following a very similar pattern in terms of thermogravimetry and differential scanning calorimetry (TGA and DSC).

Keywords – Sewage sludge, Thermal decomposition, Pyrolysis, Thermogravimetric analysis, Heat value.

* Autor para correspondência. Corresponding author.

1. E-mail: jose.gois@dem.uc.pt (Prof. José Góis)

1 INTRODUÇÃO

As lamas de depuração (LD) de ETAR são o resultado da remoção de sólidos em suspensão nas águas residuais que afluem nas estações de tratamento. As LD são uma mistura de compostos orgânicos (proteínas, gorduras, óleos e hidratos de carbono) e inorgânicos (metais) e uma variedade de microrganismos vivos e mortos, cujas propriedades variam de estação para estação, podendo mesmo variar de dia para dia (Syed-Hassan et al., 2017). Estas lamas podem ter como destinos de valorização, a digestão anaeróbia para produção de biogás, a incorporação em terrenos agrícolas como corretor de solos, a compostagem ou a incineração. De acordo com dados da Agência Portuguesa de Ambiente de 2017 (APA, 2017), este último método de valorização foi aplicado apenas a 3% do total de lamas encaminhadas para valorização em Portugal, mas atinge valores bastante elevados noutros países da Europa, como a Holanda e a Alemanha (Eurostat, 2015). No quadro dos processos de valorização energética, a pirólise é um dos métodos mais em voga nos dias de hoje, tendo como vantagens o menor grau de poluição, quando comparado com a incineração, devido às menores temperaturas de operação e à ausência de oxigénio; acresce ainda o facto das baixas temperaturas de operação contribuírem para a ausência de metais pesados no gás de síntese, ficando retidos no carvão resultante (Samolada e Zabaniotou, 2014) e a libertação de gases a elevada temperatura, que podem ser incorporados na secagem das lamas ou na produção de vapor (Liu et al., 2018).

No sentido de avaliar o potencial da valorização energética das LD de ETAR em Portugal e estabelecer comparações com base na origem e o tipo de tratamento na ETAR foram recolhidas amostras de LD de ETAR urbanas e industriais localizadas na região centro de Portugal e realizados ensaios de caracterização elemental, análise térmica e determinação de poder calorífico.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Seleção das amostras

Neste estudo foram selecionadas seis amostras de LD de diferentes ETAR urbanas e industriais do centro de Portugal, agrupadas da seguinte forma: lamas provenientes da digestão anaeróbia (AD), lamas não digeridas (UM) e lamas industriais provenientes da indústria dos curtumes (IND). Após a recolha das amostras, com aproximadamente 5 kg, e com sensivelmente 80% de humidade foram colocadas numa estufa à temperatura de 105 °C para eliminação da humidade.

2.2 Determinação da composição elemental

Para avaliar a composição elemental das amostras foram conduzidos ensaios para determinação, em base seca, da quantidade de carbono (C), hidrogénio (H), azoto (N), enxofre (S) e oxigénio (O). Essa determinação foi realizada utilizando um analisador EA 1108 Fisons Instruments®, tendo a quantidade de oxigénio (O) presente nas amostras sido calculada através da diferença.

2.3 Determinação do poder calorífico

Para a determinação da energia libertada pela combustão completa das lamas utilizou-se um calorímetro de bomba de oxigénio Parr® oxygen bomb calorimeter 1341 series. O cálculo do poder calorífico inferior (PCI) apresentado na eq. 1 foi efetuado subtraindo o conteúdo em hidrogénio (H) ao valor do poder calorífico superior (PCS), de acordo com as indicações do manual operativo do equipamento, que está de acordo com a norma CEN/TS 14918:2005.

$$PCI = 1,8PCS - 91,23H \quad (\text{eq. 1})$$

Para cada lama em estudo foram realizados três ensaios, tendo para efeito de análise comparativa sido usado o valor médio dos ensaios de cada tipo de lama.

2.4 Análise termogravimétrica e calorimetria de varrimento diferencial

As análises de termogravimétrica (TGA) e de calorimetria de varrimento diferencial (DSC) foram realizadas recorrendo a um equipamento Rheometric Scientific STA 1500®. As lamas foram sujeitas a uma variação de temperatura entre 25 e 600 °C, com uma taxa de aquecimento de 10 °C/min. A decomposição térmica

foi realizada em regime de pirólise, tendo sido usada uma atmosfera inerte de azoto (N₂) com um caudal volumico de 50 ml/min. Nesta análise foram consideradas apenas uma lama digerida, duas lamas não digeridas e uma lama industrial.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Composição elementar e poder calorífico

Pelos dados apresentados no Quadro 1 podemos constatar que a lama com maior percentagem de carbono é a lama AD3 com 36,84%, seguem-se as lamas UM1 e UM2 com uma percentagem de 31,47% e 32,77% respetivamente. As lamas digeridas (AD1 e AD2) apresentam uma concentração de carbono inferior às não digeridas (UM1 e UM2). Este padrão repete-se quando comparamos a concentração dos restantes elementos, à exceção da lama AD3, que apesar de ser uma lama digerida apresenta uma concentração de cada elemento superior às lamas não digeridas, o que evidencia as diferenças de tratamento entre ETAR. A lama industrial (IND) foi a que apresentou menor concentração de carbono, com apenas 16,10%, tendo conduzido ao menor PCI obtido entre as lamas estudadas e que assim evidencia as diferenças que podem existir entre as diferentes origens das lamas. O maior valor de PCI obtido foi de 14,49 (MJ/kg) para a lama AD3, que apresenta o maior valor do teor em carbono (C). Pelo contrário, as lamas provenientes da indústria de curtumes (IND) apresentam o valor de PCI mais baixo, de 2,09 MJ/kg. Este baixo valor está associado ao baixo teor carbono desta amostra. Com os resultados obtidos podemos concluir que com a digestão anaeróbia das lamas existe uma perda no conteúdo de carbono relativamente às lamas não digeridas. Tal não se verifica na lama AD3, o que pode indicar um mau funcionamento do bio reator ou um erro aquando da recolha das amostras. Em consequência do menor teor em carbono, as lamas digeridas (AD1 e AD2) apresentam um valor de PCI inferior, com valores entre os 7,99 e os 9,89 MJ/kg respetivamente, enquanto as lamas não digeridas (UM1 e UM2) apresentam valores entre 13,35 e 13,45 MJ/kg.

Quadro 1. Composição elementar e valor do PCI das amostras de lama em estudo.

% base seca	AD1	AD2	AD3	UM1	UM2	IND
C	23,99	25,80	36,84	31,47	32,77	16,10
H	1,31	4,48	6,05	5,82	5,60	1,50
N	3,09	3,30	5,52	3,00	4,56	1,58
S	1,66	1,70	1,19	0,94	1,19	0,79
O	41,21	21,42	29,25	22,57	25,42	30,80
PCI (MJ/kg)	7,99	9,89	14,49	13,45	13,35	2,39

AD: Lamas digeridas

UM: Lamas não digeridas

IND: Lamas industriais provenientes da indústria de curtumes

3.2 Análise termogravimétrica e calorimetria de varrimento diferencial

Os resultados de TGA (Figura 1) e de DSC mostraram um padrão de decomposição térmica muito semelhante apesar das diferenças na origem e tratamento das lamas. A lama industrial (IND) foi a que apresentou menor libertação de voláteis com o aumento de temperatura, devido ao baixo conteúdo em carbono, anteriormente referido. Já as lamas com maior perda de massa são as lamas não digeridas UM1 e UM2. A perda de massa das amostras pode ser organizada em três secções distintas. Uma primeira secção (secção I), compreendida entre 25 a 180 °C, corresponde à perda de massa devido à perda de humidade da amostra. Entre os 180 e os 500 °C ocorre a maior perda de massa (secção II). Essa degradação deve-se principalmente à decomposição de matéria orgânica biodegradável e de polímeros orgânicos (Hernández, Okonta, & Freeman, 2017). Entre os 500 e 600 °C (secção III), ocorre a decomposição da matéria inorgânica (Magdziarz e Werle, 2014).

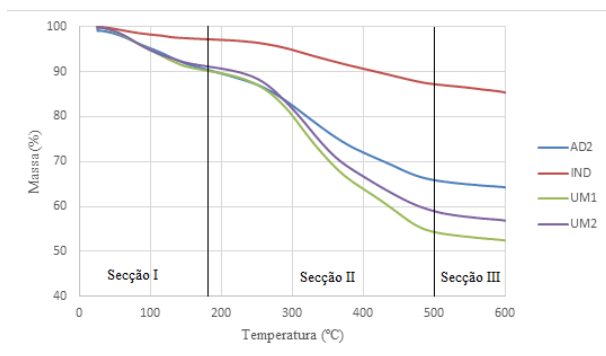


Figura 1. Curvas termogravimétricas das lamas em estudo, com a respetiva divisão nas três secções principais de decomposição das lamas.

4 CONCLUSÕES

Para avaliar o potencial das lamas de ETAR com vista à sua valorização energética importa avaliar antes de mais a concentração de carbono e hidrogénio e o processo de decomposição térmica. O estudo realizado com diferentes lamas de ETAR urbana permitiu concluir que as lamas não digeridas (UM), comparativamente às lamas digeridas (AD), apresentam uma maior concentração de carbono que faz com que tenham um maior poder calorífico inferior, atingindo cerca de 13 MJ/kg, que as coloca ao nível do valor de referência para a madeira e resíduos de madeira, ficando o poder calorífico das lamas digeridas cerca de 30 a 40% abaixo desse valor. Dos ensaios termogravimétricos em regime de pirólise foi possível verificar a existência de três fases no processo de degradação térmica, estando a segunda, compreendida entre os 200 e os 450 °C, e sendo esta aquela em que ocorre maior grau de decomposição, atingindo no final da terceira fase uma perda de massa global de cerca de 50% da massa inicial.

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do projeto "Dry2Value - Estudo e desenvolvimento de um sistema de secagem para valorização de lamas". Projeto em consórcio com a HRV e a BioSmart-Soluções Ambientais. POCI-01-0247- FEDER-033662. Financiado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) - Programa Operacional Competitividade e Internacionalização

REFERÊNCIAS

- Agência Portuguesa do Ambiente (2017). *Gestão de lamas abrangidas pelo Decreto-Lei nº 276/2009, de 2 de outubro, que estabelece o regime de utilização de lamas de depuração em solos agrícolas* (2014-2015). 1-7.
- Hernández, A. B., Okonta, F., & Freeman, N. (2017). Thermal decomposition of sewage sludge under N₂, CO₂ and air: Gas characterization and kinetic analysis. *Journal of Environmental Management*, 196, 560-568.
- Liu, X., Chang, F., Wang, C., Jin, Z., Wu, J., Zuo, J., & Wang, K. (2018). Pyrolysis and subsequent direct combustion of pyrolytic gases for sewage sludge treatment in China. *Applied Thermal Engineering*, 128 (2018), 464-470.
- Magdziarz, A., & Werle, S. (2014). Analysis of the combustion and pyrolysis of dried sewage sludge by TGA and MS. *Waste Management*, 34 (1), 174-179.
- Syed-Hassan, S. S. A., Wang, Y., Hu, S., Su, S., & Xiang, J. (2017). Thermochemical processing of sewage sludge to energy and fuel: Fundamentals, challenges and considerations. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80 (June), 888-913.
- Eurostat (2015). *Water Statistics*.

GESTÃO DE RESÍDUOS URBANOS: MODELO DESCENTRALIZADO DE COMPOSTAGEM COMO ALTERNATIVA PARA TRATAMENTO

MUNICIPAL SOLID WASTE MANAGEMENT: A DECENTRALISED COMPOSTING TREATMENT MODEL ALTERNATIVE

Manuel Arlindo Amador de Matos^{a}, Anny Kariny Feitosa^b, Ana Paula Duarte Gomes^a*

^a Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal

^b Instituto Federal do Ceará, Iguatu, Brasil

RESUMO

Esta comunicação apresenta a proposta de um modelo de gestão de resíduos urbanos para Portugal, que considera as metas da Diretiva 850/2018/CE, relativas à separação dos biorresíduos na fonte de geração, seu posterior tratamento e consequente redução de resíduos sujeitos a eliminação em aterro. Trata-se de um modelo assente em unidades de tratamento de biorresíduos, quer por reconversão dos sistemas de tratamento mecânico-biológicos aplicados a médias e altas concentrações urbanas, quer fazendo uso do sistema de compostagem de pequena escala mas em grande número, a ser implantado em residências, condomínios, empresas, hortas comunitárias ou espaços públicos destinados à educação ambiental, de modo a oferecer uma alternativa de tratamento próximo aos cidadãos, reduzindo assim as necessidades de serviço de recolha diária e os custos de gestão, e permitindo a redução das tarifas pagas pelos cidadãos devidas pelos serviços de gestão de resíduos.

Palavras Chave – biorresíduos, compostagem doméstica, gestão de resíduos urbanos, metas de gestão

ABSTRACT

This communication presents the proposal for a municipal waste management model for Portugal, which takes into account the goals of Directive 850/2018 / EC, concerning the separation of biowaste at the source of generation, its subsequent treatment and the consequent reduction of waste disposal in landfills. It is a model based on bio-waste treatment units, both by converting the mechanical-biological treatment systems applied to medium and high urban concentrations, and by making use of the small-scale but large number composting units to be implemented in homes, condominiums, businesses, community gardens or public spaces for environmental education, in order to offer an alternative treatment to citizens, thus reducing the daily collection service needs and management costs. Regarding this, it is expected a reduction of the fees paid by citizens for waste management services.

Keywords – biowaste, household composting, municipal waste management, waste management targets.

* Autor para correspondência. Corresponding author.

E-mail: amatos@ua.pt (Prof. Arlindo Matos)

1 INTRODUÇÃO

A gestão de Resíduos Urbanos, em Portugal Continental, é realizada por 23 Sistemas de Gestão, com grande heterogeneidade entre os sistemas, em virtude dos municípios abrangidos, dispersão geográfica, demografia e condições socioeconómicas. Estas variáveis condicionam os custos associados à gestão de resíduos. Por esta razão, as opções adotadas em termos de recolha e tratamento dos resíduos, inclusive equipamentos e infraestruturas, devem ser ajustadas à realidade local (APA, 2018).

Em 2017, foram recolhidos mais de 5 milhões de toneladas de resíduos urbanos em Portugal. Ao observar os destinos finais dos resíduos, verifica-se que a distribuição consiste em: 57% para aterro, 21% para valorização energética, 12% para reciclagem material e 10% para valorização orgânica por compostagem/digestão anaeróbia (APA, 2018).

Esta situação de desperdício, vem-se mantendo apesar dos investimentos realizados em Portugal, e dos sucessivos alertas que têm sido produzidos (Matos et al. 2007, Matos et al. 2013, Matos et al. 2018), nomeadamente em relação ao papel fundamental que cabe aos biorresíduos no contexto da gestão dos resíduos urbanos.

Tendo por base a quantidade de biorresíduos gerados em diversas partes do mundo, destaca-se que o percentual de resíduos orgânicos é superior às demais tipologias, alcançando 62% no Leste da Ásia e Pacífico; 61% no Oriente Médio e África do Norte; 57% na África; 54% na América Latina e Caribe; 50% na África do Sul; e, 47% na Ásia Oriental e Central (NIZAMI, 2017). Na União Europeia, a estimativa do total de biorresíduos/resíduos verdes é de 32% (ECN, 2017). Em Portugal a quantidade de biorresíduos e resíduos verdes varia entre cerca de 30% nas zonas mais dispersas até 50% em zonas de maior concentração urbana.

Não obstante, desde 2015, com o Pacote de Economia Circular da União Europeia, tem-se destacado o reforço das metas de valorização e as limitações de deposição em aterro de resíduos. Especialmente, os biorresíduos têm recebido atenção, com orientação para que sejam separados na origem, com coleta e tratamento diferenciados.

Deste modo, a Diretiva 850/2018/CE, determinou que, "a partir de 1 de janeiro de 2027, os Estados-Membros só podem contabilizar como reciclados os biorresíduos urbanos que entram no tratamento aeróbio ou anaeróbio se [...] tiverem sido objeto de recolha seletiva ou de separação na fonte" (CE, 2018, p. 131). Na referida diretiva, estipulou-se que: a quantidade de resíduos urbanos depositados em aterros não poderá ultrapassar os 10% em 2035; os biorresíduos devem ser objeto de coleta seletiva até o final de 2023; e, a redução dos resíduos alimentares deve alcançar níveis percentuais de 30% até 2025 e de 50% até 2030, alinhando-se com o objetivo de desenvolvimento sustentável (CE, 2018).

Diante do exposto, as novas metas de gestão da União Europeia resultam na motivação para a discussão e desenvolvimento de um modelo alternativo de gestão que, para além do aumento da recolha seletiva multimaterial, apresente um novo fluxo de recolha relativo aos biorresíduos ajustado à realidade local, em ordem à redução de resíduos indiferenciados enviados para valorização e eliminação, e que tem estado na origem de elevados custos de gestão, com baixo desempenho ambiental devido a emissões de CH₄, formação de lixiviados, perdas de materiais, baixa qualidade do composto produzido e níveis de recuperação de energia que poderiam ser melhorados, ao nível dos diferentes processos de tratamento de resíduos urbanos.

2 MODELO DE GESTÃO DE BIORRESÍDUOS

A gestão de resíduos urbanos é um desafio permanente para todos os países ou regiões. Relativamente a Portugal, a conjuntura atual requer esforços para o incremento do desvio dos resíduos destinados a aterros, assim como o aumento dos quantitativos sujeitos a valorização material, dos actuais 10% até 30% (vidro, papel, plástico e metal), e em particular o aumento dos quantitativos sujeitos a valorização orgânica por tratamento biológico até cerca de 40%, sendo o restante destinado à eliminação com recuperação de energia por incineração e aterro. Neste âmbito da gestão de resíduos, considera-se fundamental a partilha de sinergias com os sectores industrial e agrícola através de parcerias de

cooperação, em ordem ao aproveitamento concertado da capacidade instalada de tratamento ou a instalar onde necessário, de acordo com a nova ordem da Economia Circular.

No tocante à gestão de biorresíduos, a presente proposta defende como alternativas para destino final: um modelo descentralizado para implantação de unidades de tratamento de biorresíduos, utilizando-se do sistema de compostagem doméstica, a ser implantado em residências, condomínios, empresas (institucional), pátios comunitários ou espaços públicos, abrangendo vários domicílios ao mesmo tempo, de modo a oferecer a alternativa de tratamento próximo ao local de origem dos resíduos.

Observa-se, contudo, a necessidade de educar/orientar a população na separação eficiente dos resíduos na fonte, promovendo a mudança comportamental dos cidadãos, essencial para o êxito do programa, seja pela adesão da população, seja pela garantia de maior qualidade do composto final produzido.

Com isto, procura-se promover o tratamento adequado dos biorresíduos, desde a fonte de geração. Zorpas et. al. (2018) afirmaram que o reaproveitamento das sobras para preparação de novos alimentos, as atividades de compostagem doméstica, ou mesmo a participação da população em eventos de conscientização, podem diminuir em 50% a produção de resíduos alimentares e em 75% os resíduos verdes e de quintais, auxiliando na diminuição da geração dos resíduos em âmbito domiciliar.

Com a implementação eficiente do tratamento em âmbito doméstico, estes resíduos deixarão de ser enviados para instalações centralizadas de tratamento e deposição final, no limite para aterros. Tal feito permitirá aproveitar localmente o potencial biológico (nutrientes e matéria orgânica estabilizada sob a forma de composto) nos solos, além de reduzir os custos com a gestão de resíduos, nomeadamente com o serviço de recolha.

A respeito dos resíduos verdes, friza-se a oportunidade de criar consciência para que não haja lugar para a colocação destes resíduos nos contentores de resíduos urbanos. De facto, os resíduos verdes devem ser recolhidos no âmbito da recolha de resíduos volumosos (recolha especial), inclusive sujeitando-se ao pagamento de uma tarifa específica de serviço. O tratamento doméstico conjunto de resíduos verdes com biorresíduos apresenta sinergias que não podem ser negligenciadas. Contudo a presença de propágulos nos resíduos verdes pode exigir um tratamento prévio adequado, no sentido da respectiva inactivação, através da respectiva segregação para contentores ou sacos fechados ao ar por períodos de vários meses.

A título de comparação, verifica-se que a descentralização da gestão de resíduos recolhidos selectivamente foi objecto de estudo comparado baseado em indicadores de ACV (Análise de Ciclo de Vida), permitiu concluir que a gestão próxima de escala municipal é particularmente favorável nos municípios mais afastados dos locais onde estão centralizados os grandes sistemas de tratamento de resíduos, sendo que se antecipa ainda uma maior proximidade ao cidadão de que resulta maior consciência ambiental, mais oportunidades de emprego e uma redução global dos custos de transporte (Matos et. al, 2014).

Por outro lado, sugere-se que caso o utente se dedique a resolver a situação dos seus de resíduos, oferecendo tratamento adequado à parcela de biorresíduos e resíduos verdes gerados na sua residência, teria o direito a benefícios, tais como menores tarifas de resíduos, de acordo com o PAYT, tal como consignado pela Assembleia da República (Resolução da Assembleia da República n.º 8/2013 de 31 de Janeiro) visando a redução de encargos para as famílias.

Por fim, procura-se antecipar as vantagens e desvantagens associadas ao modelo de gestão proposto. As vantagens económicas relativas à redução quer dos custos de transporte devidos à diminuição do esforço de recolha dos resíduos urbanos, quer de tratamento por melhoria da eficiência e da eficácia dos diferentes processos, com a produção de recursos de melhor qualidade para o mercado, diminuindo assim de forma drástica a quantidade de resíduos finais e assim reduzindo custos de eliminação em aterro ou incineração. As desvantagens ambientais que derivam do modelo proposto, derivam da falta de cuidados dispensados aos dispositivos de compostagem, que levariam a uma degradação das condições locais de higiene, a emissão para a atmosfera de amónia, COVs, e ainda a formação de escorrências, a presença de vectores (insectos, ratos e aves).

Os poucos estudos disponíveis não evidenciam impactes ambientais significativos resultantes deste modelo de tratamento biológico distribuído (ex: S. McKinley and I.D. Williams, 2007).

A este respeito, sugere-se a realização de estudos para esclarecer de uma forma concludente a relação entre modelos operatórios e emissões, na procura de equipamentos simples mas que optimizem o tratamento biológico de biorresíduos, nomeadamente, garantindo as temperaturas de destruição de microrganismos patogénicos, minimizando as perdas de amónia, restringindo o acesso de vectores, de forma a dar origem a um composto seguro e com elevado valor biológico para o solo.

3 CONCLUSÕES

A proposta deste trabalho atende às exigências da UE no sentido de oferecer uma estratégia eficiente para a gestão dos biorresíduos, assim como dos resíduos verdes. Neste âmbito, caberá ao governo central e às autarquias locais a criação das condições necessárias para a implementação de projectos (programas escolares, legislação, organização de campanhas de conscientização para a população, investimento em equipamentos, fiscalização), dentre outras formas de contribuir com a valorização dos biorresíduos e a redução do custo de gestão dos resíduos urbanos, e assim atender ao disposto na Diretiva 850/2018/CE, no tocante à separação dos biorresíduos na fonte de geração, para que sejam contabilizados como valorização, envolvendo-se decisivamente no espírito da economia circular.

REFERÊNCIAS

- APA - Agência Portuguesa do Ambiente (2018). Resíduos Urbanos, Relatório Anual 2017. Agência Portuguesa do Ambiente, I.P., julho 2018.
- CE - COMUNIDADE EUROPEIA (2018). Directiva 2018/850/CE do Parlamento Europeu e do Conselho. Jornal Oficial da União Europeia, 30 maio 2018.
- ECN - European Compost Network (2017). Biowaste Management in Europe. Disponível em: <<https://www.compostnetwork.info/publications/>> Acesso em 14 jun 2017.
- Matos, M.A.A., Gomes, A.P.D. e Tarelho, L.A.C. (2007), PERSU II, uma oportunidade perdida para Portugal?, Workshop Gestão de Resíduos: Inovação Tecnológica e Novos Negócios, organizado pelo OPET, Tagus Park, Oeiras, 11 Maio, 2007.
- M. Arlindo Matos, Ana Paula Gomes, Elisabete C.M. Monteiro, (2013), A gestão da recolha de resíduos urbanos: novos e velhos desafios, Comunicação oral, 8as Jornadas Técnicas Internacionais de Resíduos, APESB/ISWA, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 16 a 18 Julho 2013.
- M. Arlindo Matos, Ana Paula Gomes, Elisabete C.M. Monteiro, (2014), Recolha selectiva de resíduos urbanos: Caso de estudo de Aveiro, Oral presentation, 2nd International AFRICA Sustainable Waste Management Conference, APESB/ISWA, Luanda, Angola, 22-24 April.
- Manuel Arlindo Matos, Ana Paula Gomes, Carlos Afonso Teixeira, Anny Feitosa, OPÇÕES DE FUNDO PARA A GESTÃO DOS RESÍDUOS URBANOS EM PORTUGAL: UMA AVALIAÇÃO AMBIENTAL, Apresentação oral ao 18.º Encontro de Engenharia Sanitária e Ambiental (ENASB) e o 18.º Simpósio Luso-brasileiro (SILUBESA), 2018, Porto.
- S. McKinley and I.D. Williams, (2007), Assessing the environmental impacts of home composting. Proceedings Sardinia 2007, Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium, Cagliari, Italy 1-5 October 2007.
- Nizami , A. S., Rehan M., Waqas M., Naqvi M., Ouda O.K.M., Shahzad K., Miandad R., Khan M.Z., Syamsiro M., Ismail I.M.I., Pant D. (2017). Waste biorefineries: Enabling circular economies in developing countries. Technology, v. 241, p. 1101-1117, 2017.
- Zorpas A.A., Lasaridi Katia, Pociovalisteanu D. M., Loizia P. (2018). Monitoring and evaluation of prevention activities regarding household organics waste from insular communities. Journal of Cleaner Production, v. 172, p. 3567-3577, 2018.

GESTÃO E VALORIZAÇÃO DE LAMAS DA ETAR DA INDÚSTRIA DAS RESINAS

MANAGEMENT AND VALORISATION OF SLUDGE FROM THE WWTP OF THE RESIN INDUSTRY

Pedro Lopes^a, Maria Santos^a*

^aInstituto Superior de Engenharia de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa, Rua Conselheiro Emídio Navarro 1, 1959-007 Lisboa, Portugal

RESUMO

As indústrias produzem quantidades significativas de lamas provenientes do tratamento das águas residuais, cujo tratamento/valorização deve ser adequado às especificidades de cada atividade industrial, que origina lamas com características específicas. Como exemplo de lamas industriais são as provenientes da indústria química, sendo maioritariamente constituídas por substâncias químicas e consideradas por vezes como resíduos perigosos. É de grande importância uma análise cuidadosa a todo o sistema de tratamento (incluindo a fase líquida e sólida) e a gestão de lamas. O presente trabalho tem como objetivo identificar opções de tratamento/valorização para estes resíduos, dando prioridade à sua valorização em detrimento da eliminação. Para valorização das lamas foram testadas diversas soluções como: a aplicação na digestão anaeróbia visando a produção de biogás e permitindo a valorização energética, e a utilização na preparação de adsorventes para o tratamento de águas residuais industriais. Pela análise dos resultados obtidos verificou-se exequível a valorização energética por digestão anaeróbia e aplicação como adsorvente de corantes das lamas industriais.

Palavras Chaves – Lamas, valorização, digestão anaeróbia, adsorção, corantes.

ABSTRACT

Industries produce significant quantities of sludge from wastewater treatment. The treatment/valorisation should be appropriate to the specificities of each industrial activity, which produce sludge with specific characteristics. As an example of industrial sludge are those from the chemical industry, being mostly made up of chemicals and sometimes considered as hazardous waste. Careful analysis of the entire treatment system (including the liquid and solid phase) and sludge management is of great importance. The present work aims to identify treatment/valorisation options for these wastes, giving priority to their recovery over disposal. For sludge valorisation several solutions were tested as: the application in anaerobic digestion aiming the production of biogas and allowing the energy recovery, and the use in the preparation of adsorbents for the treatment of industrial wastewater. Through the analysis of the obtained results it was verified the energetic valorisation by anaerobic digestion and application as dye adsorbent of industrial sludge.

Keywords – Sludge, valorisation, anaerobic digestion, adsorption, dyes.

* *Autor para correspondência. Corresponding author.*
E-mail: pedroafonsolopes@hotmail.com (Eng. Pedro Lopes)

1 INTRODUÇÃO

O tratamento de águas residuais industriais origina lamas com características específicas que dificultam o tratamento/valorização, como por exemplo as provenientes da indústria química. A gestão adequada das lamas tem implicações de ordem social, económica e ambiental. Assim pretende-se selecionar opções de tratamento/valorização com os menores custos e impactos ambientais (Cardoso, 2013).

Em Portugal, as principais indústrias poluidoras e que produzem grandes quantidades de efluentes e lamas são: alimentar, química, têxtil, farmacêutica, curtumes, papel, metalúrgica e mineração.

A composição das lamas industriais varia muito, dependendo do tipo de atividade industrial de que é proveniente. As características das lamas em função do tipo de indústria são apresentadas no Quadro 1 (Pinto, 2014 e Ahmadi, 2013).

Quadro 1. Características das lamas das várias indústrias

Parâmetros	Têxtil	Celulose	ETAR	Aço
Matéria seca (%m/m)	-	42,8	32	
Matéria orgânica (%)	63,3	-	69	
pH	7,6	7,2	7,5	7,7
ST (%)	-	-	-	34,5
P Total (mg P/kg)	41.000	3.700	40.286	-
Ca Total (mg Ca/kg)	3.130	-	-	14.275
K Total (mg K/kg)	3.700	3.020	2.520	-
Mg Total (mg Mg/kg)	7.500	-	-	5.280
N Total (mg N/kg)	70.900	15.800	15.833	-
Alumínio (mg Al/kg)	-	-	-	34744
Ferro (mg Fe/kg)	3.798,7	-	-	30.6048,7
Cobre (mg Cu/kg)	432,9	7,3	365	295,5
Zinco (mg Zn/kg)	619,4	28,6	1447	6.491,8
Cádmio (mg Cd/kg)	-	<0,4	1,42	31.268,8
Níquel (mg Ni/kg)	74,6	19	53	34,54
Chumbo (mg Pb/kg)	-	9,4	62	393,2
Merúrio (mg Hg/kg)	-	<0,3	2,4	-
Crómio (mg Cr/kg)	74,6	9,8	68	57,16
Referência	(Pinto, 2014)	(Pinto, 2014)	(Pinto, 2014)	(Ahmadi, 2013)

O presente trabalho tem como principal objetivo identificar as alternativas de tratamento das lamas provenientes da ETAR de uma indústria de resinas, sendo dada prioridade à valorização em detrimento da eliminação. Assim, como possíveis soluções de valorização para as lamas foram testadas diversas soluções como: a aplicação na digestão anaeróbia visando a produção de biogás e permitindo a valorização energética, a utilização na preparação de adsorventes para o tratamento de águas residuais industriais.

2 MATERIAS E METODOS

2.1 Recolha e caracterização das lamas

As lamas são provenientes do tratamento de águas residuais de uma indústria de resinas (Quadro 2), tendo sido recolhidas após a desidratação por prensa (Figura 1).

Quadro 2. Parâmetros de caracterização das lamas industriais

Parâmetro	Unidades	Valor
Matéria Seca	%m/m	68,2
Matéria Orgânica	%m/m matéria seca	56,2
pH	Escala de Sorensen	12,6
Cálcio	g Ca/kg matéria seca	210



Figura 1. Lamas desidratadas industriais

2.2 Ensaios potencial metanogénico

Para avaliar a possibilidade de digerir, por via anaeróbia, as lamas da indústria química, foram realizados testes laboratoriais (batch) de forma a obter o potencial metanogénico das lamas. Os ensaios do potencial metanogénico (BMP) baseiam-se essencialmente na incubação de uma quantidade de substrato e inóculo anaeróbio, na medição do volume de biogás produzido e na determinação da sua composição por GC.

Os reatores utilizados eram de vidro, com capacidade de 500 mL selados com rolha borracha butírica, perfurada no centro com um tubo de vidro com cerca de 10 cm, o qual tinha na extremidade um septo em teflon para permitir a recolha do biogás durante os ensaios.

Nos ensaios de BMP foram analisadas duas misturas de substrato, constituído por lamas industriais (LI) e lamas mistas - primárias e secundárias (LM), provenientes do tratamento de águas residuais urbanas de uma ETAR localizada no centro de Portugal. As duas misturas das lamas aplicadas como substratos foram compostas por 80% de LM e 20 % de LI e 90% de LM e 10 % de LI. De cada mistura de substrato foram montados sete reatores, contendo substrato e inóculo. Após o enchimento dos reatores com as misturas de lamas foi realizado um varrimento com azoto, por forma a fomentar condições anaeróbias.

Ao longo dos ensaios foram realizadas análises diárias ao biogás para determinação do seu volume e da sua composição.

2.3 Ensaio adsorção

Para os ensaios de adsorção efetuaram-se quatro misturas com LI e lamas desidratadas provenientes do tratamento de águas (LDA), com as seguintes proporções: 50% LI e 50% LDA; 40% LI e 60% LDA; 33% LI+ 67% LDA; 25% LI + 75% LDA. No entanto, após ensaios com água destilada e agitação verificou-se que apenas a mistura 25% LI + 75% LDA não apresentava fracionamento, tendo sido aplicada como adsorvente nos ensaios de adsorção de corantes.

Como adsorvato foram selecionados quatro corantes da família azo e por serem usados em grandes quantidades nas indústrias têxteis e alimentar. Os corantes escolhidos foram: rodamina-B, laranja mordante 1, azul de metileno e o azul mordante 9. Para quantificação da concentração dos adsorvatos foi aplicado o método espectrofotométrico, tendo sido elaboradas curvas de calibração para cada corante com concentrações entre 1 a 100 mg/L. Assim, para cada corante, foram testadas 6 concentrações diferentes, em erlenmeyers de 100 mL, com um volume útil 30 mL e com agitação. A massa de adsorvente variou entre 0,5 a 3g. Durante os ensaios foram recolhidas amostras de meia em meia hora, por forma a determinar a concentração de corante remanescente.

3 RESULTADOS

3.1 Ensaios de potencial metanogénico

Nos ensaios de BMP das misturas de lamas foi obtida uma produção de biogás máxima de 100 mL (Figura 2) para a mistura com 90%LM e 10%LI, com um conteúdo de metano entre 60 e 65%. A diferença na

produção de biogás entre as duas misturas deve-se essencialmente a menor tração da lama industrial que apresenta menor biodegradabilidade face à LM de ETAR.

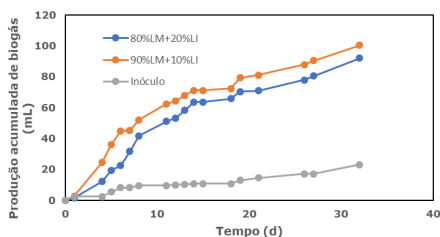


Figura 2. Volume de biogás acumulado nos reatores P

3.2 Ensaio de adsorção

Nos ensaios de adsorção de corantes, com as misturas de lamas industriais e lamas de ETA, verificou-se que as eficiências de remoção máximas para os quatro corantes, rodamina - B, laranja mordante 1, azul de metileno e o azul mordante 9 foram de: 80, 75, 52 e 80%, respetivamente, ao fim de 1,5h de ensaio. Nestes ensaios foram aplicadas as isotérmicas de Langmuir e Freundelich, tendo-se verificado que a isotérmica de Langmuir descreve com melhor ajuste dos dados experimentais.

Os valores experimentais das concentrações de adsorvato foram determinados pelas leituras de absorvância e respetivas curvas de calibração. Posteriormente foi determinada a quantidade adsorvida de cada corante na superfície do adsorvente (q_e), sendo expressa em mg/g, tendo-se verificado maior q_e para a rodamina e para o azul mordante 9.

4 CONCLUSÕES

Face aos ensaios realizados com as lamas industriais verificou-se que é exequível aplicar a digestão anaeróbia, tornando assim possível a valorização energética. Outra alternativa é a produção de adsorventes a partir das lamas. Assim por forma a evitar o envio das lamas para eliminação têm que ser consideradas várias opções de tratamento/valorização para as lamas provenientes das indústrias das resinas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Eng^a Paula Miranda e à Eng^a Maria Hortense Correia da Resiquímica (OMNOVA).

REFERÊNCIAS

- Ahmadi M, Bohloul F, Babaei AA, Teymouri P. (2013). Characteristics and disposal options of sludge from a steel mill wastewater treatment plant. *J Adv Environ Health Res* 1(2) 112-9.
- Cardoso, J. M. (2013). *Influência numa indústria de laticínios num processo global de tratamento de água*. Dissertação de Mestrado. Instituto Politécnico de Bragança - Escola Superior Agrária.
- Pinto, L. M. (2014). *Valorização Agrícola de Lamas de ETAR e Efluentes Pecuários*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.
- Resiquímica (2018). *Análise da Lama*. Documento Resiquímica.

INTERNATIONAL TRADE, THE WASTE SECTOR AND THE CIRCULAR ECONOMY

COMÉRCIO INTERNACIONAL, O SETOR DOS RESÍDUOS E A ECONOMIA CIRCULAR

Daniel Vaz Santos^a Lígia M. Costa Pinto^b

^aUniversidade do Minho, Campus de Gualtar. Rua da Universidade 4710 - 057 Braga Portugal, Portugal

^bNIPE, Escola de Economia e Gestão, Universidade do Minho, Campus de Gualtar. Rua da Universidade 4710 - 057 Braga Portugal, Portugal

ABSTRACT

The aim of this paper is to illustrate the current state of the international waste trading scenario, the damaging practices developed countries are implementing internally, the consequences that those practices have on still developing nations forced to deal with them, and the damaging effects that this relationship is generating to the International Order. To do this, this paper analyses a specific waste material (plastic) that is central to human life, and has been gathering international attention, to showcase how the Circular Economy model's principles are being subverted in order for the developed North to better suit its own interests. These consequences range from crimes in a national and international setting, from simple waste trafficking to radioactive waste trafficking, but they also include threats of the declaration of war between States. The paper stands to look at all of these problems from an International Relations point of view to showcase why developed nations should expand their waste management systems in order for them to be able to deal with their waste production, and not simply export it to lesser capable nations, and in doing so addressing the aforementioned problems directly at their source.

Keywords – International Relations, Circular Economy, International Crime, Waste Trade, Inter/Intrastate Conflict.

RESUMO

O objetivo deste artigo é a ilustração da situação atual do comércio internacional de resíduos e a explanação das consequências que as práticas internas dos países desenvolvidos têm sobre os países em desenvolvimento, que acabam por ser obrigados a lidar com elas e os efeitos prejudiciais que daí advêm para a Ordem Internacional. De forma a conseguir cumprir este objetivo, o artigo analisa um resíduo específico (plástico), que tem ganho destaque internacional, para demonstrar como os princípios subjacentes ao Modelo de Economia Circular estão a ser subvertidos de forma a ajustar o mesmo para com os interesses do Norte desenvolvido. As consequências previamente mencionadas vão desde a criminalidade nacional e internacional, passando por crimes de tráfico de resíduos em pequena escala até a uma escala mais grave de tráfico de resíduos radioativos, mas também englobam ameaças de declaração de guerra entre Estados. Este artigo terá uma análise do ponto de vista das Relações Internacionais para demonstrar o porquê da necessidade de expansão dos sistemas de tratamento de resíduos por parte das nações desenvolvidas de forma a tratarem diretamente dos problemas previamente mencionados na sua fonte em vez de meramente os exportarem.

Palavras Chave – Relações Internacionais, Economia Circular, Crime Internacional, Mercado dos Resíduos, Conflito Inter/Intraestadual.

INTRODUCTION

"Why has a planet that has always yearned for peace never managed to preserve it?" (Holslag 2018, 3). The focus of International Relations as a field is to study the historical relations between states so that it may explain and find the root causes of war and conflict in order to preserve and achieve peace among nations. When we take a closer look at what is happening in terms of waste internationally, we cannot ignore why the current models and methods are unsustainable when their main focus is the mobility of waste from country to country in an endless effort to circulate it through the globe, always postponing the inevitable, while releasing CO2 emissions, wasting fuel, and manpower, and contributing to climate change in a worthless effort.

A sure way to circumvent this problem is by changing the economic system and the Circular Economy model presents itself as an ideal solution. The Circular Economy model, "...describes an economic system that is based on business models which replace the 'end-of-life' concept with reducing, alternatively reusing, recycling and recovering materials in production/distribution and consumption processes, thus operating at the micro level (products, companies, consumers), meso level (eco-industrial parks) and macro level (city, region, nation and beyond), with the aim to accomplish sustainable development, which implies creating environmental quality, economic prosperity and social equity, to the benefit of current and future generations." (Kirchherr et al. 2017, 224-225).

Thus, the Circular Economy model advocates mobility with a clear purpose of reintroducing resources and materials derived from waste in the production chains of the world preventing waste, adding value, and turning waste from an undesirable problem into a valued commodity. All of this is done while respecting the concept of the 4R Framework of Waste Hierarchy that gives clear priority between the steps of the framework in the following order: Reduce → Reuse → Recycle → Recover (Kirchherr et al. 2017).

Having said that, the present paper aims to make a critical analysis from an International Relations' point of view to ascertain why every country should improve its waste management sector, with special emphasis on the higher responsibilities that developed countries have in this task. Moreover, the necessary prerequisites for systematic change – that all developed countries should implement – will be brought forward as something that can, in turn, alleviate international tensions and turmoil, contributing to a longer lasting world peace.

MATERIALS

When talking about waste management, and taking into account what has recently been incessantly discussed, we cannot help but think about plastic. Its production rate has been growing in a nonstop manner since the 1950s – having only a slight dip in 1975 and again during the global economic crisis in 2008 – and having reached a cumulative production of 7.8 billion tonnes in 2015 (Geyer et al. 2017). Plastic is not only here to stay, it is everywhere. Despite the efforts to reduce or even ban single use plastics in developed countries, the future does not seem to hold a reversal of this exponential growth trend due to plastic's many advantages and so, recycling is the best course of action to manage the world's ever-growing stocks of this oil derived polymer.

With that in mind, we reach the focus point of this article, and why every major developed country should be able to fully treat their share of recyclable waste while respecting the aforementioned "Waste Hierarchy 4R Framework" (Reduce → Reuse → Recycle → Recover).

However, these measures and this specific approach should be put into action as soon as possible because the scale is tilting against us: the rapid development of developing countries is expected to bring an increase in their waste production figures as living standards rise, something we have seen in the west in the past decades (Sjöström and Östblom, 2010). These developing nations in addition to having less effective environmental education, also lack proper management and recovery systems for their own waste, and the import of foreign waste byproducts is detrimental, not only because it reinforces the current economic models by forcing these countries to skip the reduction and reuse concepts, focusing solely on recycling and recovering, but also for their societies and, ultimately, for the international order.

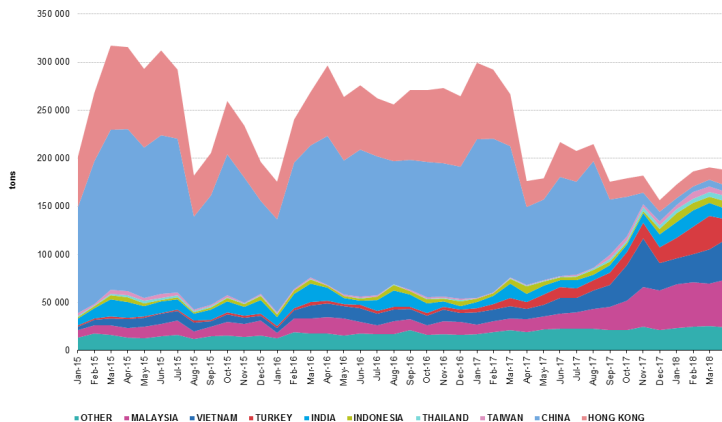
LITERATURE REVISION

To begin with, let's observe the present situation, look at the numbers and see what has brought us here. In modern day Europe, "Half of the plastic collected for recycling is exported to be treated in countries outside the EU" (European Parliament, 2018), when we cross this statement with the information that only 30% of plastic waste produced in Europe is recycled, we understand that 15% of Europe's plastic waste is exported out of the continent to be treated elsewhere. The "Reasons for the exportation include the lack

of capacity, technology or financial resources to treat the waste locally” (European Parliament, 2018). This is one sign that the developed world is unable to cope with its waste production and needs to rely on other nations as receptacles for its waste. But Europe does not stand alone; the United States, and Canada also export their waste in a blatant display of incapability (Dell 2019, Varkey 2019).

Getting back to Europe, when we track the destination of its plastic exports, we see that China was a major last stop for this kind of waste, up until its ban of plastic imports in 2017. The full effect of the Chinese decision only came to bear in 2018 when China stopped being the major destination of European plastic waste and Malaysia and Vietnam took the lead (Figure 1).

Export of plastic waste for recycling from the EU to receiving countries, 2015 to March 2018



Source: Eurostat COMEXT

Extraction from the Foreign Trade Statistics:
10 July 2018. General Disclaimer of the EC

eurostat

Figure 1. Eu's waste export destinations (Eurostat, 2018)

What we gather from this is a common trend of countries that are developing faster, and attaining better living standards, refusing to accept recyclable waste and being replaced by countries with poor living standards, underdeveloped societies, and even poorer waste managing capabilities. This trend is an ongoing delay to find a sustainable solution to the growing problem and the insurmountable consequences it already has.

The developed world is leading by providing wrong examples and change needs to be brought about, otherwise the already existing tensions may be exacerbated in what would constitute a clear threat to international order and stability.

There are plenty of examples of negative outcomes of this waste exporting practice. Recently, in April of this year, Rodrigo Duterte, the President of the Philippines threatened Canada with a declaration of war following the dispute between the two countries, that dates back to 2013, about shipments of house hold and electronic waste mislabeled as recyclable waste (Global News, 2019). This is a perfect example of international tensions arising from the waste sector.

But there are other perils that arise from the improper management of waste. Waste mismanagement and trafficking not only angers national leaders, but it also fuels organized crime. Here we open a Pandora's box that reveals differing levels and severity of crimes that stem from waste trafficking and incorrect management.

On a basic level we have normal criminal networks that traffic common waste to obtain profit at the cost of the environment and safety standards for the general population. This was the case of the criminal network that was dismantled by the Spanish Guardia Civil with the help of Europol and Ameripol last April of this year. This criminal network's operation involved 17 countries that spanned over 3 continents - Africa, America and Europe - and over 5 years generated net profits of EUR 1.8 million (Europol, 2018). This kind of funding diversification significantly bolsters criminal organizations' power and reach and severely hinders the effectiveness of law enforcement agencies.

But when we look at the major level of criminal activity directly related to waste trafficking, we come across crimes that subvert international agreements, and put the countries, where these crimes occur, in

violation of said agreements by harboring those criminal entities. That is, unfortunately, the sad situation with the trafficking of radioactive waste that according to Italian officials is an estimated USD 7 billion industry in Italy alone (Varkey, 2019). This constitutes a grave danger to the environment due to possible leaks in the containment measures that cannot be certified due to the criminal setting that surrounds this activity. According to Legambiente, in 2001, the sea floor off of the coast of the Western Sahara had already 600.000 tons of radioactive waste dumped on it (Varkey, 2019). This level of trafficking entails dangerous and serious criminal networks that by their sheer power and organization threaten the international order by their capabilities of supporting international terrorist activity. As it is becoming clear, waste management and waste trafficking are a subject that should not be discarded by the International Relations community in the present, nor in the future, with the ever-growing complexities and stocks of unrecycled waste.

CONCLUSION

The present article's emphasis on why developed countries should be leading the charge is directly tied to their better capabilities to do so, and to their practices of avoiding it and overloading lesser capable countries in these matters. This practice, as showcased, creates extreme dissent between parties, even more so in developing countries where this behavior can be perceived as a form of neo-colonialism and a sure way for the developed North to maintain an ages long domination over the developing South. On the other hand, no country can ignore the spread and growth of international crime and only through international cooperation can it be countered.

Recycling is undeniably one of the right paths to tackle waste production and, as we have seen throughout the years, it gathers more and more advocates of its benefits, but for it to be successful and sustainable Western societies need to stop eroding the concept of Circular Economy, with the overuse of recycling, and ignoring the reduction and reuse steps. The developed North needs to practice what it preaches if it ever wants the developing South to follow suit. This behavior is setting a terrible example that developing societies are sure to follow if the current trajectory is not readjusted, and everyone starts pulling their own weight to avoid another tragedy of the commons.

REFERENCES

- Dell, Jan. 2019. "157,000 Shipping Containers of U.S. Plastic Waste Exported to Countries with Poor Waste Management in 2018 — Plastic Pollution Coalition." 2019. <https://www.plasticpollutioncoalition.org/blog/2019/3/6/157000-shipping-containers-of-us-plastic-waste-exported-to-countries-with-poor-waste-management-in-2018>.
- Europol. 2018. "Illegal Waste Trafficking: How to Make EUR 1.8 Million from 200 000 Used Tyres | Europol." 2018. <https://www.europol.europa.eu/newsroom/news/illegal-waste-trafficking-how-to-make-eur-18-million-200-000-used-tyres>.
- Eurostat. 2018. "Figure_10_Export_of_plastic_waste_for_recycling_from_the_EU_to_receiving_countries,_2015_to_March_2018.Png (1141x876)." 2018. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/images/8/8d/Figure_10_Export_of_plastic_waste_for_recycling_from_the_EU_to_receiving_countries%2C_2015_to_March_2018.png.
- Geyer, Roland, Jenna R. Jambeck, and Kara Lavender Law. 2017. "Production, Use, and Fate of All Plastics Ever Made." *Science Advances* 3 (7). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>.
- Global News. 2019. "'We Will Declare War': Philippines' Duterte Gives Canada 1 Week to Take Back Garbage - National | Globalnews.ca." 2019. <https://globalnews.ca/news/5194534/philippines-duterte-declare-war-canadian-garbage/>.
- Holslag, Jonathan. 2018. "A Political History of the World: Three Thousand Years of War and Peace". London: Pelican, an imprint of Penguin Books.
- Kirchherr, Julian, Denise Reike, and Marko Hekkert. 2017. "Conceptualizing the Circular Economy: An Analysis of 114 Definitions." *Resources, Conservation and Recycling*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>.
- Parliament, European. 2018. "Plastic Waste and Recycling in the EU: Facts and Figures | News | European Parliament." 2018. <http://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20181212STO21610/plastic-waste-and-recycling-in-the-eu-facts-and-figures>.
- Sjöström, Magnus, and Göran Östblom. 2010. "Decoupling Waste Generation from Economic Growth - A CGE Analysis of the Swedish Case." *Ecological Economics* 69 (7): 1545–52. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.02.014>.
- Varkey. 2019. "The Global Waste Trade : Peoples Dispatch." 2019. <https://peoplesdispatch.org/2019/05/13/the-global-waste-trade/>.

MICROPLÁSTICOS EM RESÍDUOS VALORIZADOS

MICROPLASTICS IN RESIDUES AFTER VALORIZATION

Bárbara S. Lopes^a, Tiago Faria^{a*}

^aEfacec, Engenharia e Sistemas, S.A., Parque Empresarial Quinta da Fonte, Edifício Dona Amélia, Pisos 0 e 2, 2770-192, Paço de Arcos, Portugal

RESUMO

Estatísticas recentes revelaram o desperdício de cerca de 1,3 bilhões de toneladas da comida produzida anualmente. É necessário reduzir o desperdício alimentar e procurar uma solução de valorização para o desperdício remanescente. A valorização orgânica dos resíduos domésticos ou industriais é um processo biológico que permite transformar a matéria orgânica num produto que poderá ser aplicado no solo. A crescente preocupação com a quantidade de plásticos nos solos obriga-nos a controlar este tipo de contaminantes. O artigo apresenta um estudo, em sete unidades digestão anaeróbia/compostagem, sobre a presença de plástico nos produtos da digestão anaeróbia (via seca e húmida em processo mesofílico e termofílico) e em compostos orgânicos. Adicionalmente, nas unidades de digestão anaeróbia é comparada, sempre que possível, a quantidade de plástico antes e depois do digestor.

Palavras Chave – Microplásticos, digestão anaeróbia, compostagem.

ABSTRACT

Recent studies showed that almost 1.3 billion of tons of all food produced globally is lost or wasted. It is mandatory to reduce food waste and to find solutions for the valorization of the remaining food that is wasted. Organic valorization is an important biological process that allows the transformation of organic matter in other products to be applied in the soil. Today, plastic pollution is a challenge that we are facing, so it is important to control the amount of plastics in these products that will be applied in the soil. The paper presents an analysis in seven units about the presence of plastics in products as digestate from anaerobic digestion (wet and dry or mesophilic and thermophilic process) or as compost. In the anaerobic digestion units, it is also studied the amount of plastics before the pre-treatment and before and after the digester, whenever it is possible.

Keywords – Microplastics, anaerobic digestion, composting.

* Autor para correspondência. Corresponding author.
E-mail: tiago.faria@efacec.com

1 INTRODUÇÃO

De acordo com as últimas estatísticas, 1/3 da comida produzida anualmente – equivalente a 1,3 bilhões de toneladas – é desperdiçada. É imperativo adotar medidas que visem a redução do desperdício alimentar e a valorização orgânica dos restantes resíduos (domésticos e industriais). A valorização dos resíduos orgânicos é muito importante, pois para além de evitar a sua deposição em aterro, possibilita a obtenção de produtos que podem ser utilizados como substrato ou fertilizante. A digestão anaeróbia e a compostagem são exemplos de processos que possibilitam a valorização orgânica dos resíduos.

Atualmente, é visível a crescente preocupação com os plásticos que poluem o nosso planeta. Desde 1950, a produção de plástico tem tido um crescimento exponencial (ver Fig.1) e têm sido desenvolvidas diversas campanhas com vista à redução da utilização do mesmo. Dos plásticos que se encontram no oceano, 70-80% são provenientes do território terrestre e 20-30% têm origem em atividades marítimas.

Os diferentes plásticos existentes podem ser classificados quanto ao seu tamanho; neste artigo iremos focar-nos nos microplásticos. De acordo com Frias (2019), microplásticos são quaisquer partículas sólidas sintéticas ou de matriz polimérica, com forma regular ou irregular, com tamanho entre 1µm e 5mm e insolúveis em água. Os microplásticos representam cerca de 35% das partículas presentes nos oceanos (Ritchie 2018), ver Fig.2.

O desafio deste artigo é quantificar a quantidade de plástico presente nos produtos dos processos de compostagem e digestão anaeróbia. Na segunda secção são descritas, sumariamente, as unidades consideradas. Na terceira secção são expostos os resultados obtidos e, por fim, apresentam-se as conclusões.

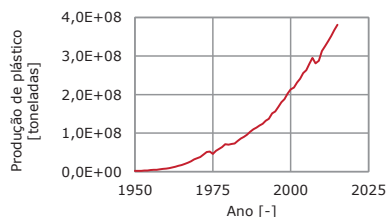


Figura 1. Produção de plástico, em toneladas, desde 1950, Ritchie (2018).

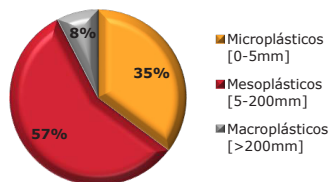


Figura 2. Distribuição de partículas de plástico à superfície do oceano, Ritchie (2018).

2 DESCRIÇÃO DAS UNIDADES DE VALORIZAÇÃO ORGÂNICA

Durante este estudo, foram recolhidas amostras de sete unidades: cinco unidades de digestão anaeróbia via húmida, uma unidade de digestão anaeróbia via seca e uma unidade de compostagem. À frente identificadas pelas letras A, B, C, D, E, F e G.

As unidades A, B, C e F são tratamentos biológicos e mecânicos de resíduos sólidos urbanos (RSU) que incluem um pré-tratamento mecânico e um pré-tratamento húmido seguido de digestão anaeróbia e compostagem (unidades A e B). A unidade D é uma digestão anaeróbia antecedida de tratamento mecânico na qual se valoriza diferentes resíduos orgânicos industriais. Na unidade E ocorre um tratamento mecânico dos RSU seguido de valorização biológica por compostagem. A unidade G tem um processo de digestão anaeróbia via seca.

3 RESULTADOS EXPERIMENTAIS

As amostras recolhidas nas diversas unidades foram analisadas num laboratório certificado segundo a norma DIN EN ISO/IEC 17025. A área de plásticos presente em cada amostra foi analisada seguindo a *Danish EPA guidance document no.9609, 2018*. Nas centrais de digestão anaeróbia foram recolhidas amostras antes [DA] e depois [DD] dos digestores; adicionalmente, na unidade B foram recolhidas

amostras dos resíduos à saída do pré-tratamento mecânico (seco) [ES]. Nas centrais E e F foram recolhidas amostras de composto. Foi analisada a presença, em cada amostra, da quantidade plásticos. As amostras consideradas por ponto de amostragem estão indicadas no Quadro 1. As siglas apresentadas significam DA – antes do digestor, DD – depois do digestor e ES – saída do pré-tratamento mecânico.

No Quadro 1 estão indicados o número de amostras consideradas e a área de plásticos por percentagem de matéria seca. A Fig. 3 apresenta um diagrama de extremos e quartis com os resultados das análises dos plásticos. A quantidade média dos resultados das análises aos plásticos é apresentada no Quadro 1 e na Fig. 4.

Quadro 1. Número de amostras consideradas, quantidade média de plásticos presente nas amostras, em percentagem de matéria seca [%MS] e área de plásticos por percentagem de matéria seca [cm²/%MS].

Local de amostragem	A [DA]	A [DD]	B [ES]	B [DA]	B [DD]	C [DD]	D [DA]	D [DD]	E	F	G [DA]	G [DD]
N.º amostras	3	11	3	1	7	1	6	20	5	5	3	3
Plástico [%MS]	0,59	0,23	1,98	---	0,52	0,12	<0,01	<0,01	0,65	0,89	2,31	2,85
Área plást. [cm ² /%MS]	5,2	---	---	12,6	---	---	0,0	---	---	---	---	---

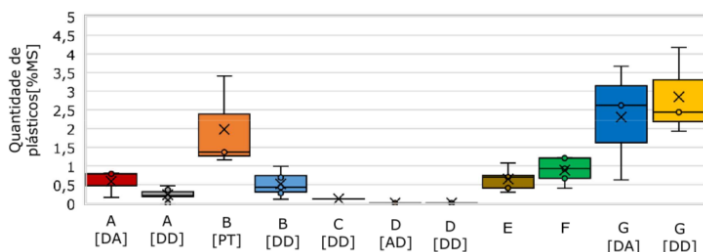


Figura 3. Diagrama de extremos e quartis dos resultados das análises aos plásticos.

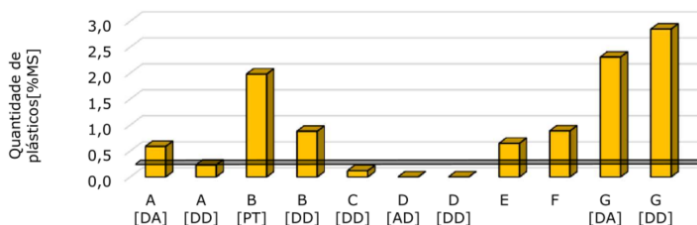


Figura 4. Quantidade média de plásticos, em percentagem de matéria seca, presente nas amostras. O plano representa o limite quanto à quantidade de plásticos, imposto pela lei dinamarquesa.

Na Fig. 3 é visível a dispersão dos resultados obtidos para cada local de amostragem. Este efeito era expectável devido à heterogeneidade das amostras. Neste diagrama estão representados os extremos (valores mínimo e máximo) dos resultados: é na unidade G que existe um maior intervalo de resultados.

A quantidade de plástico no digerido das unidades A, B e D e no composto das unidades E e F é inferior a 1%. Na unidade B é visível um decréscimo significativo da quantidade de plástico do pré-tratamento até à entrada no digestor, o que evidencia a eficiência do processo de remoção de contaminantes. Na unidade G, a quantidade de plásticos presente nas amostras é superior a 2%. Na planta C, apenas foi recolhida uma amostra, pelo que os resultados obtidos não são representativos. Na unidade D, praticamente não existem contaminantes (ver Fig. 4).



De acordo com a legislação dinamarquesa (*Danish executive order 101, 2018 Appendix 2, Item E*), a quantidade de plásticos não deve ser superior a 0,15% da matéria seca. Na Fig. 4 está representado o limite imposto por esta legislação. Tendo em conta os resultados apresentados, a unidade que cumpre este limite é a D (devido ao reduzido número de amostras, a unidade C não foi considerada). A mesma legislação refere que a área de plásticos por percentagem de matéria seca não deve ser superior a 1cm²/%TS. Novamente, só a unidade D cumpre este requisito.

Considerando a legislação portuguesa (*DL103/2015, Anexo II, Quadro nº4*), os valores máximos admissíveis para os teores “totais” de materiais inertes antropogénicos (vidro, metal, plástico e outras partículas com granulometria superior a 2mm) na matéria fertilizante com componentes orgânicos RU é 0,5% na classe I; 1,0% na classe II; 2,0% na classe IIA e 3,0 na classe III.

Com base nas análises efetuadas, prevemos que anualmente, em Portugal, se coloquem nos solos mais de 700 toneladas de plásticos.

4 CONCLUSÕES

Neste artigo foram apresentados os resultados das análises da quantidade de plásticos presentes em amostras de diversas unidades.

Os resultados indicam que nas unidades A e B, a quantidade de plásticos diminui ao longo do processo. O contrário acontece na unidade G: os plásticos não parecem ser removidos ao longo do processo. Nas unidades C, E e F não é possível fazer esta análise com os resultados disponíveis.

Em relação aos limites impostos pela legislação dinamarquesa, só a unidade D cumpre os requisitos. Quanto à legislação portuguesa, se considerarmos somente a quantidade de plásticos, os produtos das unidades A e B podem ser enquadrados na classe II.

De acordo com o Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal, da ERSAR, em 2016 produziram-se 69,7kt de composto. Tendo em consideração a quantidade de plástico presente no composto, resultante das unidades de valorização de resíduos sólidos urbanos, estima-se que sejam colocadas anualmente nos solos mais de 700 toneladas de plásticos, o que equivale a 17 500 000 garrafas de água de 1,5L.

AGRADECIMENTOS

A Efaced, Engenharia e Sistemas, S.A. agradece a colaboração das várias unidades ao fornecerem amostras para análise.

REFERÊNCIAS

- Danish Environmental Protection Agency guidance document no. 9609 (2018).
- Danish executive order 101 (2018) Appendix 2, Item E – Order on the use of waste for agricultural purposes.
- Decreto de lei DL103/2015 (2015). <https://data.dre.pt/eli/dec-lei/103/2015/06/15/p/dre/pt/html>
- ERSAR (2016) Relatório anual dos serviços de águas e resíduos em Portugal, volume 1 – caracterização do setor de águas e resíduos.
- Frias J., Nash, R. (2019) Microplastics: Finding a consensus on the definition. *Marine pollution bulletin* 138: 145-147. doi: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.11.022>
- General requirements for the competence of testing and calibration laboratories (2016), DIN EN ISO/IEC 17025:2016.
- Ritchie, H., Roser, M. (2018) Plastic Pollution. *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/plastic-pollution#ocean-plastic-sources-land-vs-marine>

OS PRODUTOS DA DIGESTÃO ANAERÓBIA NA VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS – CASO TRATOLIXO

ANAEROBIC DIGESTION PRODUCTS IN RECOVERY OF MSW- THE CASE OF TRATOLIXO

Maria João Alves^a, Ricardo Castro^b

^aTRATOLIXO, Tratamento de Resíduos Sólidos, EIM., Ecoparque da Abrunheira, Mafra, Portugal

^bTRATOLIXO, Tratamento de Resíduos Sólidos, EIM., Ecoparque da Abrunheira, Mafra, Portugal

RESUMO

A estratégia actual da gestão de resíduos urbanos, a nível nacional e europeu, sugere o aproveitamento e valorização dos resíduos tendo como objectivo a criação de uma economia circular, com um maior reaproveitamento dos materiais e um menor recurso às matérias-primas virgens, extraídas directamente do meio natural. Com este intuito, têm vindo a ser implementadas cada vez mais medidas para o efeito neste sector, como o encaminhamento da fracção orgânica dos resíduos de recolha indiferenciada para valorização biológica e energética, como a digestão anaeróbia, que pretende reduzir e evitar a sua deposição em aterro, assim como reduzir os impactes ambientais. Na Central de Digestão Anaeróbia da Tratolixo, a valorização da fracção orgânica presente nos resíduos de recolha indiferenciada permite um aproveitamento energético significativo com o biogás gerado pelos digestores. Neste contexto, vamos abordar a eficiência da unidade assim como o valor económico e ambiental de produtos resultantes dos processos envolventes à digestão anaeróbia: a energia eléctrica, o composto orgânico, água industrial/desionizada, o enxofre elementar e outros.

Palavras Chave – Digestão Anaeróbia, Biogás, Resíduos Urbanos Indiferenciados, Tratolixo.

ABSTRACT

The current strategy for Municipal Solid Waste (MSW) management in Portugal and Europe suggests the use and valorization with the purpose of creating a circular economy, with greater reuse of materials and less use of raw natural materials. Therefore, more and more measures are being implemented in this sector, such as the forwarding of the organic matter from MSW collection to biological and energy recovery, in Anaerobic Digestion (AD), which intend to reduce and avoid sending organic matter to landfill, as well as reducing environmental impacts. At AD Plant of Tratolixo, the recovery of the organic matter in the MSW increase energy efficiency with the biogas generated by digesters. In this context, we will demonstrate the plant efficiency and the economic and environmental value of products generated from associates processes AD: electricity, organic compound, industrial / deionized water, elemental sulfur and others.

Keywords – Anaerobic Digestion, Biogas, Municipal Solid Waste, TRATOLIXO

1 INTRODUÇÃO

Os impactos ambientais da significativa produção de resíduos urbanos (RU), trouxeram a necessidade de implementar metas cada vez mais ambiciosas no que toca aos métodos de gestão e tratamento destes resíduos. Estas metas, obrigam inequivocamente a uma valorização da totalidade da fracção orgânica dos RU e à utilização dos Aterros Sanitários como destino apenas de uma fracção residual decorrente de processos de recuperação e valorização dos mesmos.

Os processos de digestão anaeróbia, desenvolvidos para valorização de resíduos orgânicos, estão já largamente implementados nos países do norte da Europa, quer na vertente de tratamento de RU, quer na vertente de valorização de resíduos agrícolas e da pecuária. Em Portugal, assim como no sul da Europa, tiveram a sua implementação associada a regulamentações comunitárias. Em grande medida, esta realidade deve-se a diversos constrangimentos associados à recolha destes resíduos. Enquanto nos países do norte da Europa foi implementada uma rede de recolha selectiva de resíduos urbanos biodegradáveis (RUB), nos países do sul, esta recolha foi sendo evitada, quer por razões técnicas, quer por razões económicas (Chang, et al., 2010).

Na ausência de recolha selectiva de RUB, as unidades de tratamento de resíduos tiveram de se adequar, de modo integrar tratamentos mecânicos para preparação da matéria orgânica a encaminhar para o processo de digestão.

A digestão anaeróbia é um processo biológico, que ocorre na ausência de oxigénio com a presença de microorganismos com capacidade de degradar a matéria orgânica complexa, produzindo compostos mais simples, como o metano e o dióxido de carbono. Decorrente da degradação de matéria, este processo biológico disponibiliza produtos com elevado potencial, dos quais se destaca a fracção gasosa, líquida e sólida. O biogás, fracção gasosa da digestão rica em metano, é utilizado na valorização energética através de unidades de cogeração, permitindo ainda a produção de enxofre elementar decorrente dos tratamentos de limpeza do biogás. A fracção sólida digerida, depois de estabilizada por processos de maturação e compostagem, passa ser utilizada como fertilizante. A fracção líquida, resultante do processo de digestão, com elevada carga orgânica tem diferentes destinos: parte é recirculada para o processo de digestão e a outra parte encaminhada para a Estação de Tratamento de Águas Lixivantes (ETAL) com tratamento complexo, de modo a poder regressar ao processo produtivo, sob a forma de água desionizada.

Do processo de digestão anaeróbia (DA) com a fracção orgânica de resíduos urbanos indiferenciados, FORSU, pretendemos demonstrar as eficiências e os desafios da exploração destas unidades.

2 CASO PRÁTICO - TRATOLIXO

2.1 Central de Digestão Anaeróbia

Foi construída com financiamento do Fundo de Coesão, com capacidade de tratamento biológico, por digestão anaeróbia, de 75.000 t/ano sendo, à data, a maior do género no país. Por imposição da Estratégia Nacional para a Redução dos Resíduos Urbanos Biodegradáveis Destinados aos Aterros (ENRUBDA) esta infra-estrutura estava inicialmente prevista para o tratamento de 125.000 t RUB proveniente de recolha selectiva. Face à impossibilidade de proceder à implementação da recolha selectiva dos quantitativos necessários ao funcionamento da CDA, esta unidade sofreu alterações no seu pré-tratamento de modo a permitir a recepção de resíduos indiferenciados. Destas alterações, com um contributo significativo foram implementados trituradores de modo a reduzir a dimensão dos resíduos para cerca de 20mm e assim facilitar a degradação nos 35 dias de retenção na digestão, assim como a remoção manual de contaminantes ainda presentes na fracção orgânica.

O processo de DA desta unidade é feito por via seca, com 27% de teor de sólidos, com alimentação descontínua, mono-etapa, em regime mesófilo a 40°C, segundo tecnologia desenvolvida pela empresa Valorga. Desde Março de 2014 que a CDA opera com os 3 digestores à plena carga, a partir de RU indiferenciados.

2.1.1 Eficiência da Digestão

A fracção orgânica dos resíduos sólidos urbanos encaminhados para a digestão apresenta ainda uma quantidade significativa de contaminantes, a rondar os 20% de teor de inertes superiores a 2mm (vidros, pedras e metais) e 5% de materiais sintéticos (plásticos, têxteis). Contudo o índice de degradabilidade aproxima-se dos 64% permitindo atingir resultados muito acima do expectável em projecto.

Do biogás produzido, com uma qualidade razoável de acordo com a heterogeneidade da matéria orgânica presente nos resíduos sólidos urbanos, com cerca 57% de metano, importa identificar os seguintes rácios, dos últimos 4 anos de funcionamento:

- A quantidade de biogás produzido por tonelada de resíduo orgânico introduzido na digestão: 152 Nm³
- A quantidade de energia eléctrica produzida por tonelada de resíduo indiferenciado tratado: 130 kWh
- A quantidade de energia eléctrica por tonelada de resíduo orgânico introduzido nos digestores: 324 kWh



Figura 1. Evolução de produção de energia eléctrica 2015-2018.

Os rácios identificados na Figura 1, resultam a produção de cerca de 21GWh de energia anual, com 87% da capacidade da digestão. Toda a energia produzida na instalação é encaminhada para a Rede Eléctrica Nacional. Esta produção anual permite fornecer energia a cerca 9 500 famílias, de acordo com os consumos de 2017. (PORDATA)

2.1.2 Produtos da Digestão - Biogás

O biogás é um combustível excelente para um grande número de aplicações e em última instância pode também ser usado como matéria-prima para a produção de produtos químicos. Há quatro maneiras básicas de utilização do biogás: produção de calor e vapor de água, geração de energia eléctrica e calor / co-geração, uso como combustível de veículos e produção de produtos químicos (Appels, et al., 2008).

Em relação à geração de energia eléctrica, principal produto da DA, como descrito na Figura 1, há ainda o aproveitamento de 20% de energia térmica (vapor e água quente) resultantes do processo de co-geração:

- Vapor produzido a partir do aproveitamento dos gases de escape da produção de energia a partir do biogás, que é introduzido nos digestores de modo a manter a temperatura de 40°C necessária à digestão e matéria orgânica.
- Produção de ar quente para injeção nos túneis de compostagem de modo a permitir higienização das lamas digeridas.

A fracção gasosa da DA contém ainda componentes possíveis de valorizar, como dióxido de carbono e o enxofre elementar, extraídos por processos de purificação do gás. A Central de Digestão Anaeróbia da Tratolixo tem instalado um reactor Paques para remoção de H₂S. A remoção dos compostos de enxofre é bastante importante, uma vez que há possibilidade de formação de ácido sulfúrico (H₂SO₄) quando o biogás é utilizado em motores, devido à reacção do H₂S com o vapor de água mas também para redução das emissões de anidrido sulfuroso (SO₂) e de anidrido sulfúrico (SO₃) aquando da combustão do biogás (Rasi et al., 2007).



Figura 2. Enxofre elementar resultante do tratamento de biogás, Tratolixo.

Na digestão de FORSU as concentrações de H_2S são elevadas, cerca de 3000ppm, e o sistema instalado apresenta uma eficiência a rondar os 70%, permitindo obter enxofre elementar (Figura 2). Embora este produto não tenha valor de mercado, a sua remoção é necessária de modo a aumentar a vida útil dos motogeradores.

2.1.3 Produtos da Digestão – Lamas Digeridas

A matéria digerida após 35 dias sob a ausência de oxigénio é encaminhada para a linha de desidratação com a finalidade de separar a fracção sólida da fracção líquida.

A fracção líquida proveniente do processo de digestão apresenta ainda uma carga orgânica elevada, da qual 35% é recirculada de modo a manter o teor de sólidos adequado no interior do digestor, evitando a sedimentação de materiais inertes e permitindo o equilíbrio microbiológico. O restante efluente, contendo aproximadamente 3% de sólidos totais, é encaminhado para tratamento ETAL.

A ETAL do Ecoparque da Abrunheira apresenta um processo bastante complexo com tecnologia avançada, constituída por tratamento biológico, membranas de ultra-filtração e osmose inversa (OI) o que permite a reutilização total do permeado de OI, que é utilizado como água industrial. Neste contexto, a reutilização deste recurso contabiliza cerca de 20 000m³ anuais, que representam um contributo a rondar os 70% (figura 3) do consumo total, para utilização nos diversos processos da CDA, limpezas de equipamentos e infra-estruturas. Importa referir, que neste momento a ETAL encontra-se sob a exploração da empresa SOCAMEX.

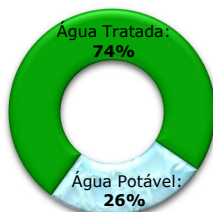


Figura 3. Rácio de utilização de água na Central de Digestão Anaeróbia (1º semestre 2019)

O aproveitamento deste recurso permite a redução da utilização de água da rede pública, o equivalente ao consumo de 360 habitantes (de acordo com consumo médio no Continente de 2017, de 64,5m³/hab.ano). (PORDATA). Promover a recirculação da água que se consome nas instalações é, por isso, uma resposta eficaz ao desperdício de água, o que permite a mitigação de impactes ambientais e a redução de custos associados à factura da água.

A fracção sólida, resultante do processo de DA, é ainda rica em nutrientes (azoto, fósforo, potássio e magnésio), depois de encaminhada para processo de compostagem para estabilização orgânica, com a finalidade de ser utilizada como fertilizante. O composto produzido na CDA é designado por *Campoverde Premium* e é classificado como um “corretivo composto” de acordo com o Anexo I do Decreto-Lei n.º 103/2015, de 15 de Junho. De acordo com as características do composto obtido, este insere-se na Classe IIA.

A legislação em vigor prevê que a utilização da matéria fertilizante obtida esteja condicionada à sua classe, pelo que o corretivo composto Campoverde *Premium* poderá ser aplicado em “culturas agrícolas arbóreas e arbustivas, nomeadamente pomares, olivais e vinhas e espécies silvícolas”. Os ensaios de campo e em vaso efectuados para testar a resposta das culturas à aplicação do Campoverde *Premium*, permitiram concluir que o produto não revela qualquer efeito fitotóxico e promove um aumento significativo na produção de biomassa. A sua aplicação desempenha uma acção benéfica e o aumento de fertilidade do solo.

AGRADECIMENTOS

A todos os que trabalham nesta unidade e acreditam que é possível superar desafios e encontrar melhores soluções, que nos permitem atingir resultados positivos.

REFERÊNCIAS

- Chang, N.B., Pires, A., Martinho, (2010) Solid waste management in European countries: A review of systems analysis techniques
- Appels L., Baeyens J., Degreve J. and Dewil R., (2008). *Principles and potential of the anaerobic digestion of waste-activated sludge. Progress in Energy and Combustion Science*
- Rasi S., Veijanen A., Rintala J., (2007). *Trace compounds of biogas from different biogas production plants. Energy*
- Digestão Anaeróbia de resíduos agroalimentares: Reutilização das frações líquidas e sólidas (state-of-art) https://run.unl.pt/bitstream/10362/11101/1/Crespo_2013.pdf
- APA Ambiente: https://apambiente.pt/_zdata/DESTAQUES/2019/PERSU2020/PERSU2020%20_Audicao_Publica_dez2018.pdf
- Pordata: <https://www.pordata.pt/Portugal/Consumo+de+energia+el%C3%A9ctrica+por+consumidor+total+e+por+tipo+de+consumo-1231-10011>
- [https://www.pordata.pt/Portugal/Consumo+de+%C3%A1gua+distribu%C3%ADa+pela+rede+p%C3%BAblica+per+capita+\(1991+2009\)-1226](https://www.pordata.pt/Portugal/Consumo+de+%C3%A1gua+distribu%C3%ADa+pela+rede+p%C3%BAblica+per+capita+(1991+2009)-1226)
- Tratolixo: <http://www.tratolixo.pt/assets/docs/201605041462386034pp.pdf>
- http://www.tratolixo.pt/assets/docs/folheto_online.pdf



PLANO TERRA: TRANSFORMAÇÃO ESTRATÉGICA DE RESÍDUOS EM RECURSOS NA ÁGUAS DO NORTE

EARTH (TERRA) PLAN: STRATEGIC TRANSFORMATION OF WASTE INTO RESOURCES AT ÁGUAS DO NORTE

Pedro Bastos^a,

^aÁguas do Norte, Rua Dom Pedro de Castro, n.º 1. Vila Real, Portugal

RESUMO

A Águas do Norte recorre no momento atual a operadores de gestão de resíduos a quem contrata o serviço de transporte e entrega a destino final das lamas produzidas nas ETAR integradas no Sistema Multimunicipal de Abastecimento de Água e de Saneamento do Norte de Portugal.

As dificuldades de escoamento destes sólidos têm, no entanto, vindo a intensificar-se e os custos do serviço aumentado significativamente, comprometendo a sustentabilidade económica do atual modelo. De igual modo, a Águas do Norte pretende adotar práticas de maior sustentabilidade ambiental, um dos pilares da gestão da empresa.

A empresa entendeu, assim, ser o momento de dar resposta aos desafios resultantes de um novo paradigma de gestão, desenhando um plano global para a gestão destes resíduos que, pelo valor simbólico e pelo impacto que a implementação de tal plano terá na empresa, entendeu denominar por Plano TERRA – Transformação Estratégica de Resíduos em Recursos na Águas do Norte.

Palavras Chave – Lamas de ETAR, Transformação, Energia, Biossólidos

ABSTRACT

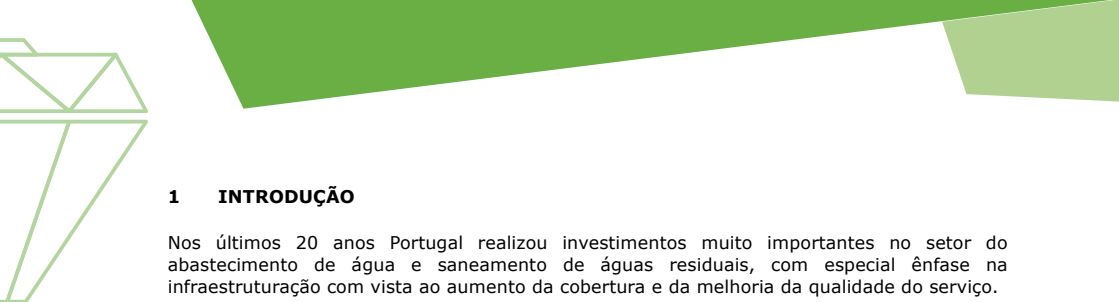
Águas do Norte currently delivers the transportation and final destination of the sludge produced in the wastewater treatment plants to “waste management operators”, which are companies specialized in these services.

Recently, difficulties in final disposing of these solids have been intensified and service costs have increased significantly, compromising the economic sustainability of the current model.

Additionally, Águas do Norte intends to adopt practices of greater environmental sustainability, one of the pillars of the company’s management.

Thus, the company understood that it was time to respond to the challenges resulting from a new management paradigm by designing a global plan for the management of this waste that, due to the symbolic value and the impact that the implementation of such a plan will have on the company, was named by EARTH (TERRA) plan – Strategic Transformation Of Waste Into Resources at Águas do Norte.

Keywords – WWTP Sludge, Transformation, Energy, Biosolids



1 INTRODUÇÃO

Nos últimos 20 anos Portugal realizou investimentos muito importantes no setor do abastecimento de água e saneamento de águas residuais, com especial ênfase na infraestruturação com vista ao aumento da cobertura e da melhoria da qualidade do serviço.

Com efeito, o país revela atualmente índices de cobertura e de qualidade do serviço globalmente satisfatórios, estando, a esse nível, o esforço de infraestruturação praticamente concluído. Para o cumprimento dessas metas Portugal teve acesso a financiamentos provenientes da União Europeia, muitos deles a fundo perdido.

A Águas do Norte, S.A., entidade gestora do Sistema Multimunicipal de Abastecimento de Água e de Saneamento do Norte de Portugal, não é exceção, como, aliás, assim o demonstram os indicadores de desempenho da empresa.

Depois de um período de forte investimento, a empresa encontra-se numa nova fase da sua vida: a exploração eficiente e com elevados níveis de qualidade de serviço das suas infraestruturas.

No domínio do saneamento, a sustentabilidade económica e ambiental passa a ser um dos principais pilares da gestão.

De entre os mais importantes contributos para os custos de globais de exploração dos sistemas de saneamento, encontra-se o transporte e destino final das lamas resultantes dos processos de tratamento.

De igual modo, esta atividade tem impactes ambientais significativos decorrentes dos continuados transportes necessários à garantia do escoamento deste subproduto e do seu destino nem sempre adequadamente controlado.

2 QUADRO DE REFERÊNCIA ATUAL

Nas instalações geridas pela Águas do Norte (direta ou indiretamente) a produção de lamas resultantes dos processos de tratamento de águas residuais é atualmente de cerca de 88.500 toneladas por ano.

Estas lamas são entregues a operadores de gestão de resíduos que têm por missão a sua valorização agrícola indireta após processos de compostagem.

Este processo de transformação traz, no entanto, opacidade ao acompanhamento da cadeia de valor associada ao serviço.

Tem-se, por outro lado, verificado que os custos de transporte e destino final de lamas têm uma tendência de forte crescimento, num mercado que apresenta baixa concorrência e elevada concentração da capacidade instalada em poucos operadores de gestão de resíduos.

Tal, resultará, igualmente, das crescentes dificuldades de cumprimento legal para a atividade de desembaraçamento das lamas, a que se associa a fiscalização apertada aos operadores por parte das autoridades ambientais

Neste contexto, a Águas do Norte entendeu desenhar um plano de atuação a implementar no curto prazo. Pelo valor simbólico e pelo impacto que a implementação de tal plano terá na empresa, entendeu denominá-lo de Plano TERRA – Transformação Estratégica de Resíduos em Recursos na Águas do Norte.

O Plano TERRA tem por objetivos:

- a. Acrescentar valor económico e ambiental à gestão de resíduos gerando biossólidos;
- b. Aumentar a independência em relação às condições do mercado de gestão de lamas, alargando a procura a mercados com maior valor acrescentado;
- c. Aumentar a capacidade de armazenamento diminuindo o risco de escoamento;
- d. Diminuir os custos operacionais com a gestão de lamas;
- e. Diminuir a pegada de carbono da gestão de lamas;
- f. Dar à Águas do Norte um papel mais ativo na cadeia de valor, aumentando a transparência das operações associadas à gestão de lamas.

3 CENÁRIO ADOTADO

Depois de analisados vários cenários suportados em diferentes tecnologias, o cenário adotado para futuros desenvolvimentos passa pelas seguintes soluções:

- a. Centralização de 25% das lamas para secagem em 6 Unidades de Secagem Solar disseminadas na área da concessão, numa lógica de otimização de transportes;
- b. Centralização de cerca de 75% das lamas produzidas nas ETAR de maior dimensão para processamento conjunto, num sistema de Digestão Anaeróbia a instalar numa ETAR de grandes dimensões localizada no concelho de Guimarães. A energia gerada permitirá suportar os consumos energéticos do sistema e ainda da referida ETAR.

As Unidades de Secagem Solar são, na prática, estufas dotadas de mecanismos de revolvimento das lamas, ventilação forçada e instrumentação de suporte, apresentando fácil operação e permitindo adicionalmente áreas relevantes de armazenamento.

Nas figuras seguintes apresentam-se um esquema e fotografias de sistemas deste tipo.

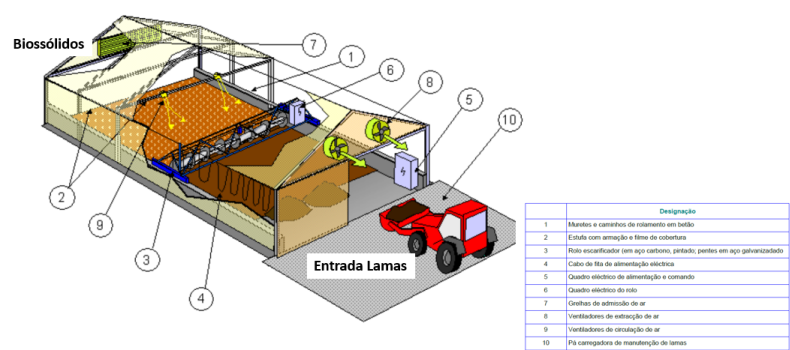


Figura 1. Esquema de Unidade de Secagem Solar



Figura 2. Unidade de Secagem Solar instaladas em Palma de Maiorca e Espanha

No que se refere à parte das lamas a sujeitar à digestão anaeróbia, a tecnologia que for adotada deverá ter em linha de conta que parte significativa das lamas a processar são do tipo secundário com menor potencial de digestão do que lamas primárias. Uma das alternativas a considerar poderá ser a hidrólise térmica das lamas previamente à sua digestão.

Nas figuras seguintes apresentam-se um esquema e fotografias de sistemas deste tipo.

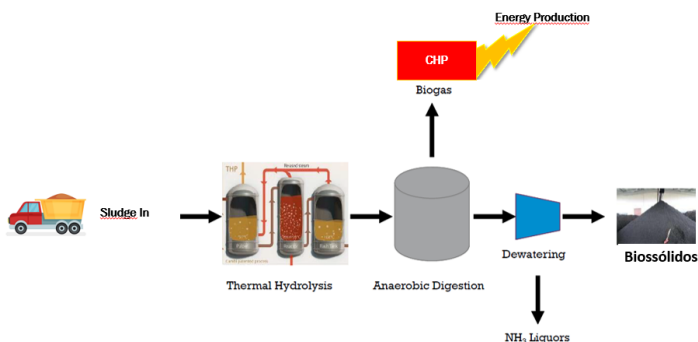


Figura 3. Esquema de Digestão Anaeróbia Precedida de Hidrólise Térmica



Figura 4. Instalações de Hidrólise Térmica em Atenas e Frederica

A definição das quantidades de lamas a processar nas várias Unidades de Secagem Solar e na Digestão Anaeróbia centralizada foi baseada em critérios de distância e de custos de

transporte, bem como no potencial de geração energética da unidade de cogeração alimentada a biogás.

O esquema seguinte identifica a localização prevista para as várias unidades de processamento de lamas.

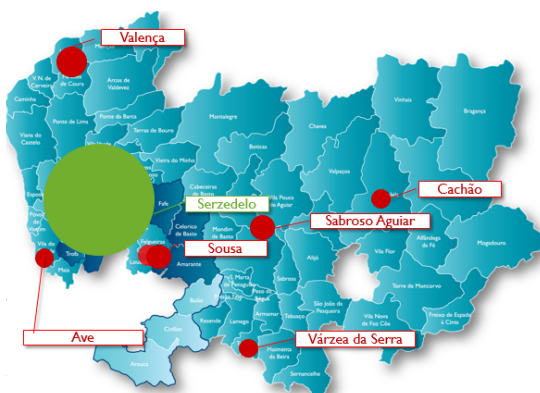


Figura 5. Identificação das Unidades de Processamento de Lamas

4 PRINCIPAIS RESULTADOS E CONCLUSÕES

O cenário adotado é uma solução de proximidade e integra um elevado nível de sustentabilidade. Alguns dos resultados da implementação deste plano serão:

- Permitir o aproveitamento quase total de espaços já disponíveis junto a ETAR existentes;
- Reduzir a quantidade de lamas (transformadas em biossólidos) enviadas a destino final de 88.500 t/ano para 32.200 t/ano (-64%);
- Gerar uma diminuição de 1.200.000 km/ano para cerca de 650.000 km/ano de transporte em camiões (-46%);
- Garantir a capacidade de armazenamento de biossólidos de 3 a 6 semanas nas Unidades de Secagem Solar e de 4 semanas no parque de biossólidos após Digestão Anaeróbia;
- Assegurar a produção de cerca de 7.700.000 kWh/ano de energia renovável, que poderá ser injetada na rede pública ou utilizada em autoconsumo na ETAR de Serzedelo, tornando-a energeticamente neutra.

Definidos os princípios e estabelecida a estratégia, a Águas do Norte está, neste momento, em fase de aprofundamento dos estudos conducentes à implementação do Plano TERRA, incluindo as análises económicas que são fundamentais na escolha das alternativas mais viáveis, pretendendo, assim, assumir a liderança das soluções baseadas na economia circular e dar um contributo relevante para a transição energética da nossa sociedade.



PRODUÇÃO DE ETANOL DE PALHA DE MILHO DE FITORREMEDIAÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS COM METAIS PESADOS

PRODUCTION OF ETHANOL FROM CORN STOVER FROM PHYTOREMEDIATION OF HEAVY METAL CONTAMINATED SOILS

Nídia Caetano^{a,b,*}, Ana Paula Marques^c, Paula Castro^c, Mariana Santos^b

^aLEPABE-Laboratory for Process Engineering, Environment, Biotechnology and Energy, Faculty of Engineering-University of Porto (FEUP), R. Dr. Roberto Frias S/N, 4200-465 Porto, Portugal

^bCIETI, School of Engineering (ISEP), Polytechnic of Porto (P.Porto), R. Dr. António Bernardino de Almeida, 431, 4249-015 Porto, Portugal

^cCBQF-Centro de Biotecnologia e Química Fina, Escola Superior de Biotecnologia, Universidade Católica Portuguesa, R. Diogo de Botelho 1327, 4169-005 Porto, Portugal

RESUMO

O aumento da contaminação do solo devido à agricultura intensiva e à industrialização motivou a necessidade de desenvolver técnicas para a remoção dos seus contaminantes. Atualmente, a fitorremediação é um dos processos mais utilizados, pois tem a vantagem de ser um tratamento que pode ser realizado no local contaminado (*in situ*). No entanto, a biomassa da fitorremediação, que pode conter altos níveis de contaminantes, tais como metais pesados, geralmente é depositada em aterro ou mesmo incinerada. Assim, a fim de valorizar os materiais lignocelulósicos que, de outra forma, seriam descartados, foi proposta a sua conversão a biocombustíveis líquidos. Este trabalho estudou a viabilidade do uso da palha de milho produzido na fitorremediação de solos contaminados com cádmio e zinco para a produção de etanol, a ser utilizado como biocombustível líquido. O estudo revelou a viabilidade técnica da produção de etanol, com produtividade específica (L etanol/ha solo) de cerca de 37-44% da obtida num solo não contaminado, devido ao correspondente abaixamento na produtividade específica de palha de milho no referido solo. Esta é uma alternativa potencialmente mais sustentável para a gestão destes resíduos.

Palavras Chave – Bioetanol; Cd; Fitorremediação; Milho; Zn.

ABSTRACT

Increasing soil contamination due to intensive agriculture and industrialization has motivated the need to develop techniques for the extraction of its contaminants. Currently, phytoremediation is one of the most commonly used processes since it has the advantage of being a treatment performed at the contaminated site (*in situ*). However, biomass from phytoremediation, that may contain high levels of contaminants such as heavy metals, is usually landfilled or even incinerated. Thus, in order to valorize lignocellulosic materials that would otherwise be discarded, its conversion to liquid biofuels was proposed. This study investigated the feasibility of using corn stover from phytoremediation of soils contaminated with cadmium and zinc for the production of ethanol, to be used as a liquid biofuel. The results proved the technical viability of ethanol production, with specific productivity (L ethanol/ha soil) of about 37-44% that of a non-contaminated soil, due to the corresponding lowering in the specific productivity of corn stover in the aforementioned soil. This is a potentially more sustainable alternative for the management of these wastes.

Keywords – Bioethanol; Cd; Corn; Phytoremediation; Zn.

* Autor para correspondência. Corresponding author.
E-mail: nsc@isep.ipp.pt (Prof. N. Caetano)

1 INTRODUÇÃO

O elevado crescimento populacional observado ao longo dos anos e a crescente procura por maior bem-estar e conforto têm impulsionado o crescimento tecnológico, com o consequente aumento dos consumos de matérias-primas e de energia (BP 2019). Os impactos ambientais associados à depleção de recursos naturais e ao uso intensivo de energia, predominantemente proveniente de fontes fósseis, levaram a sociedade moderna a procurar soluções novas e mais viáveis para a sociedade e o meio ambiente, visando reduzir essa dependência e contribuindo para a redução das emissões de gases com efeito de estufa (GEE), minimizando o potencial de aquecimento global. Assim, foram desenvolvidas tecnologias para o uso de recursos energéticos renováveis. Para o setor dos transportes, a conversão de biomassa em biocombustíveis é uma alternativa interessante, já que atualmente a maioria das tecnologias de energia renovável para esse fim ainda está em desenvolvimento (REN21 2018).

A contaminação do solo devido a atividades industriais, tais como a mineração, que introduz quantidades consideráveis de metais pesados em solos agrícolas, tem constituído uma preocupação crescente, já que a presença de metais pesados no solo o torna inutilizável para a agricultura alimentar (Silva *et al.* 2019). Consequentemente, a fitorremediação ocupou um papel importante na remediação dos solos, tornando-os novamente apropriados para o cultivo, removendo contaminantes (Coutinho e Barbosa 2007).

No entanto, a biomassa resultante deste processo, que contém elevadas concentrações dos metais pesados removidos, geralmente é eliminada por deposição em aterro, ou em alguns casos, incinerada, com uma perda significativa de recursos valiosos em tal processo.

Para valorizar essa matéria orgânica, e reduzir a concorrência com o setor agrícola alimentar, foi estudada a possibilidade de transformação de material lignocelulósico (palha de milho) resultante da fitorremediação de um solo contaminado com metais pesados (Cádmio e Zinco) em bioetanol. Também foi utilizado um material similar, cultivado em solo não contaminado (controlo). Avaliou-se o efeito da presença potencial desses metais pesados não apenas na produção de álcool, mas também na presença de metais pesados no biocombustível produzido.

2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

2.1 Pré-tratamento ácido da palha

Inicialmente, para a palha não contaminada, foi avaliado o efeito do ácido utilizado no pré-tratamento e remoção de lenhina. Foram usados o ácido clorídrico, nítrico ou sulfúrico a 3%, a uma temperatura de 85 °C, durante 24 h, com agitação a 40 rpm.

2.2 Hidrólise enzimática da palha pré-tratada

O pH da mistura pré-tratada resultante da etapa anterior foi subido até 5 com solução de NaOH a 40% e foi submetido à hidrólise enzimática utilizando a enzima Ultraflo (Novozymes) para hidrolisar a celulose e hemiceluloses presentes na palha, durante 24 h, à temperatura de 55 °C, com agitação a 40 rpm.

O teor de açúcares totais do licor hidrolisado foi avaliado usando o método do DNS.

2.3 Fermentação e recuperação do álcool

A levedura *Saccharomyces cerevisiae* foi usada para fermentar os açúcares simples libertados na etapa anterior a etanol (6 dias, em banho termostático a 37 °C, com agitação a 40 rpm, Figura 1), e finalmente o álcool foi recuperado em rotavapor (Figura 2).

O álcool obtido em cada teste foi quantificado por refractometria.

O procedimento (etapas 2.1 a 2.3) foi repetido para a palha de milho resultante da fitorremediação de um solo contaminado, utilizando o pré-tratamento ácido que promoveu o melhor resultado na etapa anterior.



Figura 1. Fermentação do hidrolisado de palha em banho termostático com agitação.



Figura 2. Recuperação do etanol em rotavapor.

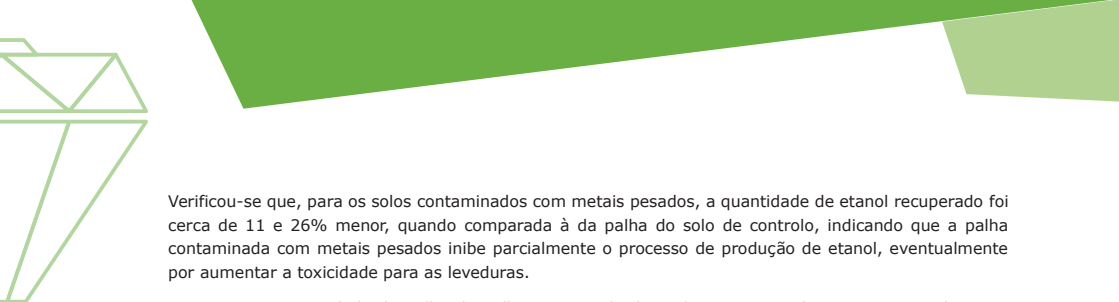
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ácido que promoveu a maior produção de etanol a partir da palha de milho do solo de controlo foi o ácido nítrico.

A Tabela 1 mostra a quantidade de etanol obtida a partir de cada uma das palhas de milho testadas, nas quais o ácido nítrico foi utilizado no pré-tratamento.

Quadro 1 – Quantidade de etanol recuperado a partir de 20 g de palha de milho (Santos 2019).

Tipo de solo	Concentração do Etanol recuperado (% v/v)	Volume de licor recuperado (mL)	Quantidade de Etanol recuperado (mL)
Controlo	0.74	292.4	2.7
Estarreja	0.66	287.7	2.4
Panasqueira	0.62	252.7	2.0



Verificou-se que, para os solos contaminados com metais pesados, a quantidade de etanol recuperado foi cerca de 11 e 26% menor, quando comparada à da palha do solo de controlo, indicando que a palha contaminada com metais pesados inibe parcialmente o processo de produção de etanol, eventualmente por aumentar a toxicidade para as leveduras.

Entretanto, a quantidade de palha de milho recuperada dos solos contaminados era aproximadamente metade da do solo de controlo.

Para verificar a presença de metais (zinco e cádmio) no bioetanol produzido, a palha de milho digerida após a hidrólise e a palha de milho seca também devem ser analisadas. Isso permitirá confirmar como a concentração de metais pesados pode influenciar a produção de etanol.

4 CONCLUSÕES

Este trabalho permitiu confirmar a viabilidade técnica da produção de etanol a partir de palha de milho produzida em solos contaminados com Zn e Cd.

O rendimento em etanol é cerca de 11% e 26% menor para a palha dos solos contaminados com metais pesados, do que para a palha do solo de controlo.

Como o rendimento em palha nos solos contaminados era cerca de 50% do obtido no solo de controlo, globalmente a produtividade específica em etanol de um solo contaminado está compreendida entre 37 e 44% da que seria possível obter num solo não contaminado.

Esta alternativa apresenta-se como potencialmente mais sustentável do que a eliminação da palha contaminada em aterro sanitário ou por incineração

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado por: Unidade de Investigação UID/EQU/00511/2019 - Laboratório de Engenharia de Processos, Ambiente, Biotecnologia e Energia – LEPABE - financiado por fundos nacionais através da FCT/MCTES (PIDDAC). Projeto PHYTOENERGY - 28761 - PTDC/BTA-BTA/28761/2017, financiado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER), através do COMPETE2020 – Programa Operacional Competitividade e Internacionalização (POCI) e com o apoio financeiro da FCT/MCTES através de fundos nacionais (PIDDAC).

REFERÊNCIAS

- BP (2019). *BP Energy Outlook 2019 – China*, 73.
- REN21 (2018). *REN21. Renewables 2018-global status report*, Paris, REN21 Secretariate; 2018.
- Silva T. J., Hansted F. A. S., Tonello P. S., Goveia D. (2019). Fitorremediação de Solos Contaminados com Metais: Panorama Atual e Perspectivas de uso de Espécies Florestais. *Rev. Virtual Quim.* 11 (1) 1–17.
- Coutinho H. D., Barbosa A. R. (2007). Fitorremediação: Considerações gerais e características de utilização. *Silva Lusit.*, 15 (1) 103–117.
- Santos M. H. (2019). *Produção de bioetanol a partir de resíduos de plantas usadas em fitorremediação de solos contaminados com metais pesados*. Dissertação de Mestrado em Energias Sustentáveis. Instituto Superior de Engenharia do Porto.

TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS DE ADEGA POR PROCESSOS DE PRECIPITAÇÃO COM CAL HIDRATADA E FERRO II

TREATMENT OF WINERY WASTEWATERS BY PRECIPITATION PROCESSES WITH HYDRATED LIME AND IRON II

Ana R. Prazeres^{a,b*}, Namira Siga^a, Silvana Luz^{a,c,d}, Eliana Jerónimo^{a,b}

^aCentro de Biotecnologia Agrícola e Agro-Alimentar do Alentejo (CEBAL)/Instituto Politécnico de Beja (IPBeja), 7801-908 Beja, Portugal.

^bInstituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas (ICAAM), Universidade de Évora, Pólo da Mitra, Ap. 94, 7006-554 Évora, Portugal.

^cEscola Superior Agrária de Beja, Instituto Politécnico de Beja (IPBeja), Rua Pedro Soares, Apartado 6155, 7800-295, Beja, Portugal.

^dDepartamento de Ingeniería Química y Química Física, Universidad de Extremadura, Av. Elvas s/n, 06071, Badajoz, Espanha.

RESUMO

As águas residuais de adega apresentam variações no volume produzido e nas características, apresentando alto conteúdo orgânico, compostos fenólicos e nutrientes. A combinação $\text{Ca(OH)}_2 + \text{FeSO}_4$ foi testada para o tratamento de águas residuais de adegas, recolhidas na região do Alentejo. Os ensaios foram realizadas em *batch* utilizando Ca(OH)_2 combinado com diferentes concentrações de FeSO_4 (100-1000 mg L⁻¹). Uma remoção de 76% de carência química de oxigênio (CQO) foi obtida para uma concentração de FeSO_4 de 1000 mg L⁻¹. Sob as mesmas condições, o teor de fenóis totais foi reduzido em cerca de 92%. A eliminação de fósforo total apresentou valores no intervalo de 71-86%, independentemente da concentração de FeSO_4 aplicada. Resultados semelhantes foram obtidos para remoção de turvação e redução de absorvância a 600 nm. As águas residuais tratadas apresentaram nutrientes (cálcio e magnésio) e alcalinidade (bicarbonatos). Uma diminuição do pH e aumento da condutividade foram obtidos na combinação testada. Apesar das altas eficiências de remoção dos indicadores de contaminação, as águas residuais tratadas exigem a aplicação de um pós-tratamento para descarga. No entanto, este sistema revelou-se um pré-tratamento promissor para águas residuais industriais de alta resistência.

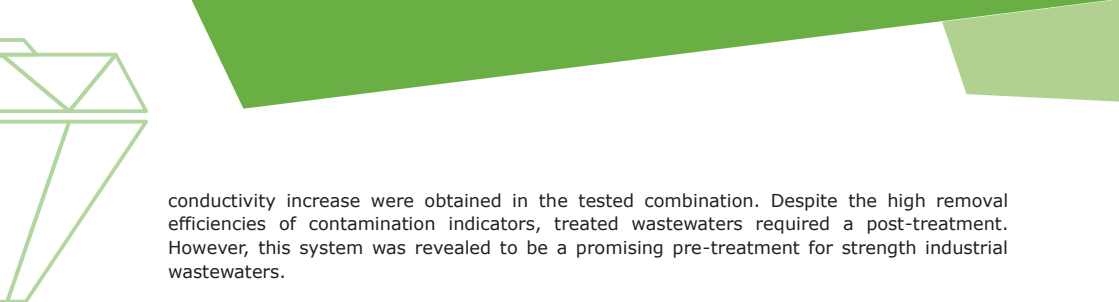
Palavras Chave – água residual industrial, contaminação orgânica, pré-tratamento, compostos fenólicos, fósforo total.

ABSTRACT

Winery wastewaters present variations in produced volume and characteristics, showing high organic content, phenolic compounds and nutrients. The combination $\text{Ca(OH)}_2 + \text{FeSO}_4$ was investigated for the treatment of a high-strength winery wastewater, collected in the Alentejo region. The experiments were performed in batch mode using Ca(OH)_2 combined with different doses of FeSO_4 (100-1000 mg L⁻¹). An optimum chemical oxygen demand (COD) removal (76%) was obtained at a FeSO_4 concentration of 1000 mg L⁻¹. Under the same conditions, the total phenol content was reduced in about 92%. Total phosphorus elimination was in the range of 71-86%, regardless of the concentration of FeSO_4 applied. Similar results were achieved for turbidity removal and absorbance at 600 nm reduction. Treated wastewaters presented nutrients (calcium and magnesium) and alkalinity (bicarbonates). A pH decrease and

* Autor para correspondência. Corresponding author.

E-mail: ana.prazeres@cebal.pt; anaritaprazeres@gmail.com (Doutora Ana R. Prazeres)



conductivity increase were obtained in the tested combination. Despite the high removal efficiencies of contamination indicators, treated wastewaters required a post-treatment. However, this system was revealed to be a promising pre-treatment for strength industrial wastewaters.

Keywords – industrial wastewater, organic contamination, pre-treatment, phenolic compounds, total phosphorus

1 INTRODUÇÃO

Em 2018, a produção mundial de vinho foi de 279 milhões de hL (Spennati et al., 2019). As águas residuais vitivinícolas são provenientes dos processos de limpeza realizados nos vários estágios de produção do vinho (Guimarães et al., 2019), gerando-se elevados volumes de água residual com grande impacto ambiental e na saúde pública. Flores et al. (2019) estima uma produção de águas residuais de até 4 m³/m³ de vinho produzido. A grande variação na produção de águas residuais ao longo do ano constitui outra das preocupações (Bolzonella et al., 2019). Além do elevado volume produzido e da variação anual, estas águas residuais caracterizam-se por elevado teor de matéria orgânica (Spennati et al., 2019) devido à presença de etanol, ácidos orgânicos, açúcares e compostos fenólicos (Malandra et al., 2003). Elevados valores de salinidade e nutrientes, e baixo pH têm sido reportados (Bolzonella et al., 2019).

A aplicação destas águas residuais no solo constitui uma prática antiga mas que provoca consequências negativas para o solo e águas superficiais e subterrâneas. Desta forma, estes efluentes requerem a aplicação de tratamentos adequados. Neste sentido, os efluentes vitivinícolas têm sido tratados por processos biológicos aeróbios e anaeróbios. No primeiro caso pode-se referir lamas ativadas, lagoas aeróbias, *jet-loop reactor* (JLR), *sequential batch reactor* (SBR) como processos biológicos aeróbios. No caso dos processos anaeróbios pode-se destacar a digestão anaeróbia, *upflow anaerobic sludge blankets* (UASB), *anaerobic fluidized bed reactor* (AFBR) e *upflow anaerobic filter* (UAF) (Luz et al., 2018). Os processos biológicos apresentam algumas limitações, tais como, elevado tempo de retenção e necessidade de microrganismos específicos. Assim, têm sido estudados tratamentos físico-químicos como oxidação avançada (Lucas et al., 2010) e separação por membranas (Ioannou et al., 2015). Os processos de separação por membranas apresentam algumas desvantagens, como a colmatção devido à presença de sólidos. Assim, neste trabalho pretendeu-se aplicar processos de precipitação cálcica com metais (Ferro II) para o tratamento de águas residuais provenientes de adegas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Recolha de águas residuais de adega

As águas residuais estudadas foram provenientes da Adega Ribafreixo Wines, localizada na Vidigueira. A recolha do efluente bruto foi realizada na primeira cuba da Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) da empresa. O efluente foi armazenado em recipientes de polietileno tereftalato a -20°C e 4°C.

2.2 Métodos analíticos usados

Os métodos analíticos usados para caracterização do efluente bruto e tratado podem ser encontrados em trabalhos prévios (Luz et al., 2018; Prazeres et al., 2019).

2.3 Tratamentos aplicados a águas residuais de adega

Os ensaios por precipitação química cálcica foram realizados utilizando um volume de amostra de 200 mL. Primeiro procedeu-se à adição de precipitante Ca(OH)₂ até atingir pH = 12,0 utilizando uma solução aquosa de cal hidratada de 200 g L⁻¹. Finalizado o ajuste de pH, procedeu-se à adição do precipitante FeSO₄ (100, 200, 400, 600, 800 e 1000 mg L⁻¹). A amostra foi agitada durante 1 minuto a 700 - 800 rpm, posteriormente a 300 - 400 rpm durante 1 minuto. Seguiu-se a sedimentação por um período de 24 horas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização físico-química de águas residuais de adegas

O Quadro 1 resume as propriedades físico-químicas das águas residuais em estudo. O efluente bruto tinha uma coloração escura, odor e elevada quantidade de sólidos suspensos. As amostras em estudo apresentavam pH próximo da neutralidade (6,80) e condutividade de 1,62 dS m⁻¹. As águas residuais exibiram uma CQO de cerca de 2000 mg L⁻¹, fósforo total de 210 mg L⁻¹ e fenóis totais de cerca de 28 mg L⁻¹. A alcalinidade foi devida principalmente à presença de bicarbonatos.

Quadro 1. Caracterização físico-química das águas residuais de adegas

Parâmetro	Unidades	Média ± Desvio padrão
pH	-	6,80±0,06
Condutividade	dS m ⁻¹	1,62±0,06
CQO	mg L ⁻¹	2003,3±423,35
Fósforo total	mg L ⁻¹	210,13±24,35
Fenóis totais	mg L ⁻¹	27,83±3,01
Alcalinidade devido a hidróxidos	mg L ⁻¹ CaCO ₃	< Limite de deteção
Alcalinidade devido a carbonatos	mg L ⁻¹ CaCO ₃	< Limite de deteção
Alcalinidade devido a bicarbonatos	mg L ⁻¹ CaCO ₃	815,6±96,1
Turvação	NTU	320,78±145,06
Absorvância a 220nm	cm ⁻¹	7,15±1,99
Absorvância a 254nm	cm ⁻¹	4,66±1,59
Absorvância a 410nm	cm ⁻¹	1,65±0,80
Absorvância a 600nm	cm ⁻¹	1,35±0,12
Dureza cálcica	mg L ⁻¹ CaCO ₃	110,8±12,86
Dureza magnesiana	mg L ⁻¹ CaCO ₃	64,0±21,54

3.2 Tratamentos aplicados a águas residuais de adegas

3.2.1. pH e condutividade

A aplicação de Ca(OH)₂ + FeSO₄ à água residual de adegas levou à redução do pH comparativamente ao efluente bruto, verificando-se a produção de águas residuais tratadas com pH no intervalo de 6,144-6,719. A aplicação de doses crescentes de FeSO₄ produz um aumento da condutividade nas águas residuais tratadas (1,633-2,055 dS m⁻¹) comparativamente ao efluente bruto.

3.2.2. Absorvâncias características

A aplicação de doses baixas de FeSO₄ (100-400 mg L⁻¹) levou à redução das absorvâncias a 220, 254 e 410 nm. A absorvância a 600 nm foi reduzida (70-75%) independentemente da dose de FeSO₄ aplicada.

3.2.3. Carência química de oxigénio, fósforo total e turvação

A aplicação de Ca(OH)₂ + FeSO₄ à água residual de adegas levou à redução de cerca de 50% de CQO quando se aplicou doses de FeSO₄ de 100 a 800 mg L⁻¹. Adicionalmente, a aplicação de uma dose de 1000 mg L⁻¹ de FeSO₄ permitiu aumentar a eficiência de eliminação de matéria orgânica para valores de 76%. A combinação de Ca(OH)₂ + FeSO₄ demonstrou ser bastante eficiente na remoção de fósforo total na água residual de adegas (71-86%), independentemente da dose de FeSO₄. Resultados semelhantes foram obtidos para a eliminação de turvação.

3.2.4. Fenóis totais

A aplicação de $\text{Ca(OH)}_2 + \text{FeSO}_4$ à água residual de adegas mostrou-se bastante eficiente na redução de fenóis totais, verificando-se eficiências de 92% quando se aplicou a concentração mais elevada de FeSO_4 .

3.2.5. Durezas e alcalinidade

A aplicação de $\text{Ca(OH)}_2 + \text{FeSO}_4$ à água residual de adegas levou à produção de águas residuais com conteúdo de cálcio e magnésio de 59,7-161,1 e 45,6-96,3 mg L^{-1} , respetivamente. A alcalinidade das águas residuais tratadas encontra-se na forma de bicarbonatos com valores no intervalo de 602,3-848,1 $\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$.

4 CONCLUSÕES

As águas residuais provenientes de adegas constituem um problema grave para o ambiente e saúde pública devido ao conteúdo orgânico, fenólico e de nutrientes, necessitando de tecnologias apropriadas para a sua gestão. A aplicação de processos simples, como a combinação de $\text{Ca(OH)}_2 + \text{FeSO}_4$, reduz a contaminação orgânica, fenólica e de nutrientes. Contudo, torna-se necessário a aplicação de um tratamento complementar para descarga.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa Operacional Regional do Alentejo (ALENTEJO 2020, Portugal 2020) pelo co-financiamento do projeto HYDROREUSE - Tratamento e reutilização de águas residuais agroindustriais utilizando um sistema hidropónico inovador com plantas de tomate (ALT20-03-0145-FEDER-000021), através do Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER). Os autores agradecem ainda à Adega Ribafreixo Sociedade Agrícola, Lda. pela cedência do efluente. Silvana Luz agradece também à FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia pela concessão de bolsa de doutoramento (SFRH/BD/129849/2017).

REFERÊNCIAS

- Bolzonella D., Papa M., Da Ros C., Muthukumar L.A., Rosso D. (2019). Winery wastewater treatment: a critical overview of advanced biological processes. *Critical Reviews in Biotechnology*, 39:4, 489-50.
- Flores L., García J., Pena R., Garfí M. (2019). Constructed wetlands for winery wastewater treatment: A comparative Life Cycle Assessment. *Science of The Total Environment* 659, 1567-1576.
- Guimarães V., Lucas M.S., Peres, J.A. (2019). Combination of adsorption and heterogeneous photo-Fenton processes for the treatment of winery wastewater. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06207-6>
- Ioannou L.A., Li Puma G., Fatta-Kassinos D. (2015). Treatment of winery wastewater by physicochemical, biological and advanced processes: A review. *Journal of Hazardous Materials* 286, 343-368.
- Lucas M.S., Peres J.A., Puma G.L. (2010). Treatment of winery wastewater by ozone-based advanced oxidation processes (O_3 , O_3/UV and $\text{O}_3/\text{UV}/\text{H}_2\text{O}_2$) in a pilot-scale bubble column reactor and process economics. *Separation and Purification Technology* 72 (3), 235-241.
- Luz S., Afonso A., Rivas J., Jerónimo E., Carvalho F., Prazeres A.R. (2018). Aplicação de processos de precipitação ácida para o tratamento de águas residuais de adegas/ Application of acid precipitation processes for the treatment of wastewater from a winery. 1º Conferência Internacional de Ambiente em Língua Portuguesa. Maio, Aveiro, Portugal. With scientific refereeing.
- Malandra L., Wolfaardt G., Zietsman A., Viljoen-Bloom M., 2003, Microbiology of a biological contactor for winery wastewater treatment. *Water Research* 37 (17), 4125-4134.
- Prazeres A.R., Fernandes F., Madeira L., Luz S., Albuquerque A., Simões R., Beltrán F., Jerónimo E., Rivas J. (2019). Treatment of slaughterhouse wastewater by acid precipitation (H_2SO_4 , HCl and HNO_3) and oxidation (Ca(ClO)_2 , H_2O_2 and CaO_2). *Journal of Environmental Management* 250, Article 109558.
- Spennati E., Casazza A., Perego P., Solisio C., Busca G., Converti A. (2019). Microalgae Growth in Winery Wastewater Under Dark Conditions. *Chemical Engineering Transactions* 74, 1471-1476.

VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS NA ECONOMIA CIRCULAR – O CASO DOS TELEMÓVEIS

WASTE VALORIZATION WITHIN THE CIRCULAR ECONOMY – THE MOBILE PHONES CASE

Catarina Gomes^a, Diana Jorge^a, Marco Fernandes^a, Morgana Weber^a, Rui Clemêncio^a, Elisabete Silva^{b,c}, Isabel Brás^{c,*}

^a Departamento de Ambiente, Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Viseu, Campus Politécnico de Repeses, 3504-510 Viseu, Portugal

^b LEPABE Laboratório de Engenharia de Processos, Ambiente, Biotecnologia e Energia, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto, Portugal

^c Departamento de Ambiente, Escola Superior de Tecnologia e Gestão e CI&DETS do Instituto Politécnico de Viseu, Campus Politécnico de Repeses, 3504-510 Viseu, Portugal

RESUMO

A produção de resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos (REEEs), traduz-se em elevados impactos ambientais. Contudo, já existem meios de valorizar os diversos componentes que os constituem. Com a evolução dos EEE's, os resíduos eletrónicos tendem a ter na sua constituição materiais diferentes e em diferentes concentrações, portanto, é imperativo que as técnicas de recuperação se adaptem a essas mudanças. Neste trabalho foi realizada a caracterização físico-química de telemóveis, a partir da análise imediata, e pela análise de elementos metálicos. Foi também caracterizada a toxicidade por lixiviação. Com os resultados obtidos, analisou-se a viabilidade de valorização destes resíduos, encontrando meios de inserir os metais novamente num processo produtivo, dentro de um conceito de economia circular. Verificou-se ser viável e recomendável a recuperação de metais evitando a poluição do meio ambiente, nomeadamente dos solos, pela lixiviação de substâncias tóxicas. Atualmente, os métodos biohidrometalúrgicos indicam ser a melhor opção para a valorização destes resíduos, sendo ambientalmente mais sustentáveis e com investimentos em equipamento reduzidos.

Palavras Chave – Resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos, recuperação de metais, telemóveis.

ABSTRACT

The production of waste electrical and electronic equipment (WEEE) translates into high environmental. However, there are already ways of enhancing the constituent components. As EEEs evolve, electronic waste tends to have different materials in their constitution and at different concentrations, so it is imperative that recovery techniques adapt to these changes. In this work the physicochemical characterization of mobile phones was performed, from the immediate analysis, and analysis of metallic elements. Leach toxicity was also characterized. With the obtained results, it was analyzed the viability of valorization of these residues, finding ways to insert the metals again in a productive process, within a circular economy concept. It has been found to be feasible and advisable to recover metals by avoiding pollution of the environment, particularly soil, by the leaching of toxic substances. Currently, biohydrometallurgical methods indicate to be the best option for the valorization of these residues, being more environmentally sustainable and with reduced equipment investments.

Keywords – Waste electrical and electronic equipment, metal recovery, mobile phones.

* ipbras@estgv.ipv.pt (Prof. Isabel Brás)

1 INTRODUÇÃO

A produção de Resíduos de Equipamentos Eléctricos e Electrónicos (REEEs) traduz-se em elevados impactes ambientais na medida em que contém metais na sua estrutura como cádmio, chumbo, alumínio, cobre, etc., e ainda alguns tipos de plásticos, vidros, borrachas e clorofluorcarbonetos (CFCs), importantes poluentes (Petter *et al.*, 2015). Já existem meios de reciclagem e reaproveitamento destes materiais, sendo para tal imperativo que se faça a recolha dos equipamentos em fim de vida de forma apropriada para que possam ser tratados e valorizados, em locais e de maneira adequada. Em Portugal, a gestão de REEE é regulamentada pelo Decreto-Lei n.º 152-D/2017, de 11 de dezembro, que estabelece medidas de proteção do ambiente e da saúde humana, com os objetivos de prevenir ou reduzir os impactos adversos decorrentes da produção e gestão desses resíduos, diminuir os impactos globais da utilização dos recursos, melhorar a eficiência dessa utilização, e contribuir para o desenvolvimento sustentável. Quando presentes em quantidades rentáveis, os metais com significado económico podem ser recuperados mediante dois ramos da metalurgia: pirometalurgia e hidrometalurgia, por meio de tratamentos térmicos e químicos, mediados por água ou outros solventes, respetivamente. Existem, porém, outro tipo de tratamentos e tecnologias alternativas que envolvem diferentes processos metabólicos e que são mais económicos e ambientalmente mais sustentáveis, os chamados métodos biohidrometalúrgicos. Relativamente aos métodos anteriores, estes mostram-se mais simples, de menor custo e reduzida poluição ambiental (Alkil *et al.*, 2015). O processo eletroquímico, a tecnologia com fluidos supercríticos, o método mecanoquímico e a utilização de líquidos iónicos são exemplos de técnicas emergentes na reciclagem de metais (Wang *et al.*, 2017). As recuperações das substâncias de interesse estão balizadas pelo seu valor económico, como indicado pelo Diagrama de Sherwood (Allen e Behmanesh, 1994) mas a progressiva necessidade e consequente escassez de metais para dar resposta às necessidades tecnológicas dos dias de hoje tornam a necessidade da procura de respostas urgente. O objetivo deste trabalho consiste na caracterização físico-química REEEs, nomeadamente telemóveis desativados, bem como definir métodos para os inserir num conceito de economia circular. Particular atenção foi dada à caracterização das placas de circuito interno onde se encontram o maior teor de elementos metálicos.

2 Metodologia

As amostras dos REEEs usadas para o desenvolvimento do presente estudo foram: amostra A - *smartphone*, e amostra B - telemóvel. A caracterização dos REEEs foi conseguida seguindo procedimentos normalizados, nomeadamente a análise imediata foi realizada de acordo com a EN 14346:2006. A avaliação da toxicidade foi executada de acordo com a EN 12457-4:2002. O procedimento para a análise dos metais das placas de circuito impresso (PCI) foi efetuado seguindo a norma EN 13650:2001, tendo sido aplicado a espectroscopia de absorção atómica por chama e por câmara de grafite.

3 Resultados

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados da caracterização das amostras em termos de análise imediata. Esta análise permite numa forma expedita conhecer o teor em matéria mineral pelo que se verifica que a amostra A apresenta um maior potencial de valorização de metais representando 76% da sua massa. Atendendo às diferenças encontradas para o teor de matéria volátil, considera-se que é uma característica que deverá ser tida em consideração aquando da aplicação dos processos de valorização convencionais por pirometalurgia e hidrometalurgia, bem como por biohidrometalurgia.

Tabela 1. Caracterização das amostras em termos de análise imediata

Parâmetros	Quantidade (%)	
	Amostra A	Amostra B

Humidade	0,3	0,3
Matéria volátil	24	72
Cinzas	76	28

Na constituição dos telemóveis, existem metais ferrosos, não ferrosos, preciosos e outros constituintes. Neste segmento, deverá ter-se em conta a percentagem de concentração do componente e qual o seu valor agregado para analisar a viabilidade de recuperação e reaproveitamento. Apesar das dificuldades técnicas dos processos inerentes à complexa recuperação de metais em REEEs, a existência de metais preciosos e de outros metais terá viabilidade económica desde que efetuada em larga escala. Mas muito para além das vantagens económicas, estão certamente as vantagens ambientais que contribuirão para a sustentabilidade (Allen e Behmanesh, 1994). Uma vez que a presença de metais está centralizada na placa de circuito interno, foram analisados os metais em amostras de PCI (Tabela 2). Considerando os valores obtidos verifica-se a predominância do cobre, obtendo-se valores semelhantes aos encontrados na literatura, confirmando-se ainda a presença de zinco, níquel e chumbo. Fez-se igualmente a análise a metais preciosos como o ouro e a prata e foram também encontrados valores semelhantes aos referidos na bibliografia (Park *et al.*, 2009).

Tabela 2. Presença de metais no PCI das amostras estudadas

Componente	Quantidade (%)		
	Amostra A	Amostra B	Diagrama de Sherwood (Allen e Behmanesh, 1994)
Zn	0,135	0,237	0,12
Cd	<LD	<LD	0,48
Cu	20,5	43,7	0,22
Ni	2,09	0,594	0,66
Pb	0,201	0,011	7,4

Tal como o referido anteriormente o Diagrama de Sherwood permite avaliar a viabilidade de recuperação dos metais pela análise da respetiva fração mássica. Comparando os resultados obtidos, constata-se que excetuando o caso do cádmio e do chumbo, os restantes elementos apresentam concentrações consideradas viáveis economicamente para serem valorizadas.

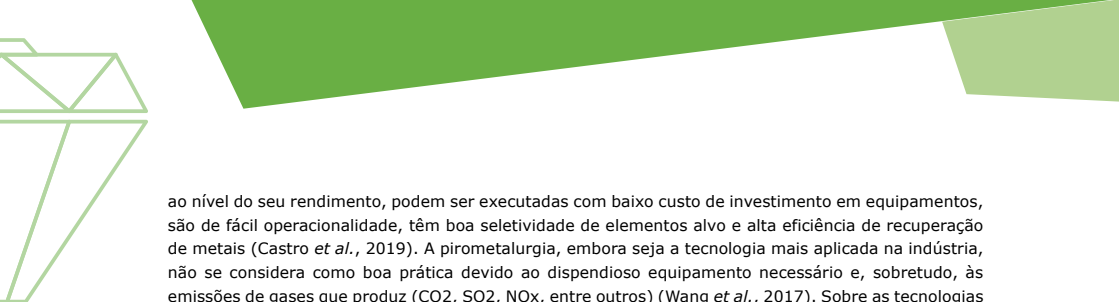
Por outro lado, a ausência da valorização destes REEEs e a consequente deposição em aterro poderá aumentar a toxicidade dos lixiviados. Pelo que se analisou o consequente impacto executando a avaliação da toxicidade do eluato obtido como descrito pela EN 12457-4:2002 (Tabela 3).

Tabela 3. Concentração dos metais no eluato das amostras estudadas

Componente	Quantidade (mg/Kg)		
	Amostra A	Amostra B	Decreto-Lei nº 183/2009 de 10 de agosto
Zn	33,76	4,09	50
Cd	<LD	<LD	2
Cu	2,22	3,99	50
Ni	1,13	2,47	10
Pb	<LD	0,779	10

Segundo a legislação, Decreto-Lei nº 183/2009 de 10 de agosto, é possível avaliar se estes produtos residuais são ou não perigosos numa situação de deposição e consequente lixiviação em aterro. Comparando os resultados obtidos com os valores limites definidos ao disposto para a admissão em aterros de resíduos não perigosos, verifica-se que estes resíduos não apresentam perigosidade. Contudo, salienta-se os teores de zinco obtidos que indicam ser o elemento metálico mais facilmente lixiviável comparativamente aos restantes elementos.

Com a evolução dos EEE's, os resíduos eletrónicos tendem a ter na sua constituição materiais diferentes e em diferentes concentrações, pelo que é imperativo que as técnicas também se adaptem a essas mudanças. Novos métodos devem ser desenvolvidos e os convencionais e emergentes devem ser afinados. No âmbito do trabalho elaborado e dos resíduos analisados, verifica-se que as melhores metodologias para extração e valorização dos metais neles contidos serão as que estão relacionadas com a biohidrometalurgia – Biolixiviação, Biossorção e Bioprecipitação. Mesmo apresentando desafios



ao nível do seu rendimento, podem ser executadas com baixo custo de investimento em equipamentos, são de fácil operacionalidade, têm boa seletividade de elementos alvo e alta eficiência de recuperação de metais (Castro *et al.*, 2019). A pirometalurgia, embora seja a tecnologia mais aplicada na indústria, não se considera como boa prática devido ao dispendioso equipamento necessário e, sobretudo, às emissões de gases que produz (CO₂, SO₂, NO_x, entre outros) (Wang *et al.*, 2017). Sobre as tecnologias emergentes referidas anetriormente, embora já demonstrem bons resultados, não há ainda muita documentação e são técnicas relativamente dispendiosas. A salientar que não há um só processo que possa atingir o objetivo máximo de reciclagem total de metais devido à complexidade dos resíduos, pelo que devem ser aplicadas tecnologias combinadas (Wang *et al.*, 2017). A valorização dos materiais, produtos ou subprodutos no conceito de economia circular dá-se por medidas de inovação, em extração e uso de materiais a partir de fluxos de resíduos, criação de novos materiais, produtos ou matérias-primas a partir de resíduos/subprodutos. O conceito de *urban mining* poderá ser cada vez mais uma garantia de recursos, para a indústria e para o estilo de vida nas nossas grandes cidades, que de uma forma mais sustentável garantem recursos a partir de resíduos. É fundamental para o desenvolvimento sustentável começar a pensar nos resíduos como matérias primas.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pela Fundação Portuguesa de Ciência e Tecnologia (FCT) através dos projetos UID / EQU / 00511/2019 - Laboratório de Engenharia de Processos, Ambiente, Biotecnologia e Energia (LEPABE) e através do Instituto Politécnico de Viseu pelo Centro de Estudos em Educação, Tecnologias e Saúde (CI & DETS).

REFERÊNCIAS

- Akcil A, Vegliò F, Ferella F., Okudan M. D., Tuncuk A. (2015). A review of metal recovery from spent petroleum catalysts and ash. *Waste Management*. 45, 420-433 dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2015.07.007
- Allen D., Behmanesh N. (1994). Waste as Raw Materials. National Academy Press. *The Greening of Industrial Ecosystems*. Washington, DC 69-89.
- Brunner H.B. (2011). Urban Mining A Contribution to Reindustrializing the City. *Journal of Industrial Ecology*. 15 (3) 339-341. doi.org/10.1111/j.1530-9290.2011.00345.x
- Castro C, Urbietta MS, Cazón JP, Donati ER. Metal Biorecovery And Bioremediation: Whether Or Not Thermophilic Are Better Than Mesophilic Microorganisms. *Bioresource Technology* (2019), doi: doi.org/10.1016/j.biortech. 2019.02.028.
- Park Y, Fray D (2009). Recovery of high purity precious metals from printed circuit boards. *Journal of Hazardous Materials*. 164, 1152-1158 doi:10.1016/j.jhazmat.2008.09.043
- Petter P.M.H., Veit H.M., Bernardes A.M. (2015). Leaching of gold and silver from printed circuit board of mobile phones *Metalurgy and materials*. 68(1) 61-68. dx.doi.org/10.1590/0370-44672015680152
- Wang M, Tan Q., Chiang J.F., Li J. (2017). Recovery of rare and precious metals from urban mines—A review. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*. 11 (5) 1-17 doi: 10.1007/s11783-017-0963-1

COMUNICAÇÕES ORAIS (A-Z)

Tema 2

Operação de Infraestruturas e Gestão de Resíduos





ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO SISTEMA DE AERAÇÃO PARA TRATAMENTO DE LIXIVIADO, CASO DE ESTUDO: LAGOA DE MISTURA COMPLETA ETE TUPÃ/SP

ENERGY EFFICIENCY ANALYSIS ON THE AERATION SYSTEM FOR LEACHATE TREATMENT. CASE: FULL MIXTURE POND AT TUPÃ EFFLUENT TREATMENT SATION / SP

Sílvia Sousa^a, Marcelle Guedes Acioly^{*}

^aFaculdade Maurício de Nassau, Braga, Portugal

^bITEP-PE, Recife, Brasil

RESUMO

O tratamento do percolato de aterros sanitários, também conhecido como lixiviado é um dos problemas fundamentais enfrentados pelo gerenciamento de resíduos sólidos em todo mundo. O sistema de lagoa aerada, apesar de apresenta maior simplicidade de operação, não se configura um processo de baixo custo, principalmente devido ao consumo de energia, sendo importante um projeto alinhado com a eficiência energética de seus equipamentos.

Este artigo, tem como objetivo, analisar os principais dados do sistema aerado da ETE municipal de Tupã - São Paulo, que apresenta um superdimensionamento em sua potência de aeração, calculada para final de plano.

Palavras Chave – Gerenciamento de resíduos sólidos, lixiviado de aterro sanitário, Lagoa aerada de mistura completa, potencia de aeração instalada, caracterisiticas de aeradores.

ABSTRACT

The treatment of landfill, also known as leachate, is one of the fundamental problems faced by solid waste management worldwide. The aerated lagoon system, despite having greater simplicity of operation, is not a low cost process due to energy consumption, being important a project aligned with the energy efficiency of its equipment.

This article aims to analyze the main data of the aerated system of the municipal Tupã - São Paulo, which aeration power is over dimensioned, calculated for the end of the plan.

Keywords - Solid waste management, landfill leachate, complete mix aerated lagoon, installed aeration power, aerator characteristics.

1 INTRODUÇÃO

Os aterros sanitários prevalecem como pilar dos sistemas de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos -RSU, decorrendo de sua implementação diversos impactos ambientais (Martinho *et al.*, 2018). Surge, portanto, a preocupação no destino final dos lixiviados, resultado direto dos agentes poluentes presentes na decomposição dos resíduos (Da Costa, 2015). Os lixiviados são caracterizados por apresentarem concentrações elevadas de compostos orgânicos, amônia e sais inorgânicos, incluindo, em alguns casos, metais pesados (Ganiqué *et al.*, 2007). A escolha do tratamento biológico de lixiviado, contendo lagoa aerada de mistura completa, é uma ótima opção para municípios com pequenas e médias populações, sendo necessário, dentre outros fatores, o diagnóstico da potência instalada dos aeradores e da quantidade de oxigênio necessária para tratamento do efluente, bem como garantir uma boa mistura de seus sólidos (Vom Sperling, 1996). Desta forma, iremos analisar o sistema de aeração da ETE Tupã, que recebe lixiviado do aterro sanitário em conjunto com esgoto sanitário e efluente industrial deste município, procurando analisar sua eficiência energética, que apresenta uma potência instalada bem acima da calculada para final de plano de seu projeto.

E-mail: silvia.sousa@higra.com.br (Eng^a.Sanitaria Silvia Sousa)
marcellequedes@hotmail.com (Msc, Eng^a Marcelle Acioly)

2 METODOLOGIA

2.1 Levantamento de dados

Para realização deste artigo foram utilizados dados fornecidos pelo fabricante dos aeradores - HIGRA, órgãos ambientais, pesquisa em artigos técnicos e autores renomados, afim de embasar toda nossa arguição.

Quadro 1- Dados Levantados

PARÂMETRO	QUANTITATIVO
DBO afluente – S_o (mg/l)	535
Tempo de detenção – t (d)	3,3
Constante de remoção de DBO – K (d^{-1})	1,3
Vazão afluente – Q (m^3/d)	11.931,84
Volume útil da lagoa (m^3)	19.487
Concentração de DBO solúvel efluente – S (mg/l)	66,54
Eficiência na remoção no campo – EO_{campo} (KO_2/KWh)	1.1

2.2 Área de estudo, características do aterro sanitário e ETE Tupã

O município de Tupã está localizado a 435 km de São Paulo e conta atualmente com cerca de 65 mil habitantes (IBGE, 2019). Em 2018 foi homenageado pela ABES, durante o 62º Congresso Estadual de Municípios, por conseguir atingir, além do padrão ambiental nacional, também o europeu de qualidade em saneamento básico (TUPÃ, 2018). Seu aterro sanitário recebe cerca de 30 t/d de resíduo sólidos orgânicos, obtendo em 2018 o Índice de Qualidade do Resíduo (IQR) igual a 9.0; classificado-se como “adequado” pela CETESB. O Lixiviado da lagoa é recolhido por caminhões e transportado até a ETE municipal, afim de promover a homogeneização da mistura deste com os esgotos sanitários. Sua ETE recebe efluentes distintos, tais como 132 l.s⁻¹ de esgoto doméstico, cerca de 12 m³.d⁻¹ de lixiviado oriundo do aterro sanitário municipal e uma contribuição, não quantificada, de efluentes da indústria de laticínio, apresentando uma eficiência acima de 90%. Após o tratamento, seus efluentes, são lançados no córrego Afonso XIII, pertencente à região Hidrográfica Aguapeí/Peixe (Bocchiglieri e Paganini, 2010).

3.RESULTADOS & DISCURSÕES

A ETE Tupã é formada por duas lagoas aeradas de mistura completa, seguida de duas lagoas de sedimentação. Atualmente existem dezoito aeradores instalados em duas lagoas aeradas de mistura completa, sendo nove aeradores de 40 cv em cada uma delas (Moura, 2007).

Segundo informações retiradas do catálogo técnico HIGRA (2019), os aeradores em questão são monoblocos, ou seja, o motor e o corpo do aerador são únicos. Essa característica faz com que haja uma diminuição nas perdas por atrito, através da transmissão entre seus componentes, melhorando sua eficiência, quando comparados a modelos de aeradores cujos motores são externos. Outra característica importante são as formações de minúsculas bolhas, oriundas do turbilhonamento das pás em conjunto com insuflamento do ar atmosférico. A massa de ar é captada através de um duto que vem desde a superfície até o centro do rotor, criando uma zona de baixa pressão, sendo o ar distribuído no efluente a partir da câmara de sucção, existente no corpo do Equipamento. O ar entra por esse duto, passa pelas pás, quebrando seu volume, realizando dessa forma sua transferência, chegando a fixar até 55% do oxigênio aspirado no efluente.

Para análise do sistema de aeração foi calculado o requisito de oxigênio – $Ro = a \cdot Q \cdot (S_o - S)$, KO_2/h (eq.1), a potência de aeração – $Potência = \frac{Ro}{EO}$, KW ou Cv (eq.2) e a concentração de DBO solúvel efluente – $S = \frac{S_o}{1 + K \cdot E}$, mg/l (eq.3) (Jordão e Pessôa, 1995).

Onde:

Ro = Requisito de oxigênio (KO_2/h)

$a = 1,0$ (coeficiente de oxigenação)

S_o = DBO total afluente (mg/l)

S = DBO solúvel efluente (mg/l)

K = constante de remoção de DBO (d^{-1})

E = Eficiência de oxigenação (KgO_2/kWh)

EO = eficiência de oxigenação no campo (KgO_2/kWh)

Quadro 1. Projeto final de plano 2020 (Bocchiglieri e Paganini, 2010)

Para uma lagoa aerada de mistura completa, a eficiência de oxigenação padrão (EO) será de 1,8 kgO_2/kwh , para aeradores flutuantes de alta rotação. A eficiência de oxigenação no campo será 60% da eficiência de remoção padrão (EO), sendo que, a densidade de potência $\phi = \frac{POT}{m^3}, \text{W/m}^3$ (eq. 4) para lagoas aeradas, deve ser $\geq 4 \text{ kgO}_2/\text{kwh}$ (Von Sperling, 2002). Conforme dados obtidos no catálogo técnico HIGRA (2019), os aeradores de 40 Cv, fornecem $72 \text{ kgO}_2/\text{h}$, sendo que as 18 unidades perfazem um total de $1.296 \text{ kgO}_2/\text{h}$. Da mesma forma temos que, para 10 cv a quantidade de oxigênio fornecida seria de $17,5 \text{ kgO}_2/\text{h}$, com total de oxigênio fornecido pelos 18 aeradores de $315 \text{ kgO}_2/\text{h}$. A coluna (1) mostra os dados dos aeradores atualmente instalados; (2) dados de projeto; (3) dados calculados e (4) dados dos aeradores sugeridos com menor potência.

Quadro 2. Dados dos Aeradores

Dados	(1) Atual	(2) Projeto	(3) Calculado	(4) Sugerido
Requisito de Oxigênio – RO_{Total} (kgO_2/h)	1.296	213	142	315
Requisito de Oxigênio – RO_{aerador} (kgO_2/h)	72	11,83	7,9	17,5
Densidade de potência – ϕ (W/m^3)	27,17	12,98	6,62	6,81
Potência requerida – P (Cv)	730	344	175	180
Potência aerador – P (Cv)	40	19,11	9,72	10

Os cálculos de projeto servem como parâmetro para seleção dos equipamentos que mais se adequar aos dados obtidos (Nasraui, 2016). O aerador atual (1) apresenta valores muito superiores ao necessário para a oxidação da DBO efluente, quando comparados as colunas (2), (3) e (4). Não estamos questionando os dados obtidos no projeto original, no entanto, podemos observar que os valores calculados (3) e sugeridos (4), estão mais coerentes com os dados de projeto (2), quando comparados aos equipamentos instalados (1). Observamos também que a quantidade de oxigênio - RO fornecido pelo aerador (4) de 10 CV, é maior que o informado no projeto (2) e do calculado (3), bem como sua densidade de potência – ϕ (4), atende aos critérios estabelecidos por Von Sperling (2002), ou seja $\phi \geq 4 \text{ W/m}^3$, sendo que o aerador (4) e o calculado (3), apresentam a mesma densidade de potência, ou seja $\phi = 7,0 \text{ W/m}^3$.

4.CONCLUSÃO

Concluimos então que o aerador de 10 CV atende plenamente aos requisitos necessários para oxidação dos efluentes da lagoa aerada da ETE Tupã, sem comprometer sua eficiência de tratamento, reduzindo efetivamente o gasto energético. Para não haver troca dos aeradores, a realização de um estudo com automação, envolvendo demanda de oxigênio, por variação de vazões de pico, poderia ser uma solução plausível, bem como a análise de redução do funcionamento e/ou eliminação de alguns aeradores ao longo de sua lagoa.

REFERÊNCIAS

- IBGE (2019). *Panorama*, 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/tupa/panorama>>. Acesso em: 30 set. 2019.
- Bicudo, J. R. (1996). *Tratamento e destino final das águas lixivantes*. Curso sobre Valorização e Tratamento de Resíduos. Prevenção, Recolha Selectiva, Compostagem e Confinamento em Aterro. LNEC/APESB, Lisboa, 10-12 Dezembro.
- Bocchiglieri, Miriam Moreira; Paganini, Wanderley da Silva (2010). *Tratamento conjunto de lixiviados de aterros em estações de tratamento do sistema público de esgotos na ETE Tupã – São Paulo*. Disponível em: http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/30. Acesso em: 22 de Setembro de 2019
- Da Costa, T.J.S.(2015). *Tratamento de Lixiviados de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos em Portugal*. Disponível em: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/1126295043834752/Dissertacao%20-%20versao%20final.pdf>. Acesso em: 25 de Setembro de 2019

Ganigué, R. et al. (2007). *Partial ammonium oxidation to nitrite of high ammonium content urban landfill leachates*. Water Research, v. 41, n. 15, p. 3317-3326.

HIGRA (2019) :*Linha de aeradores e misturadores*. Disponível em: https://sidrasul.com.br/wp-content/uploads/2014/04/folder_aeradores_A4_2014.pdf. Acesso 23 de Setembro de 2019.

Jordão, E.P., Pessôa, C.A. (1995), *Tratamento de esgotos doméstico*. 3ª edição, ABES.

Levy, J. Q. (2006). As ETAL em Portugal. In Seminário "Tratamento de Águas Lixiviantes", APEA, Auditório da RESIOESTE, Cadaval, 21 de Setembro.

Levy, J. Q.; Santana, C. (2004). *Funcionamento das estações de tratamento de águas lixiviantes e ações para a sua beneficiação*, CESUR, Lisboa. Estudo elaborado para o INR.

Löblich, S. (2006). *Sistemas de Tratamento de Lixiviados-Panorama e Soluções para Tratamento Terciários para Descarga Directa no Meio Hídrico*. In Seminário "Tratamento de Águas Lixiviantes", APEA, Auditório da RESIOESTE, Cadaval, 21 de Setembro.

Mano, A. P. (2006). *Remoção de Nutrientes por Via Biológica*. Textos de Apoio para a Disciplina de Sistemas de Tratamento de Águas e Efluentes - Licenciatura em Engenharia Ambiente, Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa (DCEA-FCT/UNL).

Martinho, M.G.; Santana, F.; Santos, I. M.; Santos, J. M.; Brandão, A. S. (2008). *Relatório Técnico sobre gestão e Tratamento de Lixiviados Produzidos em Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos - 1º Relatório Progresso (Abril 2008)* Estudo elaborado para o IRAR, ao abrigo do Protocolo DCEA.PS.259.Lixiviados.GM. Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa (DCEA-FCT/UNL).

Metcalf, Leonard; Eddy, Harrison P.(2016). *Tratamento de Efluentes e Recuperação de Recursos*. 5. ed. Porto Alegre: Mcgraw-hill, 2008 p.

Moura, Greco(2007). Reletório de visita técnica: Acompanhamento, montagem, instalação e partida de 18 aeradores modelo TORNADO-40 - SABESP – Estação de Tratamento de Esgoto de Tupã / SP. 10 de dezembro de 2007.

Nasraui, Patricia (2016). *Dimencionamento de lagoas aeradas seguidas de lagoas de sedimentação*. Revista Hydro Edição: Hydro Setembro 2016 - Ano - XI No 119 . Disponível em: <http://www.arandanet.com.br/assets/revistas/hydro/2016/setembro/index.php?page=36> .Acesso :23 de Setembro de 2019.

SILVA, A.C.; DEZOTTI, M.; SANT'ANNA JR., G.L. *Treatment and detoxification of a sanitary landfill leachate*. Chemosphere, v. 55, n. 2, p. 207-214, 2004.

Tupã (2018), *Saneamento básico em Tupã é comparado a padrão Europeu de qualidade*. Disponível em: <https://www.tupa.sp.gov.br/noticia/4135/saneamento-basico-em-tupa-e-comparado-a-padrao-europeu-de-qualidade.html> Acesso em: 30 set. 2019.

Von Sperling, M (2002). *Lagoas de Estabilização: Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias*. 2a Ed. Belo Horizonte: UFMG, 196 p.

DIAGNÓSTICO PARA APLICAÇÃO DO SIG NA RECOLHA E TRATAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM BENGUELA

DIAGNOSIS FOR GIS APPLICATION IN COLLECTION AND TREATMENT OF URBAN SOLID WASTE IN BENGUELA

Josefina Cassinda^a, Carlos Neto^{b,*}

^aFaculdade de Ciências da Universidade Agostinho Neto, Luanda, Angola

^bFaculdade de Ciências da Universidade Agostinho Neto, Luanda, Angola

RESUMO

Os resíduos sólidos produzidos nas cidades representam um dos grandes problemas a ser resolvido pelas administrações públicas situação que se agrava com o rápido crescimento da população e incremento da produção do lixo. Assim, no presente trabalho realiza-se um diagnóstico para a aplicação do sig na gestão de resíduos sólidos urbanos no município de Benguela, através de análises espaciais geográficas usando metodologias baseadas em Sistemas de Informações Geográficas (SIG), atendendo à legislação e normas vigentes. Várias informações sobre esta região foram recolhidas e digitalizadas, posteriormente foram processadas utilizando-se ferramentas de Sistemas de informação geográfica (SIG). O resultado mostrou que o processo de escolha de local para instalação de contentores e aterro sanitário no município pode ser significativamente melhorado, utilizando-se métodos de geoprocessamento com base nos critérios a definir assim como determinadas condições de restrição a definir na metodologia que será aplicada e validada no município de Benguela.

Palavras Chave – Resíduos sólidos, município de Benguela, Gestão geoespacial, SIG, normas.

ABSTRACT

Solid waste produced in cities is one of the major problems to be solved by public administrations. This situation is aggravated by the rapid growth of the population and the increase in waste production. Thus, the present work makes a diagnosis for the application of sig in the management of urban solid waste in the municipality of Benguela, through geographic spatial analysis using methodologies based on Geographic Information Systems (GIS), in compliance with current legislation and standards. Various information about this region was collected and digitized, later processed using Geographic Information Systems (GIS) tools. The result showed that the process of choosing a site for the installation of containers and landfill in the municipality can be significantly improved by using geoprocessing methods based on the criteria to be defined as well as certain restriction conditions to be defined in the methodology that will be applied and validated in the municipality of Benguela.

Keywords – Solid waste, municipality of Benguela, geospatial management, GIS, standards.

* *Autor para correspondência. Corresponding author.*
E-mail: carlosandneto@hotmail.com (Doutor Carlos Neto)

1 INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos são um dos principais problemas ambientais enfrentados pelo mundo e em muitos países emergentes. resíduos sólidos (BARRA et al., 2006, NAGAPAN et al., 2013, OLIVEIRA, 2012).

O crescimento populacional desordenado e crescimento econômico criaram uma pressão maior nos recursos naturais, sendo eles renováveis ou não. Independentemente deste factor, o consumo de matéria-prima para a construção de assentamentos humanos vem causando sérios danos aos compartimentos ambientais (CAMPOS et al., 2014), principalmente ao que tange à contaminação da água, solos e os potenciais danos à saúde humana. Segundo Poon (2007), na maioria dos países a indústria de construção consome uma gama muito grande de recursos naturais, gerando, consequentemente, uma grande quantidade de resíduos.

Seu rápido crescimento mundial nas últimas décadas resultou em um aumento enorme na geração de resíduos da construção e demolição provocando, assim, uma considerável carga sobre o ambiente (AMORES et al., 2013). O mesmo acontece em Angola: o sector da construção civil e do comércio vem ganhando força e cresce de acordo com o crescimento do país e para que a indústria continue neste ritmo é necessária utilização de recursos naturais, havendo assim a geração de resíduos durante todo o processo.

Muitos destes resíduos recebem destinos inadequados, em locais que não correspondem tecnicamente aos padrões exigidos pelas normas e políticas públicas que dizem respeito aos resíduos sólidos em geral. A disposição, quando for necessária, para que seja feita de maneira correta necessita de uma área apta (que atenda aos requisitos ambientais, sociais e econômicos) a receber os RSU. É de suma importância que os danos ao meio ambiente, à economia e à saúde humana sejam em menores escalas e, portanto, menos impactantes. A escolha da área leva em consideração diferentes critérios, logo leva tempo e necessita de uma análise detalhada. A localização incorreta dos aterros poderia resultar em problemas como custos sociais, econômicos e danos ao meio ambiente, assim sendo, técnicas adequadas são necessárias para a identificação de locais em potencial para construção de um aterro (GBANIE et al., 2013).

A seleção dos locais de disposição de resíduos sólidos exige factores que devem ser integrados e analisados corretamente. O SIG tem a capacidade de manipular e simular os dados necessários, reunidos de diversas fontes. A ferramenta combina análise dos dados espaciais como mapas, fotografias aéreas e imagens de satélite; e esses factores a tornam essencial para estudos de localização, especialmente para implantação de aterros (CHURCH 2002, apud ALSAAIDEH, ALHANBALI e KONDOH, 2011).

É necessário promover uma gestão eficiente e sustentável das actividades inerentes à gestão de resíduos urbanos, desenvolvendo uma política integrada de gestão, que fomente a redução na fonte e estimule a reutilização e reciclagem, bem como a sua valorização e deposição final em condições seguras assegurando uma actualização permanente das soluções adoptadas face aos progressos científicos e tecnológicos verificados neste sector.

Portanto, é clara a necessidade de um processo que possa indicar possíveis áreas aptas à construção do aterro para o Núcleo Urbano Central (pertencente ao Município de Benguela), e que seja menos demorado, menos oneroso e que auxilie na tomada de decisão por parte dos envolvidos, levando em consideração diferentes critérios contanto que atendam aos requisitos ambientais, sociais, normativos e construtivos previamente determinados pelas normas e políticas públicas vigentes.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho de campo teve por objectivo o contacto com a realidade do município e o levantamento ou complementação de informações não disponíveis no conjunto de dados espaciais digitais. Foram visitados a zona urbana, as lagoas naturais, as manchas de vegetação residual, o relevo, a faixa de praia e verificados diversos elementos de infraestrutura da região, tais como estradas e redes elétricas, identificando-se também a localização do depósito de lixo do município. Algumas informações cartográficas inexistentes na base cartográfica disponível foram actualizadas com o auxílio de um receptor GPS (Global Positioning System), a localização do depósito de lixo e o traçado da estrada de acesso ao actual depósito.

Para a realização do trabalho foram utilizados vários equipamentos, softwares e material cartográfico, dentre os quais se destacam a Carta geológica de Benguela, a Cartas fisiográficas de Angola, o Mapa das unidades de mapeamento de solo da região, em meio digital, Mapa dos limites municipais. Foi também utilizado um Aparelho receptor GPS (Global positioning system) além dos Arquivos digitais das redes viária e hidrográfica e das curvas de nível. Também foram obtidos Mapas geológico, hidrográfico de Benguela mapas do tipo do solo, mapa de cobertura vegetal, mapa de declividade, em meio digital, além de Modelo digital de elevação, gerados a partir das curvas de nível, em meio digital, dados referentes a projecção populacional e geração de resíduos, .

Foram recolhidos e compilados dados sobre os conceitos gerais relacionados com os resíduos sólidos urbanos e sua gestão além do impacto que provoca a sua inadequada deposição, aterro sanitário e aspectos técnicos relacionados, os cenários de deposição actual dos resíduos sólidos no município de Benguela, e uma revisão sobre algumas metodologias aplicadas na avaliação e seleção de área para instalação de aterros sanitários.

3 PROPOSTA DE ESCOLHA DE UMA NOVA ÁREA PARA CONSTRUÇÃO DO ATERRO

Na escolha da área para construção de um novo aterro sanitário alguns aspectos relevantes devem ser considerados, tais como os impactos ambientais que esta área poderá sofrer com esta nova construção. Por isso para controle e monitoramento desta área dentro de um Sistema de Informação Geográfica faz-se necessário adicionar em um banco de dados algumas informações sobre o ecossistema da região, tais como, fauna, flora, área rural e urbana, rodovias, rios etc.

Na realização deste projecto serão apresentadas algumas propostas para realização deste projecto. No que diz respeito aos aspectos físicos que devem ser observados, devem ser elaborados mapas temáticos referentes aos temas de geologia, hidrografia, viário, aeroportuário e uso e ocupação do solo, todos em escala aproximada de 1:50.000 ou 1:100.000. Esses mapeamentos devem ser cruzados ou sobrepostos utilizando a ferramenta SIG.

Para seleção do local ideal para construção do aterro sanitário, alguns requisitos devem ser observados, tais como, controle dos riscos de contaminação do ambiente físico e biótico, afastamento de zonas habitadas, distâncias das zonas de coleta, distância de coleções hídricas, multiplicidade de acessos, jazida de material de cobertura, horizonte de vida útil do local, valor venal e facilidade de aquisição, infraestrutura disponível, viabilidade econômica e operacional, necessidade de recuperação ambiental ou estrutural do terreno, enquadramento na lei de uso e ocupação do solo e inexistência de impedimentos ambientais, legais de segurança e políticos.

4 CONCLUSÕES

A utilização de um Sistema de Informação Geográfica para a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos do município de Benguela permitirá que a construção de um novo aterro sanitário seja implantada em um local adequado respeitando as legislações pertinentes e vigentes e visando principalmente atender as questões sócio-ambientais. Espera-se também que com a implantação do novo aterro, a gestão dos resíduos sólidos urbanos seja realizada de forma eficiente trazendo benefícios para o município como um todo. A execução deste projecto permitirá também mostrar o quão é importante e eficiente a utilização de um SIG dentro do planejamento urbano de um município de grande porte, como é caso de Benguela.



O objectivo principal do estudo apresentado consistiu em elaborar uma base de dados, que englobasse as partes intervenientes do sistema de gestão e a sua aplicação ao caso de estudo do município de Benguela. As etapas definidas neste procedimento contêm a elaboração da base de dados em Access, a criação da Geodatabase, edição e visualização em Sistemas de Informação Geográfica e, por fim, a comparação do modelo actual com a nova proposta.

Os SIG aplicados à gestão de RU apresentam um enorme potencial de oportunidades, porém, ainda é possível constatar dificuldades em algumas medidas decorrentes da falta de normas relativas a especificações e modelos de organização da informação que necessitam de ser estabelecidas, além disso, existe ainda um longo caminho a percorrer nos sistemas de gestão de RU e pequenos contributos poderão fazer a diferença no futuro, como consciencializar e sensibilizar a sociedade da importância das suas atitudes e comportamentos face à gestão de RU.

REFERÊNCIAS

- ALSAAIDEH, B; AL-HANBALI, A; KONDOH, A. (2011) Using GIS-Based Weighted Linear Combination Analysis and Remote Sensing Techniques to Select Optimum Solid Waste Disposal Sites within Mafraq City, Jordan. *Revista Journal of Geographic Information System*. Japão, n. 3. Disponível em: . Acesso em: 05 out. 2013.
- AMORES, C. P. et.al. (2013) Best practice measures assessment for construction and demolition waste management in building constructions, Resources. *Revista Conservation and Recycling*. Madri, n. 75, p. 52-62, mar.. Disponível em:<. Acesso em:05 out. 2013
- CAMPOS, L. P et al. (2014) Importância dos itens materiais que compõem a receita da coleta seletiva de Resíduos Sólidos Urbanos. *Tkhne e Logos*. n. 1, p. 1-13. Botucatu, São Paulo,. Disponível em: < <http://www.fatecbt.edu.br/seer/index.php/tl/article/view/256>>. Acesso em: 3 jun. 2014.
- Costa, E. S., Oliveira, N. F., Reis, P. A., Schmidt, M. A. R. (2013) .Utilização de um SIG no gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos. IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental – Salvador/BA-25-28/11/2013
- GBANIE et al. (2013) Modelling landfill location using Geographic Information Systems (GIS) and Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA): Case study Bo, Southern Sierra Leone, *Applied Geography* 36, pag. 3-12,
- GUEVARA,M.D.F., MAJER, R.C., PEREIRA, H.S., GREGOLIN, P.R., PAZ, M.F, LEANDRO,D., CORRÊA, L.B., NADALETI, W.C., CORRÊA, E.K.,(2017) Escolha de áreas potenciais para localização de um aterro sanitário no município de pelotas/rs utilizando sistema de informações geográficas. Universidade Federal de Pelotas, Brasil
- Monteiro, J. F. B. (2009) Os SIG aplicados á gestão de recolha de resíduos urbanoos. Universidade de Aveiro, Departamento de Ambiente e Ordenamento.
- NAGAPAN, S., RAHMAN, I. A., ASMI, A., MEMON, A. H., ZIN, R. M. (2012) Identifying causes of construction waste-case of Central Region of Peninsula Malaysia. *International Journal of Integrated Engineering*, v. 4, n. 2,.
- OIIVEIRA; V. F; OLIVEIRA, E. A. A. Q. (2012) O Papel Da Indústria Da Construção Civil Na Organização Do Espaço E Do Desenvolvimento Regional. The 4th International Congress University Industry Cooperation. Taubaté,. Disponível em: < <http://www.unitau.br/unindu/artigos/pdf570.pdf>>. Acesso em 03 jul. 2014.
- POON, C.S. (2007) Reducing construction waste. *Waste Management*. Hong Kong, n. 27, p.1715–1716,. Disponível em: . Acesso em: 05 out. 2013.

OPTIMIZAÇÃO NA RECOLHA DE RESÍDUOS SÓLIDOS UTILIZANDO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

SOLID WASTE COLLECTION OPTIMIZATION USING GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM

Arcádio Roberto^a, Aida Panzo^b, Daniel Quicuxe^c, Carlos Neto^{d,*}

^{a,b,c,d}, Faculdade de Ciências da Universidade Agostinho Neto, Luanda, Angola

RESUMO

O aumento contínuo e crescente de produção de resíduos sólidos em Luanda agravada pela dispersão urbana fruto de construções desordenadas e a necessidade de redução das despesas públicas, há necessidade de se racionalizar os custos envolvidos na gestão dos resíduos sólidos. Assim a fim de suprir deficiências na recolha dos resíduos sólidos e atender as características particulares do município de Belas, no presente trabalho adopta-se uma metodologia para a optimização da recolha de resíduos sólidos baseada em sistemas de informação geográfica e apoiadas por imagens de satélite com resolução e geometria adequadas. Foram produzidos mapas temáticos sobre o uso do solo, rede de estradas e localização dos contentores a partir dos quais foram realizados Buffers com raio de cobertura de 300 metros para 15 pontos existentes. Foi possível verificar áreas que carecem de contentores e 30 pontos com amontoados de lixo sendo por isso necessários um total de 28 contentores, 13 novos e 15 existentes para a redução dos amontoados e também, evitar que os habitantes percorram longas distâncias. Os circuitos de recolha elaborados foram optimizados usando o sistema de informação geográfica de forma a reduzir os custos e rentabilizar os recursos.

Palavras Chave – Resíduos sólidos, Optimização de rotas, mapas temáticos, SIG, imagens de satélite

ABSTRACT

The continuous and increasing increase in solid waste production in Luanda, aggravated by urban sprawl resulting from disorderly construction and the need to reduce public spending, there is a need to rationalize the costs involved in solid waste management. Thus, in order to overcome deficiencies in solid waste collection and to meet the particular characteristics of the municipality of Belas, the present work adopts a methodology for the optimization of solid waste collection based on geographic information systems and supported by satellite images with proper resolution and geometry. Thematic maps on land use, road network and container location were produced from which buffers with coverage radius of 300 meters were made for 15 existing points. It was possible to verify areas that lack containers and 30 points with piles of garbage. Therefore, a total of 28 containers, 13 new and 15 existing ones, were necessary to reduce the piles and also to prevent inhabitants from traveling long distances. The elaborate collection circuits have been optimized using the geographic information system to reduce costs and make resources profitable

Keywords – Solid waste, Route optimization, Thematic maps, GIS, Satellite imagery.

* *Autor para correspondência. Corresponding author.*
E-mail: carlosandneto@hotmail.com (Doutor Carlos Neto)

1 INTRODUÇÃO

Actualmente a utilização de ferramentas gratuitas na optimização de circuitos de recolha de resíduos sólidos e localização de pontos de recolha é um campo pouco explorado em Angola, por isso, após pesquisas e análises feitas para execução de mapas optimizados para recolha de resíduos sólidos no município de Belas-Camama I reconhece-se que mesmo que os princípios e todos processos de reciclagem fossem adequadamente utilizados há impossibilidade da restituição de todos os resíduos. Assim todos aqueles que não podem ser reciclados devem ser depositados de forma sanitária e ambientalmente adequada Silva (2013).

De acordo com Silva e Zaidan (2004, p. 98) citado por (RODRIGUES, 2010), “a principal característica do geoprocessamento é permitir a investigação sistemática das propriedades e relações posicionais dos eventos e entidades representados em uma base de dados georreferenciados, transformando dados em informação destinada ao apoio à tomada de decisão”. Assim sendo, a utilização dos sistemas de informação geográficas como ferramenta de apoio à decisão é o recurso chave para a optimização, pelo facto deste, ter ferramentas de análise espacial relacional que dão respostas plausíveis a análise geográfica envolvendo o binómio mobilidade e localização geográfica em tempo real, e com possibilidade de gerar planos de informações sobre a dinâmica de crescimento urbano.

A gestão de resíduos envolve uma inter-relação entre aspectos administrativos, financeiros, legais, de planeamento e de engenharia, cujas soluções são interdisciplinares, envolvendo diferentes áreas científicas e tecnologias provenientes de várias áreas como, economia, sociologia, geografia, planeamento regional, saúde pública, demografia, comunicações e conservação (RUSSO, 2003)

Para dar a solução desta problemática de resíduos sólidos no País houve a necessidade de se elaborar um Plano Estratégico de Gestão de Resíduos Urbanos (PESGRU) plasmado no Decreto 196/2012 de 30 de Agosto, que é um instrumento de referência Nacional para a gestão de resíduos urbanos, sendo assim, definido como um conjunto fundamentado de propostas de actuação que envolve vários sectores desde os responsáveis políticos até os principais actores ligados a tomada de decisão sobre as opções estratégicas a adoptar.

Para além do ambiente, a saúde pública pode também ser afectada, na medida em que os resíduos sólidos podem ter um papel preponderante na transmissão de doenças quer directa ou indirectamente, pois estes focos acabam por criar pontos de atracção para vectores (LIPOR, 2009).

A concentração de Resíduos em lugares impróprios é um problema que afecta a generalidade das cidades de Angolana e verifica -se insuficiência de contentores onde se devem depositar os resíduos produzidos pela população. Devido a sua ampla gama de aplicações, os sistemas de informação geográfica actualmente constituem-se em ferramenta importante para a produção de mapas, para o suporte ao estudo e análise espacial de fenómenos e até mesmo como uma base de dados geográficos, além de cumprir funções de armazenamento e recuperação de informação espacial, dada a sua importância na gestão e optimização na recolha de resíduos sólidos.

2 CRITÉRIOS PARA DEFINIÇÃO DE LOCAIS E ROTAS DE RECOLHA DE RESÍDUOS

Há vários factores que determinam a distribuição espacial dos pontos e circuito de recolha de resíduos sólidos sendo utilizados no presente trabalho aqueles que determinam os custos dos contentores e a necessidade de minimiza- pois além dos aspectos que influenciam também na instalação de contentores suficientes para responder a demanda. De uma forma geral foi adoptado o critério em que se considera como características principais o acesso, a disponibilidade de terreno, a distancia entre contentores e sua distribuição em função da configuração do território, a distribuição das habitações, distância entre a localização de contentores mais próximos entre si, sendo que esta disposição deve ser de 200 a 300m, além disso, em relação ao centro de produção de resíduos a distância considerada é a que vai até os 640 m e um raio de abrangência de 370m.

Para a definição das rotas de recolha de lixo primeiramente foi avaliada e definida a localização e distribuição do pontos de recolha em função da distância limite e a distribuição da habitações e configuração da rede de estradas além das características da zona a cobrir. Com isso foram consideradas

a distribuição, localização e número de pontos de recolha, capacidade de armazenamento, a distância a percorrer, o número de viagens e o tempo necessário para realizara a operação de recolha, assim como, as restrições de acesso em função da categoria da via e a frequência de recolha. Na distribuição dos contentores salvaguarda-se a mobilidade do tipo de viatura normalmente utilizada (compactador) em função da sua dimensão, e um forte impacto na periodicidade e tempo de recolha.

3 OPTIMIZAÇÃO DA RECOLHA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE BELAS USANDO SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Resultado da utilização do programas Qgis, versão 2.6 Brighton, para a concepção do sistemas de informação geográfica, foi possível a selecção e introdução automática dos dados geográficos e alfanuméricos dos amontoados e disposição de contentores utilizados no processo de recolha dos resíduos sólidos que permitiu a elaboração de mapas dos diferentes temas em análise na área de estudo (Vegetação, Uso do Solo, Quarteirões, Rede de estradas, Localização dos amontoados e Circuitos Optimizados), figura 1. Permitiu ainda a optimização por tempo e por distância dos percursos de passagem pelos pontos de recolha considerados representados no Mapa de Rotas Optimizadas para a Recolha dos resíduos sólidos urbanos, culminando assim com a análise espacial (Buffers) dos pontos de recolha dos resíduos sólidos num raio de 300 m, considerando os critérios adoptados.

Para identificar os pontos estratégicos para a implantação dos contentores, com o auxílio do sistemas de informação geográfica, foram utilizadas de imagens de satélite cuja qualidade permite obter resultados adequados e disponibilizar informação para a gestão dos resíduos sólidos. A partir da análise espacial dos dados tornou-se possível a geração de informações espaciais que permitem monitorizar os pontos identificados para a implantação dos contentores, disponibilizando assim, informações à comunidade e instituições de fomento a esse serviço, cujos resultados se podem ver na figura 1, onde aparecem os círculos vermelhos referentes aos buffers dos contentores existentes e amarelos relacionados com os contentores a adicionar figura a esquerda, a direita podem-se ver os três circuitos criados como resultado do presente trabalho. Foi determinada o raio de cobertura de cada Contentores e do total.

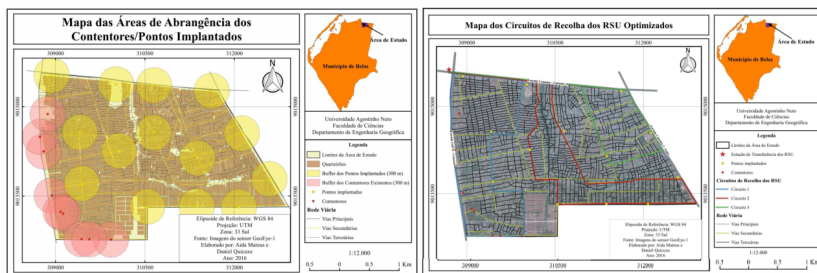


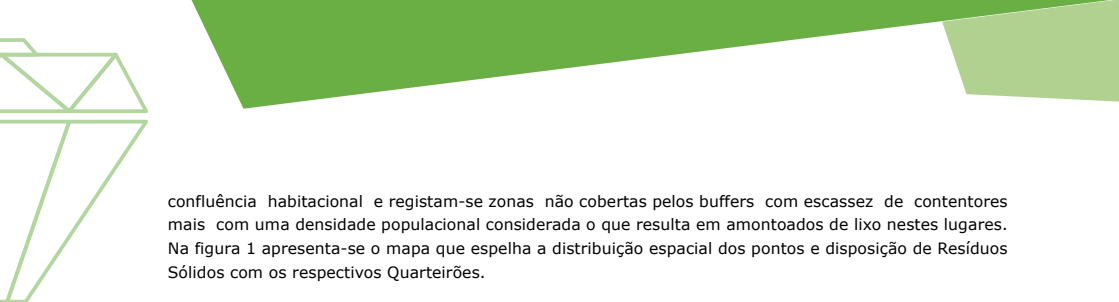
Figura 1. Mapa temático com buffers sobre contentores existentes, a implantar e rotas de recolhas

3.1 Caracterização da zona de estudo

A área de estudo pertence ao município de Belas, criado em 31 de Março de 2011 e pertence a província de Luanda, com uma população estimada de 5434 habitantes, cuja área total é de 8,102 Km2 e densidade populacional de 679 habitantes/Km2 (INE, 2014). O município é constituído por 7 comunas: Camama, Benfica, Vila Estoril, Barra do Mussulo, Barra do Kwanza, Futungo de Belas e Ramiro.

3.2 Localização dos Pontos e Circuitos de Recolha de Resíduos Sólidos

Foi verificada a uma deficiente distribuição na localização de 15 contentores em serviço a maioria com sobrelocação diária resultando em amontoados de lixo junto aos contentores e outros pontos num total de 30. A avaliação feita oferece informação adequada para a selecção dos pontos com base na maior



confluência habitacional e registam-se zonas não cobertas pelos buffers com escassez de contentores mais com uma densidade populacional considerada o que resulta em amontoados de lixo nestes lugares. Na figura 1 apresenta-se o mapa que espelha a distribuição espacial dos pontos e disposição de Resíduos Sólidos com os respectivos Quarteirões.

Assim, relativamente às vias secundárias os resultados obtidos da espacialização demonstraram uma baixa densidade, o que denota uma inconsistência nos processos de viabilidade económica de recolha, uma vez que deve existir uma ligação em série entre as vias e os pontos de depósito. Se por um lado, o défice deveu-se a falta de planos urbanísticos que tivessem em conta os pontos de depósito dos resíduos sólidos urbanos, por outro, a introdução das técnicas da geoprocessamento plicada, conforme a figura 1 a permitiu estabelecer uma melhor distribuição do pontos de recolha cuja necessidade é de 28 contentores, dos 15 em serviço mais 13 a instalar. Foram definidas rotas que permitem maior frequência e menor tempo na realização das operações de recolha e evitar amontoados de lixo.

4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES (QUADROS, FIGURAS E FOTOGRAFIAS)

O sistema de recolha de resíduos sólidos urbanos na área de estudo apresenta défices na deposição, recolha e transporte, bem como a sua gestão e tratamento. O uso do Sistema de Informação Geográfica permitiu identificar os pontos com maior produção de resíduos sólidos, com base ao levantamento de campo efetuado usando um GPS diferencial, através do uso de imagens de satélites e fotografias captadas no terreno para uma melhor caracterização da área de estudo.

O processo de optimização das rotas de recolha foi feito automaticamente, usando os recursos que o software usado na criação d sistemas de informação geográfica oferece. Foram identificados os pontos com maior produção dos resíduos sólidos urbanos e implantação de novos pontos de deposição e recolha obedecendo aos critérios adoptados, foram obtido três circuitos de recolha, tendo como premissas a distância e o tempo que um veículo de recolha percorreria, e finalmente foram elaborados mapas temáticos dos novos pontos de depósitos bem como das rotas optimizadas para recolha dos resíduos sólidos urbanos.

Recomenda-se a aplicação de ferramentas websig, algoritmos vrp e ferramentas de geoprocessamento no planeamento de rotas de recolha de resíduos sólidos por parte das empresas de saneamento urbano, a implantação de contentores com sensores que imitem alarmes nas centrais de tratamento para as zonas de maior produção de resíduos sólidos urbanos, a criação de uma base de dados geográfica dos principais focos de resíduos sólidos na província de Luanda, particularmente na área de estudo.

REFERÊNCIAS

- LIPOR (2009) Guia Para uma Gestão Sustentável dos Resíduos. `Disponível: <http://www.rcc.gov.pt/> (Data de consulta (12/12/2015)
- Rodrigues A. T. (2010). Planeamento e Operação da Coleta do Lixo Domiciliar com o auxílio de Sistemas e Informações Geográficas. Petrolina/PE. Juazeiro – BA
- RUSSO, M. A. (2003). Tratamento de Resíduos Sólidos (Vol. 2). porto, Portugal.
- Silva H.D. (2013) Aplicação de Ferramentas Websig e Algoritmos Vrp no Planeamento de Rotas de Recolha de Resíduos Urbanos. Caso de Estudo: Penafiel, Dissertação de mestrado em Sistemas de Informação Geográfica, apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e Arquitetura Paisagística da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Decreto Presidencial 194/2012. Plano Estratégico de Gestão de Resíduos Urbanos.
- INE (2014). *Recenseamento Geral da População e Habitação*. Instituto Nacional de Estatística, Luanda.

POTENCIAL DE APROXIMAÇÃO DA RECOLHA SELETIVA À RECOLHA INDIFERENCIADA

POTENTIAL FOR CONNECTING WASTE COLLECTION: MIXED VS SELECTIVE

Joana Cardoso^{a,*}, Susana Rodrigues^b

^aEntidade Reguladora de Águas e Resíduos, Rua Tomás da Fonseca, Torre G - 8º,1600-209 Lisboa, Portugal

^bEntidade Reguladora de Águas e Resíduos, Rua Tomás da Fonseca, Torre G - 8º,1600-209 Lisboa, Portugal

RESUMO

A separação de resíduos urbanos (RU) na fonte desempenha um papel fundamental na gestão integrada de resíduos e cumprimento das metas da União Europeia, sendo necessário conhecer os fatores que influenciam a adesão dos consumidores ao sistema de deposição seletiva, onde se enquadram as questões de cobertura ou acessibilidade deste serviço.

Em Portugal, no âmbito do sistema de avaliação da qualidade do serviço de gestão de RU, a ERSAR utiliza indicadores de "acessibilidade física do serviço" e "acessibilidade ao serviço de recolha seletiva" para avaliar, com base em critérios de distância definidos, se o sistema de recolha se encontra disponível ao utilizador final, registando-se ainda diferenças consideráveis entre os dois indicadores.

Este trabalho pretendeu avaliar o "potencial teórico de aproximação da cobertura" dos serviços de recolha seletiva e indiferenciada, em Portugal continental, com base na diferença de resultados para os dois indicadores, obtendo-se uma média nacional de cerca de 30%, variável com a tipologia da área de intervenção e região (NUTS II), e concluindo-se que 25% das entidades gestoras registam um diferencial acima dos 50%, onde a análise da cobertura dos equipamentos de deposição deve ser uma prioridade.

Palavras Chave - Resíduos Urbanos, Recolha indiferenciada e seletiva, Acessibilidade ao serviço, Indicadores de cobertura.

ABSTRACT

Separation of municipal waste at source plays a key role on integrated waste management and on the fulfillment of European Union targets, being necessary to know the factors that influence consumer's adhesion to the selective collection system, where service coverage or accessibility should be addressed.

In Portugal, under the quality of service assessment system, ERSAR uses the "physical accessibility of the service" and "accessibility to the selective collection service" indicators to assess, based on pre-defined distance criteria, whether the collection system is available to the end user, concluding that there are still considerable differences between the two indicators.

This work aimed to evaluate the "theoretical potential of coverage approximation" between selective and commingled waste collection services in Portugal, based on the difference between these two indicators results. The results showed that the national average of this difference is about 30%, variable with the topology of the intervention area and region, and that 25% of the managing entities have a differential above 50%, where the analysis of the deposition equipment coverage should be a priority.

Keywords – municipal solid waste, selective and commingled waste collection, service accessibility, coverage indicators.

* Autor para correspondência.

E-mail: joana.cardoso@ersar.pt (Eng.ª Joana Cardoso)

1 INTRODUÇÃO

Num contexto de metas Europeias e Nacionais cada vez mais exigentes na gestão de resíduos urbanos (RU), a separação de resíduos na fonte desempenha um papel fundamental na obtenção de um produto final reciclado de qualidade. Nesse sentido, a aposta na melhoria da qualidade do serviço prestado, nomeadamente no que diz respeito à aproximação dos equipamentos de recolha seletiva do utilizador final, deverá constituir uma prioridade das entidades gestoras.

De facto, apesar da média nacional do indicador de cobertura n.º de habitantes por ecoponto, ser boa em comparação com outros países europeus, a taxa de participação e qualidade de participação são ainda bastante baixas, sendo por isso importante avaliar os motivos que estão na origem da fraca adesão da população (Martinho, 2009).

Os consumidores desempenham um papel preponderante, pois só se existir adesão ao sistema de deposição seletiva, é que se pode almejar o cumprimento de metas, sendo fundamental conhecer os fatores que influenciam esta adesão: sociais, pessoais e motivacionais, inerentes a cada pessoa, coletividade ou sociedade, e técnicos e operacionais, inerentes a cada sistema de recolha, nomeadamente as questões de acessibilidade - cobertura e facilidade de utilização dos ecopontos (Rodrigues, 2016).

Diferentes autores recorrem a diferentes indicadores de cobertura do serviço: Carvalho (2008) define o número total de contentores no conjunto de todos os circuitos, Federico, Rizzo e Travesso (2009) definem o número de contentores por 1000 habitantes, Waite (1995) e Levy e Cabeças (2006) definem o número de ecopontos por habitante, Garcia-Sanchez (2008) define o número de pontos de recolha por quilómetro quadrado, e López et al. (2007) determina a cobertura ótima de contentores avaliando os pontos de recolha atuais e potenciais com base num SIG e definindo-se buffers (círculos concêntricos em torno de cada ponto) com raios de influência de 50, 100, 150 e 200 metros e parâmetros de visibilidade e acessibilidade.

Na mesma linha, no âmbito do sistema de avaliação da qualidade do serviço de gestão de RU, a ERSAR utiliza os indicadores de “cobertura do serviço” e “cobertura do serviço de recolha seletiva”, que pretendem avaliar, com base nos critérios de distância definidos no Guia Técnico n.º 22, se o sistema de recolha se encontra disponível ao utilizador final, considerando que existe cobertura se a distância máxima ao ponto de deposição é igual ou inferior a 100 ou 200 metros (ERSAR, 2019). Para o seu cálculo, a ERSAR recolhe anualmente informação relativa à georreferenciação dos contentores de deposição indiferenciada e seletiva, para todas as entidades gestoras (EG) dos serviços de gestão de RU em Portugal Continental, registando-se ainda diferenças consideráveis entre os dois indicadores. Para promover a adesão da população à deposição seletiva, os equipamentos de deposição seletiva (vulgo “ecopontos”) devem, tendencialmente, estar tão acessíveis quanto os de deposição indiferenciada, pelo que a ERSAR tem vindo a aproximar os critérios de distância da recolha seletiva aos da recolha indiferenciada, nomeadamente, na 3.ª Geração do sistema de avaliação da qualidade do serviço (ERSAR, 2019).

Este trabalho tem como objetivo avaliar o potencial teórico de aproximação da cobertura destes dois serviços – recolha seletiva e indiferenciada em Portugal continental, isto é, da aproximação física dos equipamentos destes dois serviços, criando pontos de deposição únicos para os diferentes fluxos, partindo do pressuposto que esta medida será tão ou mais importante que o cumprimento da cobertura, com base nos indicadores relativos à acessibilidade ao serviço (RU01 e RU02).

2 METODOLOGIA

2.1 Potencial teórico de aproximação da cobertura dos dois serviços de recolha

A metodologia proposta neste trabalho para avaliar o potencial teórico de aproximação da cobertura do serviço de recolha indiferenciada ao da recolha seletiva, consiste na análise da diferença entre os dois indicadores, isto é, entre a acessibilidade ao serviço de recolha seletiva e ao serviço de recolha indiferenciada, conforme a Equação 1.

$$\text{Potencial aproximação (\%)} = \text{Acessibilidade física do serviço (RU01)} - \text{Acessibilidade ao serviço de recolha seletiva (RU02)} \quad (\text{Eq.1})$$

Estes indicadores são calculados com recurso à georreferenciação (localização física) dos equipamentos de recolha, pelo que, da diferença dos dois indicadores se pode retirar o valor do "potencial teórico de aproximação dos equipamentos de recolha seletiva e indiferenciada", quando o critério da distância máxima de serviço é a mesma. Ressalva-se que, nesta análise, que pretende apenas chegar a um valor potencial, e, portanto, teórico, pelo que não serão considerados aspetos de enorme relevância no planeamento e dimensionamento de sistemas de recolha, como o tipo de sistema, de equipamentos de deposição, condicionantes existentes no espaço público, entre outros, limitações estas que se detalham a seguir. A análise será efetuada ao nível de Portugal continental (universo de 255 entidades gestoras) em função da tipologia de área de intervenção e da região (NUTS II), definidas pelo INE.

2.2 Indicadores de acessibilidade ao serviço (RU01 e RU02)

No que respeita ao indicador RU01 (acessibilidade física do serviço), a distância é definida pelo Artigo 59.º do Decreto-Lei n.º 194/2009, 20 de agosto, onde o serviço de gestão de resíduos urbanos se considera disponível quando o equipamento de recolha indiferenciada se encontra instalado a menos de 100 metros do limite do prédio. Essa distância poderá aumentar até 200 metros nas freguesias predominantemente rurais, quando previsto em regulamento de serviço aprovado pela entidade titular.

Relativamente ao RU02 (acessibilidade ao serviço de recolha seletiva), a distância é definida no Guia Técnico n.º 22, onde o serviço de recolha seletiva se considera disponível quando o equipamento de deposição seletiva se encontra a menos de 100 metros do limite do prédio nas freguesias predominantemente urbanas e 200 metros nas freguesias medianamente urbanas e predominantemente rurais. Acresce que a ERSAR apenas considera o serviço de recolha seletiva disponível quando o utilizador final tem acesso aos três fluxos (papel/cartão, embalagens e vidro).

Para o cálculo dos indicadores, a ERSAR recolhe informação relativa à georreferenciação dos contentores de recolha indiferenciada, ecopontos e áreas de recolha porta-a-porta. São então aplicados os critérios de distância anteriormente descritos para a definição de *buffers* de cobertura, e, posteriormente, o INE procede à determinação do número de alojamentos com acesso ao serviço, com recurso à BGE (Base de Georreferenciação de Edifícios), sendo os indicadores determinados pelo rácio entre os alojamentos servidos e os alojamentos existentes.

Destas definições conclui-se que, nas freguesias medianamente urbanas e nas freguesias rurais onde não está previsto em regulamento de serviço uma distância de 200 metros para o serviço de recolha indiferenciada, os dois indicadores consideram distâncias máximas de serviço diferentes, situação que deve ser considerada na análise de resultados.

2.3 Fatores limitantes

Estão fora do âmbito do presente estudo a análise dos chamados "fatores externos" à definição da cobertura de serviço, de enorme relevância no planeamento e dimensionamento de sistemas de recolha, que teriam que ser considerados para se conseguir um valor mais próximo do "potencial real" de aproximação da cobertura dos dois serviços, nomeadamente: o sistema e equipamentos de recolha instalados, as capitações, a rede viária, planeamento do circuito, o espaço público disponível (Rodrigues, 2016), entre outros.

Também não foi avaliado o potencial do aumento da cobertura de deposição seletiva pela redução do número de contentores de deposição indiferenciada, quando possível, privilegiando-se investimentos em equipamentos de deposição seletiva em detrimento da indiferenciada, e evitando a instalação de contentores isolados para um fluxo apenas, pela criação de pontos de deposição únicos com contentores para todos os fluxos de resíduos. Este exercício seria interessante, uma vez que estas alterações, em alguns casos, poderiam reduzir investimentos, mas que não é possível fazer a nível nacional com a informação que o regulador tem disponível.

As necessárias análises de viabilidade financeira e de custo-benefício, a montante da implementação de uma alteração ao sistema de recolha não são consideradas.

A análise da influência da tipologia de área urbana é considerada, uma vez que a avaliação dos indicadores RU01 e RU02, é definida através de intervalos de referência que variam consoante a tipologia de área de intervenção da entidade gestora em análise, estabelecido pelo Instituto Nacional de Estatística (DR, 2009), sendo definidas três tipologias de áreas de intervenção – Área Predominantemente Urbana, Área Mediamente Urbana e Área Predominantemente Rural.

Ressalva-se, no entanto, que apesar desta análise considerar a tipologia de área urbana, as questões relacionadas com as especificidades regionais e locais das características demográficas e urbanas das diferentes zonas a servir não são analisadas, sendo apenas aplicada uma análise macro, agrupando as EG nestas três tipologias, e por região, agrupando as EG nas cinco NUTII de Portugal Continental.

Trata-se assim de uma análise teórica, que pretende obter um valor aproximado do potencial de aproximação da cobertura destes dois serviços, a nível nacional, por NUTII e tipo de área de intervenção.

3 SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA

Por razões históricas, a legislação nacional[†] define a distância a partir da qual o serviço de "gestão de resíduos urbanos" se considera disponível com base apenas no equipamento de recolha indiferenciada (omitindo a recolha seletiva), sendo expectável que o valor médio do acesso ao serviço de recolha indiferenciada seja superior ao do serviço de recolha seletiva (Figura 1).

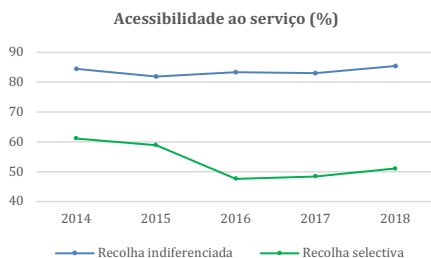


Figura 1. Evolução da acessibilidade aos serviços de recolha indiferenciada e seletiva (2014-2018)

Da análise da figura resulta que a média da acessibilidade ao serviço de recolha indiferenciada (RU01) é sensivelmente constante desde 2014 (cerca de 84%), enquanto que a média do serviço de recolha seletiva (RU02) apresenta uma diminuição do valor entre 2015 e 2016, explicada pela alteração dos critérios de distância do RU02 entre a 2ª e a 3ª geração de indicadores, que passaram a ser mais exigentes para as zonas urbanas, igualando as distâncias de serviço. Note-se, no entanto, que a média deste último indicador tem vindo a aumentar desde 2016, refletindo os investimentos na recolha seletiva das entidades gestoras nos últimos anos.

Desta análise resulta ainda um elevado diferencial entre os dois valores (em média 30%), isto é, um elevado potencial teórico de aproximação da cobertura da recolha indiferenciada à seletiva, que será analisado a seguir.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Os resultados para o potencial teórico de aproximação da cobertura dos dois serviços, calculado para todas as EG em Portugal continental (mapa com a distribuição geográfica dos resultados no Anexo I), foram analisados agrupando as EG em cinco grupos, por intervalos de valores (Figura 2).

[†] N.º 4 do artigo 59º do Decreto-Lei n.º 194/2009, de 20 de Agosto.

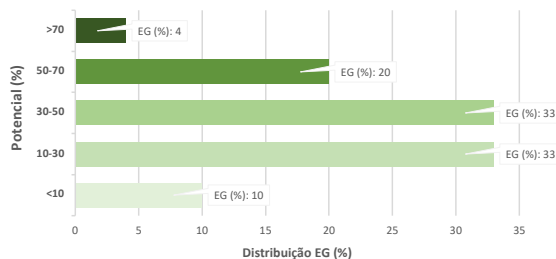


Figura 2. Distribuição das EG por intervalos

Desta análise resulta que cerca de 10% das entidades gestoras apresentam um potencial de aproximação inferior a 10%, isto é, são entidades onde a cobertura dos dois serviços é já bastante próxima. Por outro lado, cerca de 33% das entidades apresentam um potencial situado no intervalo de valores compreendido entre os 10-30% e outros 33% dentro do intervalo dos 30-50%, ou seja, cerca de 66% das entidades gestoras possuem um potencial compreendido entre os 10-50%. Finalmente, 25% possuem um potencial acima dos 50% (e 4% acima de 70%), sendo entidades onde a análise da cobertura dos equipamentos de deposição de RU para garantir a mesma facilidade no acesso da população aos dois serviços de deposição – indiferenciada e seletiva, devem ser definidas como prioridade.

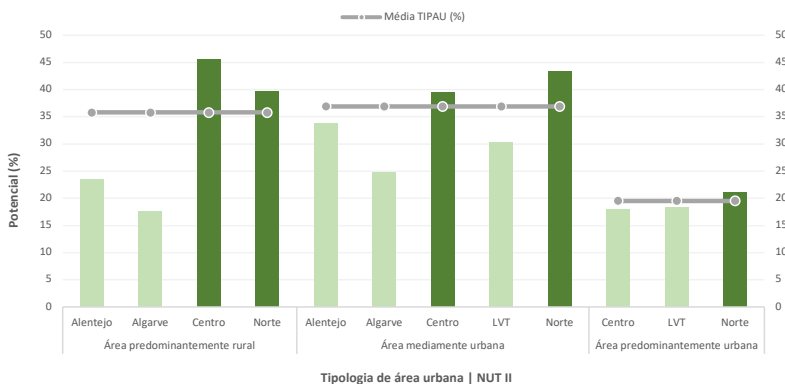


Figura 3. Comparação de resultados por região e tipologia de área urbana

Da análise de resultados por região (NUTS II) e por tipologia de área de intervenção (Figura 3), conclui-se que a média do potencial de aproximação é mais baixo nas EG classificadas como predominantemente urbanas (cerca de 20%), resultado que é expectável, uma vez que tipicamente, nestas áreas, existe uma densidade populacional elevada, com maiores capitações, que favorece a aproximação física dos equipamentos de deposição seletiva e indiferenciada e potencia as vantagens (operacionais e económicas) da gestão conjunta destes dois serviços.

Pelo motivo inverso (menos densidade populacional e habitação mais dispersa), a média do potencial de aproximação é superior em EG classificadas como predominantemente rurais, com cerca de 36%, valor que é ultrapassado nas regiões do Norte e Centro, onde se centram as EG onde o potencial de aproximação é maior (até 45%, em média).

Da análise da relação deste potencial de aproximação com os resultados dos indicadores RU01 e RU02, isto é, com o cumprimento dos valores de referência da ERSAR, resulta que existe, como esperado, uma relação direta entre os resultados do potencial e os da avaliação do indicador RU01, e inversa entre os resultados do potencial e os da avaliação do indicador RU02 (Figura 4).

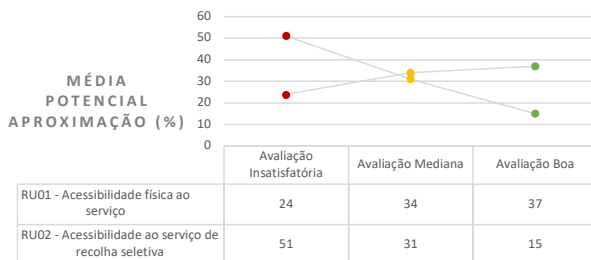


Figura 4. Comparação de resultados do potencial de aproximação com os resultados da avaliação dos Indicadores RU01 e RU02

Na análise de resultados importa ter presente que a metodologia associada a este exercício, não analisa a localização geográfica dos contentores de deposição indiferenciada e seletiva, mas apenas a diferença dos dois indicadores da ERSAR RU01 e RU02. Importa ainda referir que as distâncias consideradas para o cálculo dos dois indicadores são diferentes – variando entre os 100 metros e os 200 metros, o que significa que, nem sempre uma pequena diferença entre os dois indicadores significa que a área está servida por uma rede de contentores e ecopontos semelhante, com pontos de deposição com os quatro fluxos de resíduos. De facto, apesar das alterações feitas pela ERSAR na última geração de indicadores irem no sentido da cobertura ser a mesma para os dois serviços (100 metros na urbana e 200 m na rural), nas áreas medianamente urbanas os valores ainda são diferentes entre os dois serviços – 100 metros para o serviço da recolha indiferenciada e 200 metros para a recolha seletiva, o que significa que nestas áreas, mesmo que a diferença entre os dois indicadores seja baixa, a cobertura do serviço de recolha seletiva é inferior ao da indiferenciada.

5 CONCLUSÕES

Em média, em Portugal continental, o utilizador final tem melhor acesso ao serviço de recolha indiferenciada do que ao serviço de recolha seletiva, o que não promove a adesão da população à deposição seletiva. Este trabalho pretende avaliar, através de uma análise simples, o potencial de aproximação teórico dos equipamentos de recolha seletiva aos equipamentos de recolha indiferenciada.

De acordo com a metodologia adotada, verifica-se que ainda existe um elevado potencial de aproximação da recolha indiferenciada à recolha seletiva – em termos médios cerca de 30%, no entanto, este valor é variável em função da região (NUTS II) e tipologia de área de intervenção.

Ao estudar o potencial por região e tipologia de área de intervenção, verifica-se que este apresenta valores superiores nas regiões Norte e Centro, nas EG classificadas como medianamente urbanas e predominantemente rurais. No entanto, há que ter presente que, desde 2016, o critério de distância aplicável aos indicadores de acessibilidade à recolha indiferenciada e seletiva é igual em freguesias predominantemente urbanas (100 m) pelo que, naturalmente, nas entidades classificadas como predominantemente urbanas esse diferencial é inferior.

Deverão ser desenvolvidos esforços, por parte das entidades gestoras em alta e baixa, para aproximar os valores da acessibilidade do serviço de recolha indiferenciada e seletiva, definindo, sempre que viável e com recurso a sistemas de informação geográfica, pontos de deposição únicos, formados por baterias de contentores, onde o utente do sistema possa depositar seletivamente todos os fluxos de resíduos. Apesar das ressalvas referidas na metodologia, estes resultados podem indicar, de forma indireta, às entidades gestoras onde este esforço pode ser priorizado, que deve ser validado a nível local e precedido de uma

análise custo-benefício, tendo em conta o potencial da população e área a servir (capitações), e os custos de aquisição de equipamentos e de operacionalização da recolha.

A estes esforços devem ser adicionados outros que estão fora do âmbito do presente estudo, nomeadamente de sensibilização da população e da aplicação de incentivos diretos, através, por exemplo, da implementação de sistemas *PAYT – pay as you throw*, que pressupõem uma boa acessibilidade ao serviço de recolha seletiva.

REFERÊNCIAS

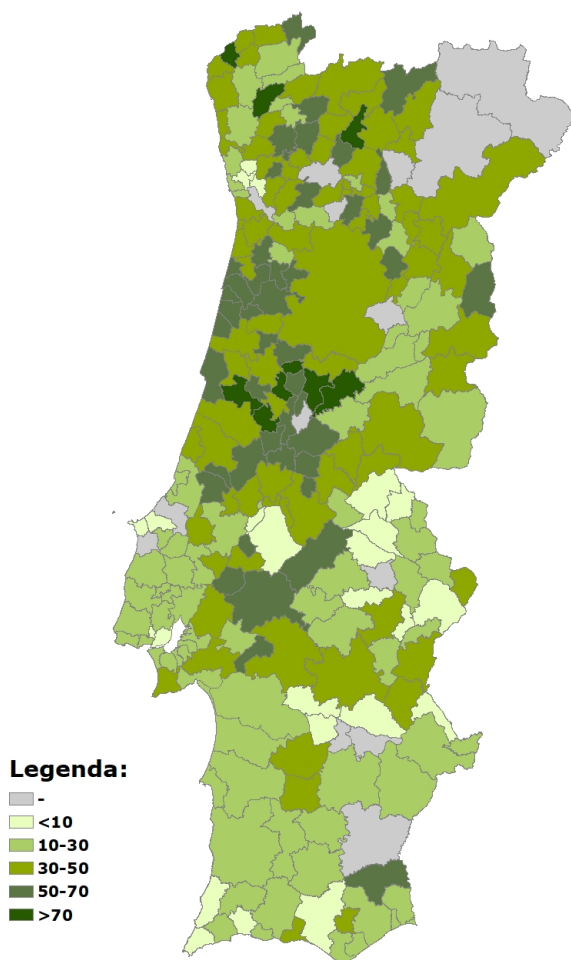
- Martinho, G. M. (2009). Instrumentos para a alteração de comportamentos - análise comparativa. 3º Fórum Nacional de Resíduos, workshop 2 - Instrumentos económicos e de sensibilização para a redução de resíduos e promoção da reciclagem". Lisboa
- Rodrigues, S. (2016). Classificação e Benchmarking de Sistemas de Recolha de Resíduos Urbanos. Tese de Doutoramento em Ambiente: Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Lisboa. <http://hdl.handle.net/10362/19868>
- Carvalho, M. M. (2008). Optimização de circuitos e indicadores de recolha de resíduos urbanos.Caso de estudo: Município de Almada. Tese de Mestrado em Engenharia do Ambiente, perfil Gestão e Sistemas Ambientais. Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa
- Federico, G., Rizzo, G. e Traverso, M. (2009). In itinere strategic environmental assessment of an integrated provincial waste system. *Waste Management & Research*, 390–398.
- Waite, R. (1995). Household waste recycling. London: Earthscan Publicatons Ltd. Waite, R. (1995). Household waste recycling. London: Earthscan Publicatons Ltd.
- Levy, J. Q. e Cabeças, A. J. (2006). "Resíduos urbanos – princípios e processos", AEPsA. Lisboa
- García-Sánchez, M.I. (2008). The performance of Spanish solid waste collection. *Waste Management & Research*, 26, 327–336.
- López J.V., Soriano F., Aguilar M., León B., Ramos-Catalina P., Carretero C. (2007). Metodología de Contenerización para residuos de envases ligeros: caso de Aranjuez. E.T.S.I. de Montes. Universidad Politécnica de Madrid, Dpto. Ingeniería Forestal. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- ERSAR (2019). Guia técnico n.º 22 - Guia de avaliação da qualidade dos serviços de águas e resíduos prestados aos utilizadores. Janeiro, Lisboa.
- Despacho nº 454/2006, de 09 de Janeiro. PIRUE - Plano de Intervenção de Resíduos Sólidos Urbanos, Diário da Republica, 2ª série, 276-283. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.
- Deliberação n.º 2717/2009, de 28 de Setembro, Diário da República, 2.ª série, N.º 188. 8.ª (2008) deliberação da Secção Permanente de Coordenação Estatística, Conselho Superior de Estatística. Revisão da tipologia de áreas urbanas.

Nota: os resultados apresentados neste estudo estão circunscritos à metodologia descrita e limitações associadas, da responsabilidade dos autores, pelo que não pretendem definir uma orientação da ERSAR.

i

ANEXO I

Distribuição geográfica do potencial teórico de aproximação da recolha seletiva à recolha indiferenciada



USO DE GEOTENOLOGIAS PARA A ESCOLHA DO LOCAL DE IMPLANTAÇÃO DE UM ATERRO PARA A CIDADE DE LUANDA

USE OF GEOTECHNOLOGIES TO CHOOSE THE LOCATION OF A LAND-FILL FOR THE LUANDA CITY

Benjamim Luzitiça^a, Nataniel Júlio^b, Carlos Neto^{c,}*

^a Faculdade de Ciências da Universidade Agostinho Neto, Luanda, Angola

^b Faculdade de Ciências da Universidade Agostinho Neto, Luanda, Angola

^c Faculdade de Ciências da Universidade Agostinho Neto, Luanda, Angola

RESUMO

Com o crescimento da população na cidade de Luanda cresce a quantidades de resíduos sólidos criando sérios problemas na sua recolha e tratamento sendo agravada pela escassez de recursos e o aumento da demanda. A deposição inadequada dos resíduos sólidos afecta a saúde e o meio ambiente. O aterro sanitário dos Mulenvos, inaugurado em 2007 e ocupa uma área de 220 hectares, foi projectado para 25 anos que pode reduzir com o incremento da demanda. Assim, é necessário criar condições para a construção de novo aterro sanitário e para a identificação de locais adequados apresentam-se aqui os resultados do trabalho realizado com base nos critérios propostos na norma ABNT, na literatura e legislação de Angola. A análise espacial foi feita utilizando os sistemas de informação geográficas e imagens de satélite, com os quais definiram-se três pontos denominados A, B e C. Geraram-se Buffers de 200m e 500m relativamente as linhas de água, as vias de acesso e a zona habitacional. As áreas resultantes dos Buffers gerados foram confrontados com toda a informação disponível para análise detalhada. Verificou-se que apenas a zona gerada para o ponto C obedece os critérios pré-definidos.

Palavras Chave – Resíduos sólidos, Aterro sanitário, mapas temáticos, SIG, imagens de satélite

ABSTRACT

With the population growth in the city of Luanda, the amount of solid waste grows, creating serious problems in its collection and treatment being aggravated by the scarcity of resources and the increasing demand. Inadequate disposal of solid waste affects health and the environment. The Mulenvos landfill, opened in 2007 and covers an area of 220 hectares, has been projected for 25 years, which may reduce with increasing demand. Thus, it is necessary to create conditions for the construction of a new landfill and for the identification of suitable sites. The results of the work carried out based on the criteria proposed in the ABNT standard, in the literature and legislation of Angola are presented here. Spatial analysis was performed using geographic information systems and satellite images, then three points named A, B and C were defined, and 200m and 500m buffers were generated with respect to water lines, access roads and the housing area. The resulting areas of the generated buffers were confronted with all available information for detailed analysis. Only the zone generated for point C was found to meet the predefined criteria.

Keywords – Solid waste, Landfill, Thematic maps, GIS, Satellite images.

* Autor para correspondência. Corresponding author.

E-mail: carlosandneto@hotmail.com (Doutor Carlos Neto)

1 INTRODUÇÃO

Mesmo que os princípios e todos processos de reciclagem fossem adequadamente utilizados há impossibilidade da restituição de todos os resíduos. Assim todos aqueles que não podem ser reciclados devem ser depositados de forma sanitária e ambientalmente adequada Silva (2011), Dias (2003). A deposição final ambientalmente adequada é aquela que proporciona distribuição ordenada de resíduos em aterros, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança além de minimizar os impactos ambientais. O principal objectivo do aterro segundo Lima (2001) é dispor dos resíduos sólidos no solo de forma segura e controlada, preservando o meio ambiente, a higiene e consequentemente a saúde pública.

Em Angola verificam-se lixeiras que é uma forma inadequada, de deposição de resíduos sólidos, caracterizado pela simples descarga sobre o solo, sem medidas de protecção ao meio ambiente ou à saúde pública. Neste caso não há preparação prévia do solo e não existe um sistema de tratamento sobre o chorume (líquido que escorre do lixo). Essa deficiência permite a contaminação do solo e do lençol freático, por meio da percolação do referido líquido.

O resíduo, despejado a céu aberto, favorece o aparecimento de moscas, mosquitos, baratas, ratos, entre outros vectores, responsáveis por doenças como diarreias e outras doenças infecciosas, entre outras, configurando-se, portanto, como um risco à saúde pública pois, provocam perturbação visual nas pessoas e contribui para perda do valor natural e económico da área em que o mesmo é despejado, altera as características físico-químicas do solo, tornando-o muitas vezes indisponível para outros fins, como a agricultura, representando assim um prejuízo ao meio-ambiente, além disso, é capaz de poluir mananciais de água, tanto subterrâneos como superficiais e provoca a formação de gases, como dióxido de carbono, metano e ácido sulfídrico, ocasionando riscos de migração de gás, explosões, doenças respiratórias para moradores das áreas circunvizinhas e queima de vegetação.

Segundo o Decreto Presidencial nº190/12 de 24 de Agosto, define aterro sanitário como sendo uma instalação de eliminação, utilizada para a deposição controlada de resíduos, acima ou abaixo da superfície do solo. Assim, o aterro sanitário é um processo de deposição final de resíduos sólidos no solo que obedece a critérios de engenharia e normas operacionais específicas, permitindo um confinamento seguro e evitando riscos à saúde pública e ao meio ambiente.

2 CRITÉRIOS PARA IMPLANTAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO

Em Angola a lei nº 5/98 de 19 de Junho (Lei de Bases do Ambiente) artigo 15º, refere-se a implantação de Infra-estrutura no espaço nacional, sua dimensão, natureza e que provoquem impacto significativo no ambiente natural ou social, considerando que deve ser condicionada a um processo de avaliação de impacto ambiental e social, na qual se determina a sua viabilidade social, ambiental, económica e os métodos para a neutralização ou minimização dos seus efeitos mas não apresenta restrição para todos os aspectos tratados, por isso, para o presente usam-se os critérios apresentados no quadro 1.

Quadro 1. Identificação de Restrições dos critérios com base na ABNT.

Crítérios	Subcritérios	LBA	Restrições	ABNT	Restrições
Naturais	Características geotécnicas do solo	Decreto-lei nº5/98, de 19 de Junho-Lei de Bases do Ambiente		NBR 8419/1992 e NBR 8894/1985	
	Hidrografia		>= 200m		>= 200m
	Vegetação				
	Clinografia				> 1% < 30%
Antrópicos	Titulação da Área				
	Distância de núcleos populacionais		>= 500m		>= 500m
	Áreas agrícolas		>= 500m		>= 500m
	Rede Viária				>= 200m

3 IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS PARA IMPLANTAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO

A metodologia foi aplicada a um caso de estudo onde foram recolhidos dados em gabinete e em campo tendo sido produzida uma base de dados e feita análise espacial usando o software Quantum GIS.

3.1 Caracterização da zona de estudo e aterro sanitário existente

O município em análise é o de Cacauco que encontra-se localizado a Nordeste da província de Luanda em Angola com 571km² de superfície. Situada geograficamente na latitude 8°46'37" Sul e longitude 13°22'18" Este. Fig.(1).

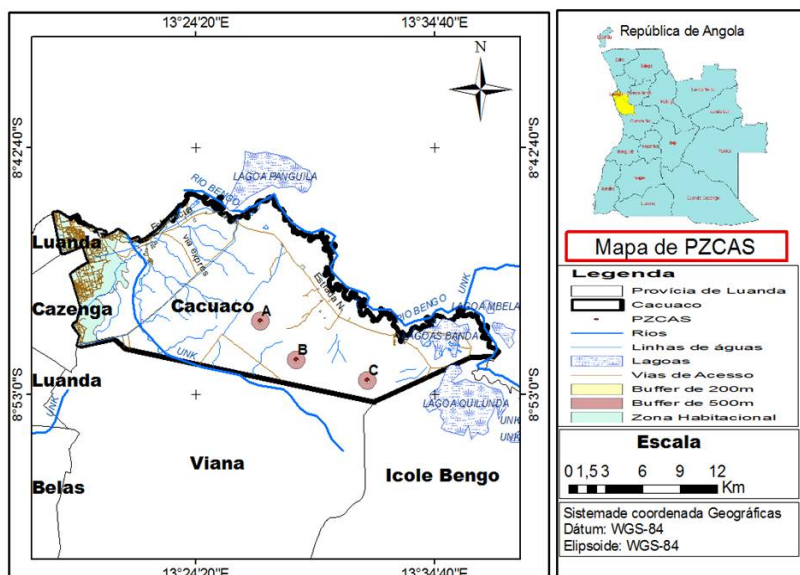


Figura 1. Mapa temático com as Possíveis Zonas de Construção de Aterro Sanitário

Na zona em estudo, existe uma Infra-estrutura de deposição de resíduos sólidos denominado aterro dos Mulenvos, inaugurado em Dezembro de 2007 e ocupa uma área de 220 hectares, com 7km de estrada interna. Foi projectado para 25 anos. O aterro sanitário é constituído por várias instalações complementares indispensáveis à prossecução das suas funções, como uma Unidade de pesagem automática com duas balanças com capacidade de 80 toneladas cada., Escritório de apoio para funções de controlo; Parque de estacionamento para viaturas ligeiras e pesadas; Estação de tratamento de águas lixiviadas e recebe em média 4.000t/dia de lixo, o que corresponde a circulação de 500 caminhões/dia. Os caminhões passam pela unidade de pesagem automática, para o controlo da quantidade de resíduos que entram.

3.2 Possíveis Zonas de Construção de Aterro Sanitário (PZCAS)

Com base nos critérios definidos foram agregados os mapas temáticos relacionados e definiram-se três pontos denominados A, B e C, dos quais geraram-se Buffers de 200m e 500m relativamente as linhas de



água, as vias de acesso e, a zona habitacional que foram confrontados com imagens recentes de satélites para melhor análise das PZCAS. Assim, o ponto A, por estar situado numa zona totalmente habitada, não é adequada para a construção do aterro sanitário. O ponto B, não está numa zona totalmente habitada, mas sim numa zona que está em crescimento o que impossibilita a construção de aterro sanitário neste lugar.

O Ponto C, localizado na comuna da Funda, nas coordenadas 8° 52' 23,34" S e 13° 31' 45,24" E, foi definido como a possível zona para a construção de aterro sanitário por apresentar menor potencial para geração de impactos ambientais pois está fora de áreas de restrição ambiental tem aquíferos menos permeáveis, solos espessos, declividade apropriada, menos influência com fauna e flora, distantes de habitações, cursos de água e redes de alta tensão. Toda informação na Fig (1).

4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A deposição de resíduos inadequadamente acarreta problemas para a saúde pública e ambiental, Os aterros sanitários, constituem uma solução técnica e ambientalmente adequada para o tratamento e destino final dos resíduos sólidos urbanos.

Com a metodologia aplicada no presente trabalho foi possível identificar uma área no município de Cacucio com características adequadas para a construção de um aterro sanitário.

Que se materialize a actualização cartográfica de Luanda, bem como de outras regiões do país e criem-se regulamentos técnicos, bem como as devidas restrições para a construção de infraestruturas que por sua dimensão e natureza podem causar grandes impactos ambientais e sociais.

REFERÊNCIAS

- Dias S.M.F. (2003) Avaliação de Programas de Educação Ambiental Voltadas para o Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos. São Paulo,. Tese de Doutorado- Faculdade de Saúde Pública da USP.
- Diário da República de Angola, Decreto Presidencial nº196/12 de 30 de Agosto.
- Lei nº5/98 de 19 de Junho (Lei de Bases do Ambiente).
- Lima, J.D. (200) Sistemas Integrados de Destinação Final de Resíduos Sólidos Urbanos. João Pessoa-PB: ABES, 83p.
- NBR 8419/1992 (1992) : Apresentação de Projectos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos- Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro,.
- NBR 8894/1985 (1985): Associação Brasileira de Normas Técnicas. Apresentação de Normas para Projectos de Aterros Controlados de Resíduos Sólidos Urbanos- Rio de Janeiro,.
- Silva N.L.S. (2011) , Aterro Sanitário para Resíduos Sólidos Urbanos- RSU- Matriz para Selecção da Área de Implantação, , 52p.Disponível em: <<http://www.civil.ufrs.br>>. Página consultada em 08 de Fevereiro de 2015, às 10h 00.

VALORIZAÇÃO DOS RESÍDUOS – UM DESAFIO PARA MINAS GERAIS

WASTE RECOVERY - A CHALLENGE FOR MINAS GERAIS

*Valéria Cristina Gonzaga**

Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais, Brumadinho, Brasil

RESUMO

No Brasil, os debates sobre a correta destinação final dos resíduos sólidos tiveram início com a criação da Política Nacional do Meio Ambiente, pela Lei Federal nº 6.938/81. Em 2010, foi instituída a Política Nacional de Resíduos, com a promulgação da Lei Federal nº 12.305/10. Desde o início houve preocupação sobre a sua efetividade, por conter metas ambiciosas, como a erradicação dos lixões até agosto de 2014. A Lei também trouxe inovações na gestão dos resíduos com o princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Contudo, a realidade brasileira está muito distante do que está previsto no ordenamento jurídico. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo apresentar os desafios do Estado de Minas Gerais na implementação da Política Nacional de Resíduos, identificados pelo Tribunal de Contas de Minas Gerais. Apesar da evolução ocorrida desde 2003, em função do Programa Minas sem Lixões, e da publicação da Lei Estadual nº 18.031/09, pioneira no Brasil, que instituiu a Política Estadual de Resíduos Sólidos, no final de 2014, ainda existiam centenas de municípios destinando seus resíduos em lixões. Há também deficiências nas etapas da gestão dos resíduos sólidos urbanos anteriores à disposição final, como coleta seletiva, reciclagem e compostagem. O número reduzido e a descontinuidade nas ações de educação ambiental têm comprometido os resultados em busca da efetividade da redução, reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos urbanos.

Palavras Chave – Minas Gerais, lixões, catadores, reciclagem, compostagem.

ABSTRACT

In Brazil, the debates on the correct final disposal of solid waste began with the creation of the National Environmental Policy, by Federal Law 6,938/81. In 2010, the National Waste Policy was instituted, with the promulgation of Federal Law nº 12,305/10. Since its inception there has been concern about its effectiveness, as it contains ambitious targets such as the eradication of dumps by August 2014. The Law has also brought innovations in waste management with the principle of shared responsibility for the life cycle of products. However, the Brazilian reality is very far from what is foreseen in the legal system. In this context, this paper aims to present the challenges of the State of Minas Gerais in the implementation of National Waste Policy, identified by the Court of Auditors of Minas Gerais. Despite the evolution since 2003, due to the Minas without Dumps Program, and the publication of State Law nº 18.031/09, a pioneer in Brazil, which established the State Solid Waste Policy, at the end of 2014, there were still hundreds of municipalities destined to your waste in dumps. There are also shortcomings in the urban solid waste management stages prior to final disposal, such as selective collection, recycling and composting. The small number and the discontinuity in environmental education actions have compromised the results in search of the effectiveness of the reduction, reuse and recycling of urban solid waste.

Keywords – Minas Gerais, dumps, waste pickers, recycling, composting.

*Valéria Cristina Gonzaga.

E-mail: valeriagcgonzaga@yahoo.com.br (Eng.)

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, os debates sobre a correta destinação final dos resíduos sólidos tiveram início na década de 1980, especialmente com a criação da Política Nacional do Meio Ambiente, pela Lei Federal nº 6.938/81.

Após 20 anos de debates no Congresso Nacional, foi sancionada a Lei Federal nº 12.305/10, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A Lei estabeleceu princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes a serem adotados pelo Governo Federal, isolada ou juntamente, com os Estados, o Distrito Federal e os Municípios.

A PNRS representa uma conquista e um desafio para toda a sociedade brasileira, tendo como prioridades a redução do volume de resíduos gerados; a ampliação da reciclagem, aliada a mecanismos de coleta seletiva, com a inclusão social de catadores; a extinção dos lixões e a implantação de aterros sanitários que devem receber apenas rejeitos.

Desde o início houve preocupação sobre a sua efetividade por conter metas ambiciosas, como a erradicação dos lixões até agosto de 2014, bem como obrigações para o poder público, geradores de resíduos e consumidores, que é a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

Infelizmente, os lixões ainda estão em funcionamento na maioria dos municípios brasileiros, alguns ainda com a presença de animais e catadores de materiais recicláveis, que retiram do lixo seu sustento.

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo apresentar os desafios do Estado de Minas Gerais na implementação da PNRS, identificados em uma auditoria realizada pelo Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais (TCEMG).

2 VALORIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL

2.1 Cenário Nacional

A PNRS trouxe inovações na gestão dos resíduos com o princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, o que significa que não apenas o poder público, mas também todos aqueles envolvidos na cadeia de produção (como indústrias, importadoras, comerciantes, consumidores) devem adotar medidas para reduzir o volume de resíduos gerados, aumentar a reciclagem e reutilização e dar destinação ambientalmente adequada aos rejeitos, minimizando os impactos ambientais. Contudo, a realidade brasileira está muito distante do que está previsto no ordenamento jurídico.

Segundo dados do Compromisso Empresarial para a Reciclagem (Cempre, 2014), apenas três por cento do lixo produzido no Brasil é reciclado, resultado principalmente dos esforços dos catadores.

Cerca de cinquenta por cento dos resíduos sólidos urbanos (RSU) brasileiros são compostos por matéria orgânica. Entretanto grande parte dos resíduos orgânicos coletados não são encaminhados para tratamento via compostagem, fato que gera, para a maioria dos municípios, despesas que poderiam ser evitadas caso a matéria orgânica fosse separada na fonte e encaminhada para a compostagem.

2.2 Cenário em Minas Gerais

Minas Gerais é uma das vinte e sete unidades federativas do Brasil, sendo o quarto estado com a maior área territorial, localizada na Região Sudeste do país. Seu território é subdividido em 853 municípios, equivalentes a 15% dos municípios brasileiros. Sua população é de aproximadamente 21 milhões habitantes, sendo responsável pela geração de 10% do esgoto sanitário e RSU gerados no Brasil.

Em 2003, visando otimizar a gestão socioambiental e compartilhada dos RSU em Minas Gerais, foi criado o Programa Minas sem Lixões. O programa englobava uma série de atividades integradas, com o objetivo de dar apoio às administrações municipais para induzi-las à adoção de melhores alternativas para a gestão dos RSU, bem como a adoção da reutilização e reciclagem dos resíduos, com inclusão socioproductiva de catadores de materiais recicláveis.

A Lei Estadual nº 18.031/09, que instituiu a Política Estadual de Resíduos Sólidos, em data anterior à publicação da PNRS, foi pioneira no Brasil.

Não obstante os esforços do Governo de Minas, há mais de uma década, para mudar o panorama do Estado com relação aos RSU, de acordo com dados da (Feam, 2015), em 2014, após o prazo estabelecido pela PNRS, ainda existiam 542 municípios destinando seus resíduos em lixões/aterros controlados, a exemplo da situação ilustrada na Figura 1. A maioria desses empreendimentos irregulares estão localizados em municípios com menos de 20.000 habitantes.



Figura 1. Lixão – Fonte TCEMG

2.2.1 Valorização dos Resíduos em Minas Gerais

Se a erradicação dos lixões ainda faz parte de uma realidade distante em Minas Gerais, a valorização dos resíduos também representa um enorme desafio. Nesse sentido, cabe destacar algumas ações do governo, com destaque para a Lei Estadual nº 19.823/11, que trata do incentivo financeiro a catadores – Bolsa Reciclagem.

O Bolsa Reciclagem é um programa que tem por finalidade minimizar o acúmulo do volume de rejeitos e a pressão sobre o meio ambiente, incentivando a reintrodução de materiais recicláveis em processos produtivos, com vistas a reduzir a utilização de recursos naturais e insumos energéticos, e também promover a inclusão social de catadores de materiais recicláveis. A remuneração das associações/cooperativas de catadores está relacionada à comprovação da reinserção dos materiais no ciclo produtivo, mediante a apresentação das notas fiscais ou comprovantes de venda do material coletado e comercializado pela entidade.

O TCEMG, ao avaliar o programa, constatou que existem dificuldades na venda dos materiais recicláveis, principalmente com relação ao vidro; oscilação nos valores de mercado e dificuldades na negociação com os compradores. As organizações de catadores dos pequenos municípios não conseguem coletar um volume de material suficiente para a comercialização e, via de regra, vendem para atravessadores. Além disso, a inexistência da coleta seletiva na maioria dos municípios afeta diretamente a quantidade de materiais recicláveis coletados.

A Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feam) tem prestado apoio aos municípios que possuem Usinas de Triagem e Compostagem (UTC) para a implantação da coleta seletiva municipal. O objetivo é que seja encaminhado às mesas de triagem o material já segregado na fonte, e que se tenha uma maior parcela de matéria orgânica encaminhada diretamente ao processo de compostagem.

Contudo, a quantidade de material recuperado nesses programas ainda é pequena quando comparada com o total coletado.

Nas vistorias realizadas durante a auditoria do TCEMG (Figura 2), constatou-se que quarenta por cento das UTC não realizavam a compostagem, e, naquelas em que havia o composto, o produto era de baixa qualidade. Constatou-se ainda que as ações de incentivo à coleta seletiva e apoio aos catadores não estavam alcançando as metas planejadas pelo Governo de Minas Gerais.



Figura 2. Usina de Triagem e Compostagem – Fonte TCEMG

A maioria dos gestores municipais, gestores de associações/cooperativas de catadores e os próprios catadores confirmaram, para os auditores, a existência de campanhas de educação ambiental em seus municípios, no entanto, foi constatado um número reduzido e a descontinuidade dessas campanhas.

Enfim, o Governo de Minas Gerais ainda enfrenta problemas e grandes desafios para promover, em seu território, a gestão adequada dos RSU, priorizando a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem, a inclusão social dos catadores, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final adequada dos rejeitos. A promoção da educação ambiental poderia ampliar a consciência ambiental e a noção de responsabilidade compartilhada dos gestores e da população. Todavia, o número reduzido e a descontinuidade nas ações de educação ambiental têm comprometido os resultados em busca da efetividade da redução, reutilização e reciclagem dos RSU.

Diante desse cenário, cabe ao Tribunal de Contas atuar, preferencialmente, de forma preventiva e concomitante, na fiscalização da gestão de resíduos sólidos. Nesse caso, o relatório de auditoria apresentou diversas recomendações ao Governo do Estado de Minas Gerais, cujos resultados serão monitorados pelo TCEMG, conforme o cronograma estabelecido para o cumprimento das ações.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 ago. de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Diário Oficial da União, Brasília, 02 set. 1981.

_____. Lei nº 12.305, de 02 ago. de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, 03 ago. 2010.

CEMPRE, Compromisso Empresarial para a Reciclagem. Radiografando a coleta seletiva. São Paulo. 2014. Disponível em: <http://cempre.org.br/ciclossoft/id/8>. Acesso em: 04/05/2015

Feam. Fundação Estadual do Meio Ambiente. Panorama da Destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos no Estado de Minas Gerais em 2014. Belo Horizonte. 2015 Disponível em: <http://www.feam.br/images/stories/2015/MINAS_SEM_LIXOES/ARQUIVOS/relatorio-de-%20progresso-panorama-%20rsu_2015_gerub_fpf.pdf>. Acesso em: 13/12/15.

MINAS GERAIS. Lei nº 18.031, de 12 jan 2009. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos. Minas Gerais. Belo Horizonte, 13 jan 2009.

_____. Lei nº 19.823, de 22 nov. de 2011. Dispõe sobre a concessão de incentivo financeiro a catadores de materiais recicláveis – Bolsa Reciclagem. Minas Gerais. Belo Horizonte, 23 nov. 2011.

COMUNICAÇÕES ORAIS (A-Z)

Tema 3

Comportamentos, Comunicação e Sensibilização





A INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA EM PORTUGAL NO SECTOR DOS RESÍDUOS

PORTUGUESE SCIENTIFIC RESEARCH IN THE WASTE INDUSTRY

Luísa Schmidt^a, David Travassos^a, Pedro Almeida Vieira^a, Pedro Prista^{b,}*

^aInstituto de Ciências Sociais, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal

^bISCTE, Lisboa, Portugal

RESUMO

A produção científica, medida através da elaboração de teses de doutoramento e de mestrado, pode constituir um indicador importante para aferir o potencial de I&D de um país. Apesar de escassearem dados específicos sobre as despesas destinadas à investigação fundamental e à investigação aplicada ao sector dos resíduos, ao longo das últimas duas décadas tem-se registado um crescimento significativo na produção científica. No caso das universidades e institutos universitários, entre 2001 e 2017, foram concluídas 28 teses de doutoramento e 330 teses de mestrado, enquanto nos institutos Politécnicos, no período entre 2008 e 2017, foram aprovadas 98 teses de mestrado. Apesar deste incremento, considera-se essencial um reforço nas interligações entre o meio universitário e as empresas do sector dos resíduos, que permita responder às necessidades das empresas, mas sem descurar a aposta pública e privada na investigação fundamental.

Palavras Chave – resíduos, universidades, politécnicos, investigação, investimento.

ABSTRACT

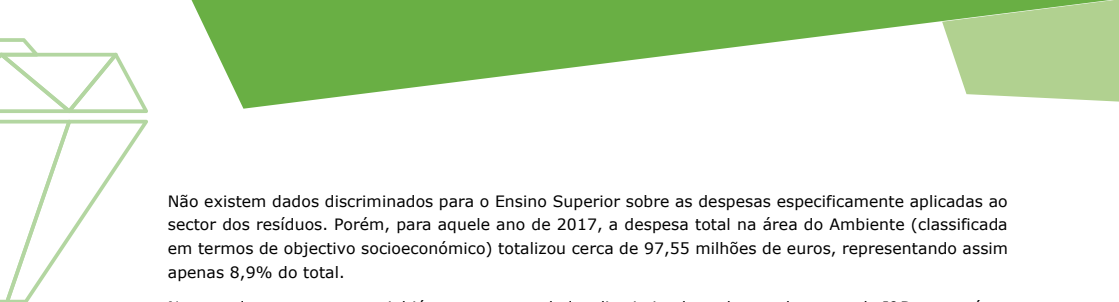
Scientific production, measured through the development of doctoral and master's theses, can be an important indicator to assess the R&D potential of a country. Although specific data on basic research and waste research expenditure are scarce, there has been a significant growth in scientific output over the last two decades. In the case of universities and university institutes, between 2001 and 2017, 28 doctoral theses and 330 master's theses were completed, while in the Polytechnic institutes, between 2008 and 2017, 98 master's theses were approved. Despite this increase, it is considered essential to reinforce the interconnections between universities and companies in the waste sector, in order to meet the needs of companies, without neglecting the public and private focus on fundamental research.

Keywords – waste, universities, polytechnics, research, investment.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o mais recente Inquérito ao Potencial Científico e Tecnológico Nacional (IPCTN), realizado pela Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência (DGEEC), a despesa em Investigação & Desenvolvimento (I&D) no Ensino Superior atingiu em 2017 cerca de 1.099,6 milhões de euros, a preços correntes, dos quais 92,3% se reportam às universidades e institutos politécnicos públicos, sendo o restante da responsabilidade do sector privado. A quase totalidade desse montante destinou-se a cobrir despesas correntes. À investigação fundamental corresponde 44,2% do total, seguindo-se a investigação aplicada, com 42,8%, e por fim o desenvolvimento experimental, com 13,0%.

* *Luísa Schmidt. Corresponding author.*
E-mail: mlschmidt@ics.ulisboa.pt



Não existem dados discriminados para o Ensino Superior sobre as despesas especificamente aplicadas ao sector dos resíduos. Porém, para aquele ano de 2017, a despesa total na área do Ambiente (classificada em termos de objectivo socioeconómico) totalizou cerca de 97,55 milhões de euros, representando assim apenas 8,9% do total.

No caso do sector empresarial já se encontram dados discriminados sobre as despesas de I&D para a área de “recolha, tratamento e eliminação de resíduos, e valorização de materiais” (código 38 da Classificação Portuguesa das Atividades Económicas, Revisão 3 - CAE Rev. 3). Os dados do IPCTN indicam que as empresas destinaram cerca de 3,4 milhões de euros em 2016 para este sector, dos quais cerca de 93% com origem em fundos próprios. Este montante destinado aos resíduos é, contudo, quase irrisório, representando somente 0,3% de toda a despesa de I&D da responsabilidade do sector empresarial.

2 METODOLOGIA

Tendo em consideração que, face à ausência de dados de investimento, os outputs académicos formais, constituídos pelas teses de mestrado e de doutoramento no universo universitário português, podem ser um bom indicador das dinâmicas da I&D, procedeu-se a um levantamento exaustivo da produção científica no sector do resíduos urbanos e suas áreas afins. Deste modo, recorreu-se à pesquisa on-line das teses de doutoramento e mestrado integradas nos repositórios de 13 universidades e 15 institutos politécnicos, utilizando um conjunto de palavras-chave – ‘resíduo(s)’, ‘lixo(s)’, ‘reciclagem’, ‘reutilização’, ‘embalagem’, ‘embalagens’ – nos campos de pesquisa ‘assunto’ e ‘título’. No caso das universidades, a última pesquisa foi efectuada em 10 de Abril de 2018, tendo sido contabilizadas as teses publicadas entre 2001 e 2017. Nos repositórios dos institutos politécnicos, a última pesquisa realizou-se em 3 de Maio de 2018, tendo sido contabilizadas as teses publicadas entre 2008 (ano dos registos mais antigos) e 2017.

3 RESULTADOS

Os repositórios on-line das 13 universidades e institutos universitários públicos em Portugal registavam, à data da última consulta, 358 teses de doutoramento e de mestrado sob o domínio temático dos resíduos, tanto urbanos como de outras fileiras (resíduos de construção e demolição, materiais betuminosos, pneus, etc.). Como seria expectável, predominam claramente as teses de mestrado (330) face às teses de doutoramento (28). A partir de 2009, o número de teses atingiu valores consideravelmente mais elevados (entre 30 e 42 por ano) do que em anos anteriores. Antes de 2008, o número de teses por ano foi sempre inferior a uma dezena.

Analisando os resultados nas 13 instituições do Ensino Superior, constatou-se que a maioria das teses (62%) foram desenvolvidas nas Universidades do Porto (71), Nova de Lisboa (66), de Aveiro (47) e do Minho (40). Seguem-se as Universidades de Coimbra (25), de Lisboa (20), de Trás-os-Montes-e-Alto-Douro e o ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa (18, cada), do Algarve (17), de Évora (13) e dos Açores (12). Com a menor produção encontram-se as Universidades da Beira Interior e da Madeira, com 8 e 3 teses, respectivamente.

No contexto geral temático dos resíduos urbanos verificou-se que a ‘valorização/reciclagem’ (30,2%) e a ‘gestão’ geral de resíduos urbanos (29,1%) foram as áreas com maior aposta para o desenvolvimento de teses. Seguiram-se, ainda com alguma expressão, a ‘recolha’ de resíduos (11,7%) e a ‘valorização energética’ (6,7%), bem como a ‘gestão financeira/económica’ (4,5%), os ‘aterros sanitários’ (4,2%), as ‘atitudes e comportamentos socioambientais’ (3,4%), a ‘educação/comunicação’ (2,2%) e o ‘ecodesign’ (1,7%). Os ‘impactos ambientais’ dos resíduos e a ‘avaliação/monitorização’ representavam cerca de 1,4% do total das teses, em cada caso.

Observou-se, por outro lado, que as temáticas mais desenvolvidas dependeram da universidade onde as teses foram desenvolvidas, situação compreensível face às distintas especialidades e especificidades do corpo docente e de investigação. Assim, no domínio da ‘valorização/reciclagem’ (108 teses), a Universidade Nova de Lisboa foi onde se registou um maior número de teses (23), seguida pelas Universidades do Minho (21), Porto (20) e Aveiro (14), englobando estas, no conjunto, 72% do total. As teses abordando a ‘gestão’ (geral) de resíduos urbanos, num total de 104, foram sobretudo desenvolvidas

nas Universidades do Porto (25), de Aveiro (20), de Lisboa (16) e do Minho (10), englobando assim quase 70% do total. No domínio da 'recolha' destacou-se a Universidade do Porto (12 teses), seguindo-se a Universidade Nova de Lisboa e a de Coimbra (6, cada), a de Trás-os-Montes-e-Alto-Douro (5) e a de Aveiro (4). No conjunto, estas universidades realizaram 81% das teses neste tema. A quarta área temática mais abrangida pelas teses – a 'valorização energética' – foi sobretudo desenvolvida nas Universidades de Lisboa (7 teses), Nova de Lisboa (6) e de Coimbra (4), agregando assim cerca de 71% do total. A 'gestão financeira/económica', os 'aterros sanitários', as 'atitudes e comportamentos socioambientais', a 'educação/ comunicação' foram outros domínios desenvolvidos em teses, mas em menor número e sem se registar uma preponderância em qualquer das universidades analisadas.

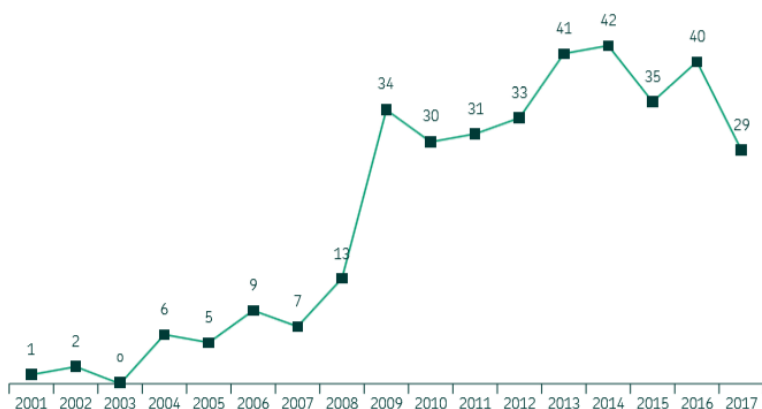
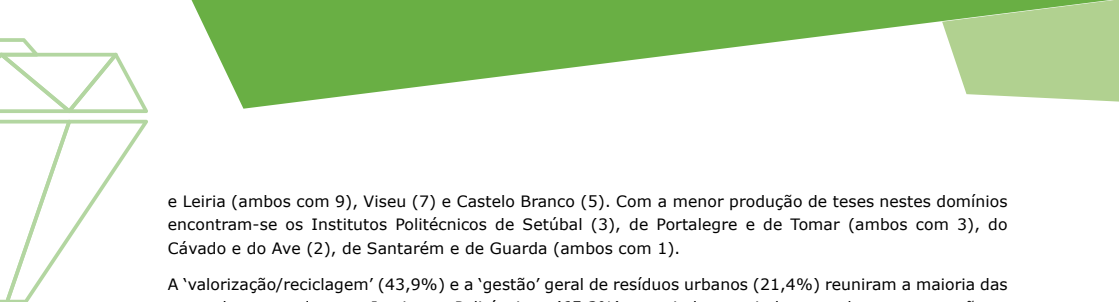


Figura 1. Evolução do número de teses de doutoramento e mestrado no sector dos resíduos (2001-2017)

Noutra perspectiva, metade das teses (51,1%) centraram-se nos resíduos urbanos no "geral", ou seja, considerados nos seus diferentes tipos de materiais. As restantes teses incidiram num vasto conjunto de domínios, destacando-se os resíduos "orgânicos" (9,8% do total), os "resíduos de construção e demolição" (7,5%), os "plásticos" (5,3%), e uma série de outras tipologias, com menos de 4% de representação no total: "materiais betuminosos", "resíduos de equipamentos eléctricos e electrónicos", "pneus", "café", "lixo marinho". A categoria "outros", que compreende cerca de 16% das teses, dispersa-se por uma série de outros tipos específicos/particulares de resíduos, cada qual com menos de 1% de representação no total, tais como: cerâmicas, biomassa, pilhas usadas, medicamentos, calçado, lentes oftálmicas, automóveis, "monstros", têxteis, óleos usados e/ou alimentares.

Relativamente ao âmbito geográfico ou institucional constatou-se que a maioria das teses (66%) tiveram uma abrangência "indeterminada" – ou seja, sem uma discriminação específica de âmbito geográfico ou institucional –, enquanto 10% claramente se focalizaram num âmbito "nacional" (Portugal), outros 10% num nível "municipal", 6% num nível "regional", 3% incidiram na geografia de países de "língua oficial portuguesa" (Brasil e Cabo Verde). Os restantes 5% foram estudos de âmbito institucional, restringidos a realidades específicas de "empresas" (3%) ou de "estabelecimentos de Ensino Básico, Secundário ou Superior" (2%).

A produção científica nos Institutos Politécnicos foi consideravelmente menor, sobretudo pela (ainda) impossibilidade de aí se realizarem teses de doutoramento. De acordo com os repositórios on-line, apenas se encontram registadas, entre 2008 e 2017, 98 teses de mestrado sobre o domínio temático dos resíduos urbanos, incluindo ainda outras fileiras de resíduos como, por exemplo, resíduos de construção e demolição, materiais betuminosos, entre outros. Neste âmbito destacaram-se os Institutos Politécnicos do Porto (16 teses), de Lisboa e de Coimbra (ambos com 14), seguindo-se Bragança (10), Viana do Castelo



e Leiria (ambos com 9), Viseu (7) e Castelo Branco (5). Com a menor produção de teses nestes domínios encontram-se os Institutos Politécnicos de Setúbal (3), de Portalegre e de Tomar (ambos com 3), do Cávado e do Ave (2), de Santarém e de Guarda (ambos com 1).

A 'valorização/reciclagem' (43,9%) e a 'gestão' geral de resíduos urbanos (21,4%) reuniram a maioria das teses de mestrados nos Institutos Politécnicos (65,3%), seguindo-se, ainda com alguma expressão, a 'valorização energética' (12,2%). Com uma representação mais reduzida, encontram-se os sectores da 'recolha de resíduos' e da 'segurança, saúde e risco no trabalho' (ambos com 5,1%), das 'atitudes e comportamentos socioambientais' (4,1%), e dos 'aterros sanitários' (3,1%).

Quanto à divisão por temas, e começando com o número de teses no domínio da 'valorização/reciclagem' – a área temática com maior expressão, num total de 40 –, o Instituto Politécnico de Lisboa obteve a maior produção (7), seguindo-se os Institutos Politécnicos de Leiria (6), Coimbra (5) e Porto (5). Estas entidades agregaram assim cerca de 58% do total neste domínio. A segunda área temática com mais teses – a 'gestão' (geral) de resíduos urbanos, com 24 teses – foi liderada pelos Institutos Politécnicos de Coimbra (6), Porto (4), Viseu (4) e Bragança (3), englobando assim quase 71% do total neste domínio. A 'valorização energética', o terceiro tema com mais teses no contexto dos resíduos urbanos, destacaram-se os Institutos Politécnicos do Porto (6) e de Lisboa (3). Os outros domínios ('recolha', 'segurança, saúde e risco no trabalho' e 'atitudes e comportamentos socioambientais') tiveram pouca expressão como temas desenvolvidos na elaboração de teses de mestrado nos diversos institutos politécnicos.

4 RECOMENDAÇÕES

Embora o repositório on-line do Ensino Superior permita já aceder à quase totalidade da produção científica portuguesa, incluindo portanto a área dos resíduos, considera-se ser da maior importância a criação de uma base de dados específica, de forma a possibilitar uma maior e melhor acessibilidade à informação de um forma organizada e permitir assim a interligação entre investigação fundamental e investigação aplicada.

Por outro lado, concluiu-se ser fundamental que se aprofundem as parcerias entre as instituições de Ensino Superior e o tecido empresarial no sector dos resíduos, não apenas no desenvolvimento de projectos de investigação aplicada e desenvolvimento experimental, mas também no financiamento activo de investigação fundamental, nomeadamente através de financiamento de teses de mestrado e de doutoramento.

De igual modo, considera-se importante o reforço da colaboração entre as diversas Universidades e Institutos Politécnicos no sentido de se aprofundarem e articularem linhas de investigação no sector dos resíduos, potenciando as mais-valias específicas de cada instituição e aumentando assim o conhecimento integrado.

REFERÊNCIAS

- Schmidt, L., Vieira, P.A., Prista, P., Travassos, D. (2019). *20 Anos de Investigação e Desenvolvimento na Sociedade Ponto Verde*. SPV, Cruz Quebrada. ISBN: 9789729838224.
- Direcção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência (2018). *Inquérito ao Potencial Científico e Tecnológico Nacional*. DGEEC, Lisboa.

EDUCATE FOR A CIRCULAR ECONOMY CAMPAIGN

B. P. Rodrigues^a

^a Resíduos do Nordeste EIM S.A, Fundação Calouste Gulbenkian street, Portugal

^b Instituição, Morada, País

^c Instituição, Morada, País

RESUMO

Motivada por questões de sustentabilidade, a Economia Circular exige mudanças que vão além da esfera econômica, e orienta para novos modelos sociais e comportamentais. Este artigo trata da necessidade de uma estratégia de comunicação por proximidade que atue como interface entre os produtores de resíduos e o sistema de gestão, descrevendo e examinando os efeitos de uma campanha educativa sobre hábitos circulares desenvolvidos pela Resíduos do Nordeste. A campanha "Educar para uma Economia Circular, tem como principal objetivo implementar ações piloto focadas na prevenção, redução e preparação para reutilização e reciclagem. Pela primeira vez neste Sistema, serão definidos e quantificados indicadores de circularidade com base nas medidas implementadas. O envolvimento do cidadão, a mudança de comportamento e as normas sociais são essenciais para o sucesso de uma transição circular da economia.

Palavras Chave – Hierarquia, gestão de resíduos, campanhas de proximidade, indicadores de circularidade.

ABSTRACT

Motivated by sustainability issues, circular economy demands changes that go beyond the economic sphere, guiding to the emergence of new social and behavioral models. This paper deals with the need for a proximity communication strategy that acts as an interface between waste producers and the management system, by describing and examining the effects of an education campaign on circular habits developed by Resíduos do Nordeste. The campaign "Educate for a Circular Economy, whose main objective is to implement pilot actions focused on the top of the hierarchy of waste management: prevention and reduction, and preparation for reuse and recycling. For the first time in this System, circular indicators will be defined and quantified based on the measures implemented. Citizen involvement, behavior change and social norms are essential to the success of a circular economy transition.

Keywords: Hierarchy, waste management, face-to-face, circular indicators.



1 INTRODUCTION

The transition towards a more circular economy requires an active engagement of citizens in changing consumption patterns [1]. Educate for a circular economy (ECE) is the result of two applications submitted to the Operational Program on Sustainability and Efficiency in the Use of Resources (PO-SEUR), "Actions for Education and Environmental Awareness", focusing on the first levels of waste management. The project has a total investment value of 167,745.53 €, and a duration of 42 months.

The priority flows are organic waste and packaging, in line with two of the key sectors of the EU Circular Economy Action Plan. ECE intends to promote the implementation of solutions to reduce food waste, to value waste as a resource, to arouse a new interest in the consumer, increasing the demand for services instead of products.

The target audience for the Campaign covers the general population, services, farmers and agricultural associations, education, public and private institutions, retail and other distribution of food, technicians and municipal operators.

The communication strategy rests on a face-to-face contact between the target audience and Resíduos do Nordeste, guiding the "know-how to do".

The campaign was funded by 2 national calls (PO SEUR), Urban Waste Recovery Education and Awareness Raising (Terras de Trás os Montes Intermunicipal Community) and Education and awareness actions, focusing on the first steps of the waste management pyramid, i.e prevention and reduction and preparation for reuse and recycling.

2 Methodology

2.1 Prevention measures vs Actions

The project consists in a set of measures and pilot actions that focus on preventing strategic waste flows and implementing good practices for selective waste separation, by direct contact with the target audience. In addition to the human resources allocated to the phases of the Campaign, instruments were used in order to obtain greater adherence and also guide new local business models. These "pilot actions" aim to motivate adherence to continuity, with the possibility of increasing the target group. In this way it is fundamental that people who are affected voluntarily intend to "do well".

2.1.1 Preventive measures have been defined for strategic waste streams [2].

- Biowastes: Promote domestic composting, through pilot actions designed in residential sector. This includes home composting guide, composters and door-to-door visits. Promote community composting, through pilot actions designed for families in Buildings. Installation of collective composters from re-used wood in green spaces; Offer bins for families to motivate separation of biowaste. On site demonstration sessions.

Fight against food waste through pilot actions for food donation by approximation of the expiration date, surplus agricultural products. Concretize a platform (APP) which includes donation, exchange, or sell local food; create an agricultural surplus bag, and show tips and guidelines for a healthy and sustainable food.

- Packaging: Decrease production of plastic packaging, by distribution of reusable glass water bottles in public administration and distribution of reusable mugs at festive events.
- Other wastes: Alert about prevention of hazardous waste (e.g. oil cooking), by training and demonstration sessions to citizens and implement traditional practices for manufacture soap. Awareness of environmental, economic and social benefits.
- Inform for a Circular Economy

Street Theater: Reinforce the importance of selective separation when prevention can't be avoided.

Guide for a Circular Waste Management: This guide aims to educate the circular economy, focusing mainly on circular waste management, its impacts on the environment where the systems are inserted and contribute to a greater and better application of this new economic model on this sector.

The results were evaluated as defined in the call.However were appliedcircular indicators.

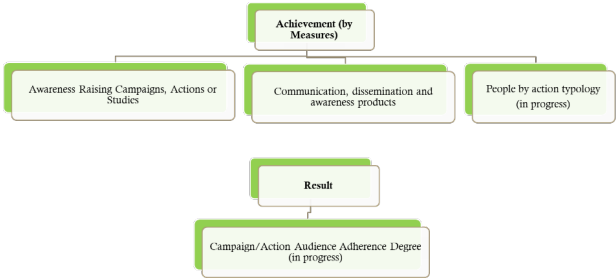


Figure 1.- Call Indicators by Sustainability and Resource Efficiency Operational Progra, 2016, <https://poseur.portugal2020.pt/pt/candidaturas/aviso/>

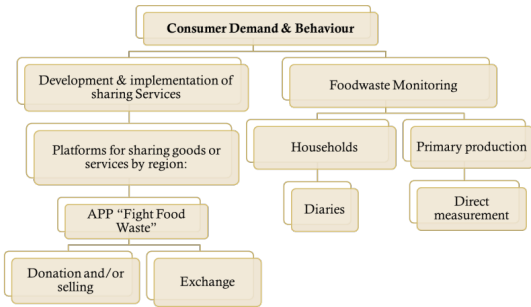


Figure 2. Circular Indicators. 10 Key Indicators for Monitoring the Circular Economy 2017 Edition, <https://www.ademe.fr/en>

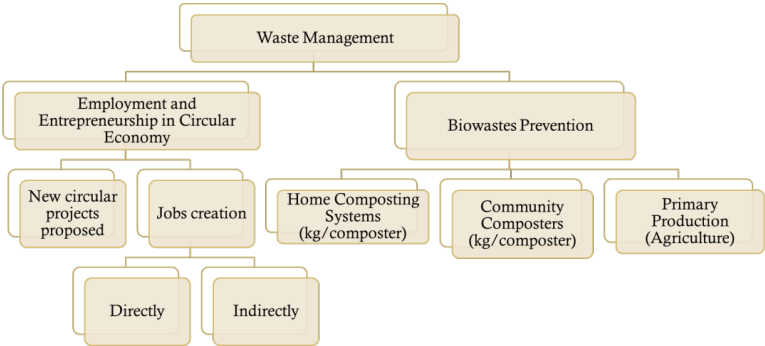


Figure 3. Circular Indicators. 10 Key Indicators for Monitoring the Circular Economy 2017 Edition, <https://www.ademe.fr/en>

3 Results

The implementation of this operation will contribute for the reduction of the amount of waste produced.

Being aware of the groups of variables that influence the behavior of citizens in the field of recycling, this operation will contribute to the effective involvement of the population in order to achieve the success of the recycling targets.

Indicators established on application are number of campaigns, Actions or Awareness and Information Studies; Communication, outreach and awareness products; Population covered by the Awareness and Information Campaigns; Degree of Adherence to Campaign / Action Audience

The Project ends i this year. At this moment, all actions are in "cruising speed" in the 13 municipalities. However it's possible show some results.

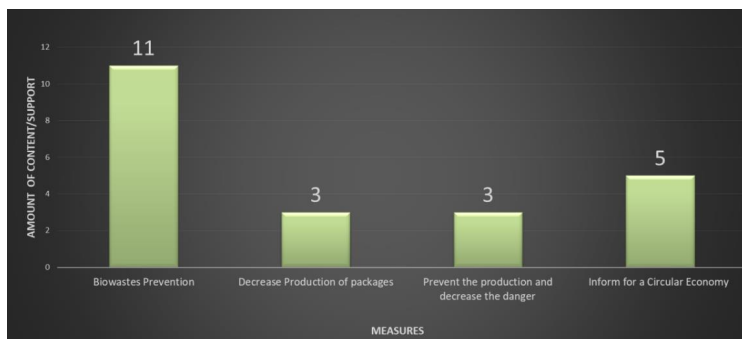


Figure 4 - Number of Communication, dissemination and awareness products by measures.

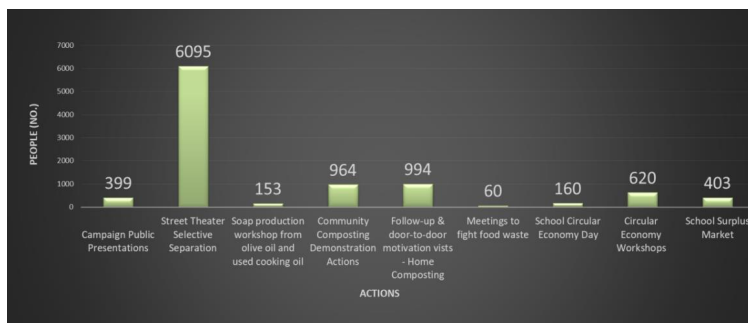


Figure 5. Number of Awareness Raising Campaigns, Actions or Studies by actions.

Frame 1 - Employment and entrepreneurship in circular economy – Jobs created.

Measures & Actions	How	Directly (No. of citizens)	Indirectly (No. of citizens)
Biowaste prevented			
Community Composting	Carpenter & Monitor	1	1
Fight Foodwaste	Computer engineer		1

Prevent production & reduce the hazardousness on spcific flows			
Soap Ateliers	New Trainers	1	2
Inform for a Circular Economy			
Street Theater	Actresses		2

4 Conclusions/Expectations

The Circular Economy Action Plan [3] aims to promote carbon neutrality and an efficient and productive economy in the use of resources: the Portuguese economy is neutral in GHG emissions, and efficient in the use of materials. The community's own awareness of a better understanding of the thematic of waste and circular economy is a key element for a better separation of waste and an understanding of the circularity of waste.

The traditions, values and rural characteristics inherent in the 13 municipalities on Resíduos do Nordeste System are a facilitating element for the citizens who feel an integral part of the project and are able to achieve the results and planned goals.

The Campaign addresses the positive results of prevention and effective separation at source. And is already an example [4] of sharing and collaboration, and leads to value creation, fostering new business models and reactivating the local economy.

Although recycling takes the form of an end of life, this option is an allied to the transition to a circular economy. In Portugal, despite the large investments in the waste [5], it is concluded that the necessary insights that motivate the "doing" are not installed.

5 Acknowledgements

This work has been sponsored by Resíduos do Nordeste EIM S.A.

6 References

- [1] European Comission, http://ec.europa.eu/environment/circulareconomy/pdf/report_implementation_circular_economy_action_plan.pdf
 - [2] Public Presentation Educate for a Circular Economy Campaign, <https://prezi.com/view/tZUusUjH40p1qLUaayzA/>
 - [3] Plano de Ação para a Economia Circular (PAEC), https://www.portugal2020.pt/Portal2020/Media/Default/Docs/Legislacao/Nacional/RCM190A_2017.pdf
 - [4] Examples of circularity in waste management, <http://eco.nomia.pt/pt/exemplos/residuos-do-nordeste>
 - [5] Novo Verde, http://www.novoverde.pt/PDF-docs/ReportMarktest_Barometro_Reciclagem_Jan2019VF.pdf
- 10 Key Indicators for Monitoring the Circular Economy, 2017, <https://www.ademe.fr/en>



FESTIVAL NÁUTICO DA SEMANA DO MAR. COMUNICAR, SENSIBILIZAR E AGIR RUMO À SUSTENTABILIDADE.

SEA WEEK NAUTICAL FESTIVAL. COMMUNICATE, RAISE AWARENESS AND ACT TO SUSTAINABILITY.

Luís Botelho^a, Ana Sofia Matos^b

^aCâmara Municipal da Horta, Largo Duque d'Ávila e Bolama, Portugal

^bCâmara Municipal da Horta, Largo Duque d'Ávila e Bolama, Portugal

RESUMO

A realização de festividades implica normalmente a produção de elevadas quantidades de resíduos, nomeadamente de plásticos de utilização única (PUU), aliando-se muitas vezes esta produção à sua incorreta separação e até mesmo ao seu abandono na via pública e a sua dispersão pelo espaço natural, nomeadamente o mar. Neste sentido, torna-se premente a realização de campanhas de comunicação e sensibilização eficazes no decorrer das festividades, em paralelo com a não menos importante implementação de regras, medidas e meios que permitam não só a correta separação de resíduos, como também a implementação crescente de estratégias para a prevenção da sua produção. É com esta consciência que, o Município da Horta faz uma aposta crescente para tornar o Festival Náutico da Semana do Mar, em paralelo com as restantes festividades do Concelho, num evento mais sustentável, investindo há mais de seis anos na realização de campanhas ambientais e concursos, disponibilização de ecopontos para um aumento da reciclagem, assim como e principalmente para promover a redução da produção de resíduos, nomeadamente eliminar o uso de PUU, implementando alternativas e proibindo a sua disponibilização.

Palavras Chave - Festividades; Sustentabilidade; Prevenção de resíduos; Comunicação e sensibilização; Plásticos de utilização única.

SUMMARY

The realization of festivals generally involves the production of large amounts of waste, in particular single use plastic often allying this production to its incorrect separation and even their abandonment in public roads and their dispersion in natural environment, namely the sea.

Therefore it is urgent to carry out effective communication and awareness campaigns in the course of the festivities, in parallel with the no less important implementing rules, measures and means to, not only the correct separation of waste, as well as, the growing implementation of strategies for the prevention of its production.

It is with this awareness that the municipality of Horta has been promoting a growing commitment to make the Nautical Festival Sea Week, in parallel with the remaining festivities in the County, a more sustainable event, investing, for more than six years, in the experience in conducting environmental campaigns and competitions, the provision of ecopoints in order to increase recycling as well as to promote the reduction of waste production, namely to eliminate the use of single use plastic, implementing alternatives and prohibiting its availability.

Keywords - Festivities; Sustainability; Waste prevention; Communication and awareness; Single use plastics.

1 INTRODUÇÃO

O Município da Horta, o único da Ilha do Faial, tem uma população de 15063 habitantes, de acordo com os censos de 2011, realizando anualmente a maior festividade do concelho, o Festival Náutico da Semana do Mar, com a duração de 10 dias e que atrai muitos visitantes, não só dos Açores como também de outras partes do Mundo.

A sensibilização e educação ambiental, tem sido uma prioridade para a Câmara Municipal da Horta (CMH), desde há longos anos, desenvolvendo-se desde o ano 2000 muitos projetos de educação ambiental com escolas, centros de convívio de idosos, comércio e serviços e dirigidos à população em geral. Perante este enquadramento e de forma a tornar a comunicação mais efetiva, surgiu a necessidade de criar uma imagem e uma mascote para o efeito e que acompanha todas as campanhas e material de comunicação e sensibilização desenvolvidos pelos Serviços de Ambiente da CMH.

Neste contexto, a Semana do Mar não podia deixar de expressar as preocupações ambientais do Município, procurando assim ser um festival cada vez mais sustentável.

A primeira grande Estratégia Europeia sobre Plásticos, adotada a 16 de janeiro de 2018 pela Comissão Europeia, pretende reduzir o lixo marinho, as emissões de gases com efeito de estufa e a nossa dependência em combustíveis fósseis, através de várias medidas, entre as quais reduzir o consumo de plásticos de utilização única, tendo em conta que os plásticos descartáveis representam 50% do lixo marinho. Torna-se assim prioritário tomar medidas práticas neste sentido e implementá-las a nível local, com vista a alcance da meta Europeia e Global.

2 COMUNICAÇÃO E SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL NA SEMANA DO MAR

2.1 A evolução das campanhas ambientais na Semana do Mar

Sendo já disponibilizados inúmeros contentores para deposição de resíduos e ecopontos no decorrer da Semana do Mar, tanto aos comerciantes como à população em geral, os comportamentos de separação revelavam-se pouco efetivos, verificando-se não só a mistura de resíduos nos vários contentores dos ecopontos disponibilizados, como o abandono frequente de resíduos no chão, nomeadamente copos de plástico. Sendo a festa realizada na avenida marginal da cidade, ao longo da Baía da Horta, classificada como uma das mais belas baías do Mundo, alguns resíduos acabavam por chegar ao mar, tornando-se por isso premente alterar esta situação. O Município iniciou assim campanhas mais efetivas de comunicação e sensibilização da população e comerciantes com vista à efetiva mudança de comportamentos.

2.1.1 2014, o ano de arranque do Ecoquiosque.

Aplicando-se já uma caução aos maiores produtores de resíduos com concessões na Semana do Mar, para que os mesmos realizassem a separação de resíduos, sendo para além disso atribuído um prémio a quem separasse mais e melhor, havia que criar uma campanha mais efetiva e abrangente para que a generalidade dos resíduos produzidos passassem a ser recolhidos e devidamente separados para reciclagem. Criou-se então o Ecoquiosque, uma estrutura presente na festa com agentes de sensibilização do município e lançou-se a campanha “Valoriza os teus copos!” (figura 1), com atribuição de brindes ou uma bebida em troca de 15 copos de plástico descartáveis usados, entregues para reciclagem.



Figura 1. Painel alusivo à campanha “Valoriza os teus copos!”

A estrutura e campanha criadas surtiram o efeito desejado, verificando-se que o anterior cenário de inúmeros copos espalhados no chão no fim da noite era agora quase nulo. Para além desta efetiva e importante mudança, verificou-se o impacto positivo que a mesma teve na população, que para além de participar com satisfação na campanha, principalmente no que se refere às crianças, começou a reconhecer a importância de manter o espaço da festa limpo e as preocupações ambientais com o correto encaminhamento dos resíduos.

2.1.2 2015, lançamento da campanha “Valoriza o Ambiente, Valoriza-te!” e criação da Ecocaneca.

Mantendo-se as anteriores campanhas, sentia-se a necessidade não só de aumentar a correta separação de resíduos com vista à reciclagem, como também de promover a redução dos resíduos produzidos. Para o efeito, foi então criada a Ecocaneca (figura 2), uma caneca reutilizável que permitia a não utilização dos copos de plástico descartáveis e que podia ser adquirida no Ecoquiosque, permitindo a sua utilização a aquisição de bebidas grátis ou brindes. A mascote Ambi também marcou presença na festa (figura 3).



Figura 2. Venda da Ecocaneca e entrega de copos no Ecoquiosque. Figura 3. Mascote Ambi junto ao Ecoquiosque.

2.1.3 2016 e 2017, sensibilização para a redução do uso de PUU.

Em 2016, dando continuidade às campanhas iniciadas nos anos anteriores, iniciou-se também a campanha, “Diz não aos Plásticos” (figura 4 e 5), com a criação de um dia onde as bebidas adquiridas em copo de plástico descartável tinham um valor acrescido, para chamar a atenção para o desperdício verificado pela utilização do copo descartável, exceto se o mesmo fosse reutilizado também, a mesma campanha voltou a realizar-se em 2017, verificando-se uma maior adesão. Em 2017, lançou-se também um novo desafio aos pequenos produtores de resíduos, quiosque e roulotes da Semana do Mar, com o concurso “O Meu Ecoponto”, convidando-os a criarem e utilizarem o seu próprio ecoponto (figura 6), sendo o mais bem-sucedido merecedor de um prémio.



Figura 4. Cartaz da campanha “Diz não aos plásticos!”. Figura 5. Mascote Ambi na campanha “Diz não aos plásticos”. Figura 6. Ecoponto vencedor do concurso “O Meu Ecoponto”.

2.1.4 2018, proibição da utilização de copos de plástico descartáveis e lançamento do Ecocopo, com criação do Ecospot.

Em 2018 e embora a adesão à utilização da ecocaneca seja crescente ao longo dos anos, para a efetiva redução da utilização dos copos descartáveis, foi lançada o Ecocopo, acabando-se de vez com os cerca de 150000 copos descartáveis utilizados no decorrer da Semana do Mar e caminhando para uma sustentabilidade crescente deste festival náutico. Em paralelo, foi também criada uma exposição de sensibilização sobre o lixo marinho e o impacte dos plásticos nos oceanos.

Em 2018, a Câmara Municipal da Horta recebeu uma Menção Honrosa do Governo Regional dos Açores pelo projeto do “Ecoquiosque da Semana do Mar”.

2.1.5 2019, Semana do Mar sem PUU.

Em 2019, para a eliminação de plásticos de utilização única na Semana do Mar, passa também a ser proibida a utilização de paramenta em plástico, nomeadamente pratos, talheres e palhinhas de plástico.

Sendo as beatas, outro dos resíduos mais lançados para o chão e que também polui os oceanos, é também lançada a campanha “Plásticos no chão? Não!” (figura 7), através da qual se sensibiliza a população através de um Spot na Rádio e se disponibiliza gratuitamente cinzeiros portáteis no Ecoquiosque da Semana do Mar.



Figura 7. Cartaz da campanha “Beatas no chão? Não!”.

2.2 Resultados em números.

No quadro seguinte, podemos conhecer alguns dos resultados alcançados com as campanhas ambientais desenvolvidas na Semana do Mar ao longo dos últimos seis anos.

Quadro 1. Resultados numéricos das campanhas realizadas na Semana do Mar entre 2014 e 2019.

Ano	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Copos descartáveis reciclados (unidades)	8600	44000	38081	26360	—	—
Plásticos separados pelos concessionários para reciclagem (kg)	810	1752	1048	1970		—
Ecocanecas vendidas (unidades)	—	1037	1105	1708	2079	2683

3 COMUNICAÇÃO, SENSIBILIZAÇÃO E EFETIVA ALTERAÇÃO DE COMPORTAMENTOS

Para uma efetiva alteração de comportamentos é imprescindível levar a cabo campanhas de sensibilização e comunicação que envolvam toda a comunidade, que apresentem informação concisa,

que deem o exemplo e os meios necessários, onde sejam comunicados os resultados e que seja envolvente. Desta forma, são os próprio cidadãos, que para além de adotarem os comportamentos pretendidos, sensibilizam os que ainda não os adotaram.

No decorrer dos anos e das várias edições da Semana do Mar, implementaram-se campanhas ambientais com um grau de exigência maior em termos de sustentabilidade, verificando-se que a estratégia permitiu uma sensibilização e consequente adesão crescente e efetiva da população às ações implementadas, levando também essas práticas para fora da festividade, ou seja, para as suas práticas do dia a dia.

Conclui-se também que as campanhas implementadas, serviram como estímulo para a adoção de campanhas similares em outros municípios dos Açores, tendo sido recebidos vários contatos por parte dos mesmos para recolha de informação sobre o desenvolvimento das campanhas. Como resultado, começam já a ser implementadas ações semelhantes nas suas festividades, revelando assim o efeito multiplicador que campanhas ambientais como as implementadas no decorrer da Semana do Mar proporcionam, aumentando assim a sua importância e impacto.





O MANEJO DOS RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE, SEGUNDO OS TRABALHADORES DE HOSPITAL VETERINÁRIO DE UNIVERSIDADE PÚBLICA NO NORDESTE DO BRASIL

WASTE MANAGEMENT OF HEALTH SERVICES, ACCORDING TO PUBLIC UNIVERSITY VETERINARY HOSPITAL WORKERS IN NORTHEAST BRAZIL

Adílio Campos Portugal^a, Luiz Roberto Santos Moraes^{b}*

^a Universidade Federal da Bahia, Largo do Terreiro de Jesus s/n, Salvador, Bahia, Brasil

^b Universidade Federal da Bahia, Largo do Terreiro de Jesus s/n, Salvador, Bahia, Brasil

RESUMO

O gerenciamento de resíduos de serviços de saúde (RSS) representa um fator que influencia na saúde e no ambiente pelos riscos que representam caso não seja realizado adequadamente. O presente trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa qualitativa realizada com o objetivo de analisar as percepções dos trabalhadores de uma universidade pública no Nordeste do Brasil sobre o manejo dos RSS no hospital veterinário dessa instituição e as percepções sobre os riscos ao ambiente e à saúde. Os dados do estudo foram obtidos com a realização de dois grupos focais, um com nove trabalhadores estatutários da carreira de técnico administrativo em educação e outro com oito trabalhadores terceirizados e analisados por análise de conteúdo. Constatou-se que os trabalhadores não conhecem o PGRSS, a classificação nem o volume de RSS gerados na instituição e nem a legislação sobre RSS, o que representa dificuldade seu adequado gerenciamento. A percepção dos riscos ambientais foi observada nos dois grupos que reconhecem os possíveis prejuízos para o ambiente com o manejo inadequado de RSS. Os riscos à saúde são percebidos pelos trabalhadores, mas os terceirizados, que estão mais expostos, reconhecem que não têm treinamento suficiente para trabalhar em hospital veterinário e que podem ter consequências graves para a sua saúde.

PalavrasChave - resíduos de serviços de saúde, hospital veterinário, riscos, percepção dos trabalhadores.

ABSTRACT

Healthcare waste (HSW) management represents a factor that influences health and the environment by the risks they pose if not properly performed. This paper presents the results of a qualitative research conducted with the objective of analyzing the perceptions of workers of a public university in Northeastern Brazil about the management of HSW in the veterinary hospital of this institution and the perceptions about the risks to the environment and health. The study data were obtained by holding two focus group meetings, one with nine statutory workers of the administrative technical education career and the other with eight outsourced workers and analyzed by content analysis. It was found that workers do not know the HSW Management Plan, the classification of the volume of HSW generated in the institution nor the legislation on HSW, which represents difficulty for proper management of HSW. The perception of environmental risks was observed in both groups of workers who recognize the possible damage to the environment through inadequate management of HSW. Health risks are perceived by workers, but outsourced workers, who are more at risk, recognize that they do not have sufficient training to work in a veterinary hospital and can have serious health consequences.

Keywords - health services waste, veterinary hospital, Public University, risks, workers' perception.

* *Autor para correspondência. Corresponding author.*
E-mail: moraes@ufba.br (Prof. Dr. Luiz R.S. Moraes)

1 INTRODUÇÃO

Resíduos de serviços de saúde (RSS) são aqueles resultantes das atividades exercidas pelos serviços relacionados com a atenção à saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar; laboratórios analíticos de produtos para saúde; necrotérios, funerárias e serviços de embalsamamento e de medicina legal; drogarias, farmácias e distribuidores de produtos farmacêuticos, materiais e controles para diagnóstico *in vitro*; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde; centros de controle de zoonoses; unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura, piercing e tatuagem, salões de beleza e estética, dentre outros afins (Brasil, 2018).

Os RSS são reconhecidos por sua periculosidade e consequências associadas ao manejo inadequado, apesar de representarem uma pequena parcela dos resíduos sólidos gerados. Mosquera *et al.* (2014) consideram que a parcela perigosa é pequena, entretanto todos os profissionais envolvidos em manejo devem saber realizar adequadamente a sua segregação.

O manejo dos RSS é o conjunto de atividades de manuseio dos resíduos de serviços de saúde, cujas etapas são a segregação, acondicionamento, identificação, transporte interno, armazenamento temporário, armazenamento externo, coleta interna, transporte externo, destinação e disposição final ambientalmente adequada dos mesmos (Brasil, 2018).

Diferente da preocupação com os riscos dos RSS de contaminação por vírus da hepatite ou por HIV, não se observa preocupação com os RSS gerados em estabelecimentos veterinários, onde as diversas espécies animais podem apresentar patologias zoonóticas que podem afetar o ser humano. O manejo dos RSS também pode trazer consequências para o meio ambiente, promovendo desequilíbrio se negligenciado em qualquer de suas etapas, e representa um perigo para a saúde pública.

O gerenciamento adequado de RSS pode ser influenciado pelo nível de conhecimentos e habilidades, falta de envolvimento de profissionais e de investimentos. Para Takayanagui (1993) o comprometimento da pessoa em uma questão específica é responsável direto por seus resultados. Antes de uma mudança de comportamento de um trabalhador, a reflexão sobre a importância desta mudança é fundamental.

Acrescenta-se a estas questões subjetivas para um gerenciamento adequado, a necessidade e obrigatoriedade da elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) que se trata de um documento que reúne as exigências técnicas para o manejo dos RSS com proteção do ambiente, da saúde do trabalhador, dos pacientes e da comunidade.

Alguns estudos realizados em hospitais veterinários como o de Pilger e Schenato (2008) observaram que os RSS não eram segregados e eram misturados resíduos comuns e infectantes. Roeder-Ferrari *et al.* (2008), também constataram o problema de segregação. Problemas nesta etapa do manejo representam maiores riscos, aumento de custos e evidenciam falta de conhecimento dos trabalhadores.

A necessidade de mais estudos sobre o tema, a importância de conhecimentos sobre o manejo de RSS em estabelecimentos veterinários, os riscos para a saúde e para o ambiente justificam a realização deste trabalho, que tem como objetivo analisar as percepções dos trabalhadores de hospital veterinário de uma universidade pública do Nordeste do Brasil sobre o manejo de RSS e os riscos envolvidos.

2 METODOLOGIA

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa qualitativa exploratória. O estudo foi realizado no hospital veterinário de uma universidade federal pública (HUMV) no interior do estado da Bahia. A população de referência foi constituída por trabalhadores do HUMV que foram divididos em dois grupos, com 8 (oito) trabalhadores terceirizados e 9 (nove) trabalhadores estatutários. O grupo de trabalhadores terceirizados compõe-se de limpeza e conservação e tratadores de animais, identificados pelas letras TER e o grupo dos trabalhadores estatutários foi composto por médicos veterinários, técnicos em agropecuária, técnicos em laboratório, técnicos em radiologia e técnicos de anatomia e necropsia.

Os dados foram coletados a partir de documentos como o PGRSS e o Regimento Interno, e de grupos focais realizados com os dois grupos de trabalhadores. Para desenvolver a análise de dados se fizeram necessários o conteúdo relevante e consistente coletado dos documentos analisados e transcrições dos grupos focais. Para analisar os dados foi utilizada a análise conteúdo, o estudo da comunicação a partir de procedimentos sistemáticos e objetivos do conteúdo das mensagens. A análise foi realizada a partir de categorização por análise temática ou investigação de temas (Bardin, 2011).

A pesquisa foi aprovada e autorizada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Bahia da Universidade Federal da Bahia, conforme Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde, Processo CAAE: 93158618.9.0000.5577.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os trabalhadores que participaram do estudo revelaram que não conheciam a classificação dos RSS e tinham pouca noção da quantidade gerada, como também revelaram desconhecer o PGRSS e legislações sobre o tema. Semelhança verificada em estudo de Reis *et al.* (2013), no qual os participantes não conheciam a classificação do RSS gerados nos estabelecimentos veterinários, o que dificultava o manejo adequado deles e as ações para minimização da geração.

De acordo com Brasil (2005), os RSS são classificados nos grupos A (biológicos), B (químicos), C (radioativos), D (comuns) e E (perfurocortantes). Este conhecimento é importante para realizar uma segregação adequada, evitar mistura de resíduos, acondicionamento inadequado, que aumentam os riscos que podem extrapolar os limites da unidade, principalmente por disposição de resíduos dos grupos A, B e E como resíduos comuns.

A geração de RSS no HUMV não é mensurada, não foram verificados documentos que comprovassem, contrariando a legislação que determina a obrigatoriedade da análise de geração como parte da avaliação e monitorização do gerenciamento. Faz-se necessário elaborar e implementar um Plano de Gerenciamento de Resíduos dos Serviços de Saúde, documento imprescindível para normatização das etapas do manejo, com detalhes de cada procedimento, incluindo ações de saúde do trabalhador e educação continuada (Brasil, 2004).

O PGRSS do HUMV foi elaborado em 2016, é muito sintético e desconhecido do grupo de trabalhadores e não foi ainda implementado, constatação baseada no que foi dito pelos participantes nas reuniões, por não conhecerem o Plano, legislações, os tipos de RSS nem detalhes sobre o manejo.

Em relação aos riscos ambientais, os participantes tem compreensão dos riscos provocados ao meio ambiente pelo manejo inadequado dos RSS.

No meu setor, pode causar uma infinidade de problemas, desde contaminação de solo, lençol freático, vegetação, ser humano, outros animais, por isso toda uma preocupação, tanto no transporte como no manejo, até o destino final desse resíduo (EST 4)

O manejo inadequado dos RSS pode provocar uma contaminação em cadeia, sendo que todas as etapas são importantes. A mistura de RSS por segregação inadequada, resíduos infectantes, perfurocortantes e/ou químicos descartados como comuns, compostos e partículas geradas no tratamento de RSS e disposição de resíduos provenientes das misturas podem afetar solo, ar, água, contaminar fauna e flora, e retornar ao homem. O estudo de Sawalen *et al.* (2009) considerou grave a mistura de resíduos comuns e infectantes, estas práticas podem contaminar o ambiente.

A respeito dos riscos à saúde, os participantes reconheceram estes nas rotinas em que manipulam os RSS, sendo maximizados pela falta de treinamentos, de conhecimentos específicos e de equipamentos de proteção individual (EPIs). Também consideraram possibilidade de contaminação e adoecimento pelo contato com os resíduos. Num hospital veterinário, pela diversidade de espécies atendidas são variadas as patologias. No setor de clínica de animais de companhia, atendimento predominante de cães e gatos, que podem ser acometidos por dermatofitoses, leptospirose, tuberculose, zoonoses que podem acometer o ser humano a partir de pelos, urina, sangue e aerossóis, respectivamente.

O participante TER 7 compreende os riscos relacionados ao manejo dos RSS.

A gente corre risco ao entrar, lá na frente a gente já corre risco, aqui, tudo a gente corre risco. No laboratório, no Centro cirúrgico, ..., cachorro com micose. Isso tudo tem risco para nossa saúde, tipo os animais com raiva que chegam aí, a gente tem contato, querendo ou não, direta ou indiretamente a gente tem contato com ele porque a gente põe a mão no lixo, tudo isso a gente corre risco. (TER 7)

Os participantes relataram possíveis consequências dos riscos químicos, biológicos e de acidentes relacionados ao manejo dos RSS.



Queimadura de pele, dessas áreas superiores, queimadura de córnea e contaminação também dessas áreas superiores, com falta de ar e parada cardiorrespiratória, os resíduos biológicos podem causar infecções por bactérias, por vírus. E o físico, pode provocar cortes, lesões e amputações. (EST 2)

O reconhecimento dos riscos à saúde pelos trabalhadores são fatores que estão relacionados para adoção de medidas preventivas, maior atenção no trabalho e pode contribuir para redução de acidentes e doenças relacionadas ao trabalho. Esta identificação de riscos neste estudo também foi verificada por Reis *et al.* (2013). Segundo Enwere e Diwe (2014), os riscos relacionados aos RSS referem-se à possibilidade de lesões por agulhas, transmissão de infecções, reutilização de alguns tipos de resíduos, poluição ou degradação ambiental.

4 CONCLUSÕES

Constatou-se que os trabalhadores, no geral, não tinham conhecimentos sobre RSS no que se refere à classificação, estimativa de geração de resíduos em sua unidade de trabalho, nem de legislação aplicada, o que representa um problema, interfere no gerenciamento, na minimização na geração dos RSS, contribui para ocorrência de falhas no processo, aumento de custos e para a longitudinalidade dos riscos para a saúde e o ambiente. Os participantes compreendem os riscos e possíveis impactos provocados ao ambiente pelo manejo inadequado dos RSS, como a poluição do ar, água, solo e riscos à fauna e flora locais, possibilitados por imprudência ou imperícia no manejo, desde as etapas de segregação até o tratamento e disposição final dos RSS.

Os trabalhadores terceirizados relataram preocupação pelo contato com os RSS no trabalho, com o risco de contrair doenças, infecções, pela alta de condições para o trabalho, evidenciadas na cobertura de vacinação, EPIs insuficientes ou inadequados e ausência de treinamentos. Os participantes do grupo de estatutários observaram os riscos envolvidos em seu trabalho, como biológicos, físicos, químicos, ergonômicos e de acidentes, destacaram os riscos de zoonoses pelo contato direto com os animais e seus fluidos biológicos.

O desconhecimento da legislação, dos tipos e quantidades de RSS gerados pode ser superado com instituição de um programa de educação continuada, treinamento dos trabalhadores e envolvimento coletivo. Estas medidas associadas de aquisição de EPIs representam o início de um processo de gerenciamento adequado que possibilitará minimização de riscos à saúde e ao ambiente. Torna-se necessário que a Instituição priorize a formação dos trabalhadores em demandas relacionadas ao manejo de RSS, faça investimentos de capacitação dos gestores e trabalhadores das diversas funções, estruture o setor responsável pelo gerenciamento, compartilhe informações sobre riscos, zoonoses, prevenção e agravos e manejo dos RSS nos setores de trabalho, realize um estudo quantitativo da geração de RSS, inventários, mantenha arquivo dos registros de tratamento dos RSS, atualize e amplie o PGRSS, detalhando os procedimentos e de fato, implemente as ações descritas no Plano, bem como realize a monitorização das ações.

5 REFERÊNCIAS

- Bardin, L. (2011). Análise de conteúdo. Lisboa, Edições 70, 229 p.
- Brasil (2004). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 306, de 07 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, Diário Oficial da União de 10/12/2004.
- Brasil (2005). Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Brasília, Diário Oficial da União, 04 maio. Seção 1. n. 84. p. 63-65.
- Brasil (2018). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 222, de 28 de março de 2018. Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências. Brasília, Diário Oficial da União de 29/03/2018.

- Enwere, O. O., Diwe, K. C. (2014). Knowledge, perception and practice of injection safety and healthcare waste management among teaching hospital staff in South East Nigeria: an intervention study. *Pan. Afr. Med. J.* 17, 218.
- Mosquera, M., Andrés-Prado, M. J., Rodríguez-Caravaca, G., Latasa, P. (2014). Evaluation of an education and training intervention to reduce health care waste in a tertiary hospital in Spain. *American Journal of Infection Control* 42, 894-897.
- Pilger, R. R., Schenato, F. (2008). Classificação dos Resíduos de Serviços de Saúde de um Hospital Veterinário. *Eng. Sanit. Ambient.* 13 (1) 23-28.
- Reis, M., A., Rangels, M. L., Mattos, C.M., Franke, C. R. (2013). Conhecimento, prática e percepção sobre o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde em estabelecimentos médicos veterinários de Salvador, Bahia. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.* 14 (2) 287-298.
- Roeder-Ferrari, L. D., Andriguetto Filho, J. M., Ferrari, M. V. (2008). Produção e manejo de resíduos sólidos de saúde no hospital veterinário da UFPR. *Archives of Veterinary Science* 13 (1) 26-30.
- Sawalem, M., Selic, E., Herbell, J.-D. (2009). Hospital waste management in Libya: A case study. *Waste Management* 29 (1370-1375).
- Takayanagui, A. M. M. (1993). Consciência ecológica e os resíduos de serviços de saúde. *Rev. Latino-Am. Enfermagem* [online] 1 (2) 93-96. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-11691993000200008>. Acesso em: 6 jan. 2017.





O PAPEL DOS PROGRAMAS EDUCACIONAIS NA GESTÃO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM ANGOLA

THE ROLE OF EDUCATION PROGRAMS ON THE MUNICIPAL SOLID WASTE MANAGEMENT IN ANGOLA

T.I. Panzo^a, J. C. Góis^{b},*

^a Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Coimbra, Rua Luis Reis Santos 290, 3030-790 Coimbra, Portugal

^b Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Coimbra, Rua Luís Reis Santos, 3030-788 Coimbra, Portugal

RESUMO

O sucesso da gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) depende da consciencialização da população para os problemas ambientais e da capacitação dos governos para implementar soluções sustentáveis do ponto de vista social, económico e ambiental. Em África, de um modo geral, há uma baixa consciencialização e perceção pública dos problemas ambientais. Este artigo tem por objetivo analisar os programas de gestão de RSU e de educação ambiental (EA) em Angola e perceber o grau de consciencialização da população estudantil sobre os problemas ambientais e as dificuldades na implementação do PESGRU - Plano Estratégico de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos, aprovado em 2012. A metodologia de investigação compreendeu a realização de questionários a alunos de escolas primárias e secundárias em quatro províncias de Angola, e a realização de entrevistas aos responsáveis pela coordenação da formação nas escolas e aos responsáveis pela gestão de RSU ao nível provincial. Os resultados mostram que a consciencialização dos alunos sobre as questões ambientais é baixa e há falta de informações sobre EA nos programas académicos do 1º e do 2º ciclo das escolas. Em termos da gestão dos RSU falta formação técnica e recursos financeiros.

Palavras Chave – Educação ambiental, Resíduos sólidos urbanos, Plano de gestão de resíduos, Consciência ambiental, Escolas.

ABSTRACT

The successful of municipal solid waste (MSW) management depends on the awareness of population concerning environmental problems and the capacity of governments to implement socially, economically and environmentally sustainable solutions. In Africa, in general, there is a low public awareness and perception of environmental problems. This paper aims to analyse the MSW management and the environmental education (EE) programs in Angola and to understanding the degree of awareness of student population about the environmental issues and the difficulties of local governments to implement PESGRU - Strategic Plan for Urban Solid Waste Management, approved in 2012. The research methodology included questionnaires for students of primary and secondary schools in four provinces of Angola and interviews with school directors and responsible for the MSW management in provincial governments. The results show that students' awareness about environmental issues is low and there is a lack of information on environmental education in the program of 1st and 2nd school cycles. Regarding MSW management there is a lack of vocational training and financial resources.

Keywords – Environmental education, Municipal solid waste, Waste management plan, Environmental awareness, Schools.

* Autor para correspondência. Corresponding author.
E-mail: jose.gois@dem.uc.pt (Prof. José Góis)

1 INTRODUÇÃO

Desde a década de 70 do século passado a educação ambiental (EA) tornou-se uma ferramenta para ajudar à consciencialização da população para os problemas ambientais criados pela industrialização e consumismo das sociedades. A conjugação dos programas de EA com os programas de gestão de resíduos torna-se fundamental para que cada indivíduo e as comunidades em geral adquiram consciência ambiental, que as torne aptas a agir individualmente ou coletivamente para minorar os problemas ambientais, participando na execução das políticas ambientais (Asmawat et al., 2012). Ao longo dos anos, as preocupações da humanidade com questões de sustentabilidade ambiental tornaram-se cada vez mais evidentes, destacando o papel desempenhado pela educação e conscientização ambiental (Hoang e Takaaki, 2016).

Na maioria das cidades angolanas os RSU são abandonados nas ruas sem grande preocupação da população pelos problemas ambientais que daí podem advir (Figura 1).



Figura 1. Acumulação de resíduos junto de um contentor na cidade de Lobito, Angola

Esta prática é supostamente atribuída à falta de EA da população, pese embora a criação do PESGRU - Plano Estratégico de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos em 2012 (Decreto-Lei n.º 196/12). Para apurar até que ponto o grau de consciencialização ambiental da população estudantil e dos responsáveis pelos programas de educação e de gestão dos RSU contribui para a forma como a população encara os problemas da gestão dos resíduos e adota práticas inadequadas foi realizado um estudo abrangendo as quatro maiores províncias de Angola.

2 MATERIAIS E METODOLOGIA

2.1 Perfil socioeconómico de Angola

Segundo o Censo de 2014 (INE, 2014) Angola tem 24,3 milhões de habitantes e a maior parte da população vive em áreas urbanas (62,3%). A província de Luanda é a que apresenta maior número de habitantes, com 6,5 milhões de residentes. Após a independência em 1975, Angola passou por vários períodos de guerra civil, que terminou em 2002, e que causaram um número significativo de mortes, mutilados e refugiados e a destruição de infraestruturas e enfraquecimento da capacitação institucional. Na última década os governos de Angola têm-se empenhado na reconstrução e desenvolvimento do país, procurando criar infraestruturas para assegurar os serviços essenciais a população. Contudo, após anos de crescimento a economia Angolana entrou num período de desaceleração causado principalmente pela queda do preço do petróleo, que tem sido o principal pilar da economia de Angola. Neste período recente de “arrefecimento” da economia Angolana, a inflação subiu ligeiramente atingindo 18,6% no final de 2018 (Impala, 2019), e muitos projetos em curso foram suspensos. Em 2019 registou-se uma melhoria até junho, mas voltou a subir situando-se em 17,5% em final agosto (INE, 2019). Segundo o Africa Progress

Panel (APC), presidido por Kofi Annan, Angola tem um dos padrões mais desiguais de distribuição do rendimento e é citada como “um dos exemplos mais acabados” de um cenário em que a atividade das empresas do Estado se esconde por trás de um sistema financeiro opaco, não cumpre regras mínimas de transparência e beneficia figuras públicas ou políticas (Africa Progress Report, 2013).

2.2 Metodologia

Para esta investigação foram seleccionadas as províncias com maior densidade populacional, de acordo com o Censo 2014: Luanda, Huambo, Benguela e Huíla. Segundo o PESGRU (2012) estas províncias eram em 2012 as que produziam maior quantidade de resíduos em Angola, com capitação diária compreendida entre 0,41 e 0,65 kg/hab.dia, sendo a média nacional de 0,46 kg/hab.dia.

Para entender o nível de conhecimento sobre questões ambientais e o grau de consciencialização ambiental dos alunos nas províncias referidas foi conduzida um inquérito em escolas destas regiões, com uma amostra de 180 alunos (90 alunos do ensino primário -1º ciclo e 90 do ensino secundário - 2º ciclo), além de entrevistas com diretores de escolas e responsáveis provinciais pela implementação das políticas de gestão de RSU, a fim de conhecer as estratégias e processos de implementação, bem como os desafios a cumprir. O modelo de questionário aos alunos foi constituído por perguntas fechadas, numa linguagem simples e adequada à faixa etária dos alunos (12 e 35 anos). Os questionários e as entrevistas foram realizados no segundo semestre de 2018.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos questionários aos alunos sobre consciencialização ambiental revelaram que, de uma forma geral, os alunos têm baixo nível de conhecimento sobre questões ambientais, muito embora adotem, ainda que moderadamente, algumas boas práticas relacionadas com o consumo de água e de eletricidade. Um resultado preocupante é o facto da maioria considerar que os resíduos descartados de forma inadequada só constituem problema de saúde pública para pessoas que buscam materiais em lixeiras. As figuras 2 e 3 mostram a média dos resultados para duas perguntas do inquérito.



Figura 2. Resultados para a questão “Qual o significado de sustentabilidade ambiental?”



Figura 3. Resultados para a questão “Já ouviste falar da política dos 3R's?”



Os resultados das entrevistas aos diretores de escola mostraram que não foram desenvolvidas ações, nem existem planos estratégicos para a educação ambiental dos alunos em matéria de gestão de resíduos, e os docentes também não se sentem motivados e apoiados para desenvolver possíveis ações. Os resultados das entrevistas aos responsáveis provinciais pela gestão dos resíduos mostraram falta de suporte financeiro do Estado e de apoio do Ministério do Ambiente para implementação do PESGRU.

4 CONCLUSÕES

Pese embora o governo tenha aprovado um quadro jurídico para responder aos desafios da gestão dos RSU, materializado no PESGRU, passados sete anos continua a haver grandes dificuldades para implementar a política ambiental relativa à gestão de resíduos urbanos.

A consciencialização ambiental da população estudantil é baixa, muito por insuficiência de estratégias e capacitação do quadro docente para abordar a EA. As dificuldades económicas do país e a fraca consciencialização ambiental e formação técnica dos técnicos dos serviços administrativos tem sido um entrave à implementação do PESGRU, estando as metas muito aquém do previsto.

5 REFERÊNCIAS

Asmawati, D., Kadir, A. B., Fatimah, Y. (2012). Environmental Awareness and Education: A Key Approach to Solid Waste Management (SWM) – A Case Study of a University in Malaysia. *Waste Management – An Integrated Vision*. Ed. Luis Rebellon. doi: 10.5772/48169.

Africa Progress Report (2013). *Equity in Extractives: Stewarding Africa's natural resources for all*. Disponível em: www.africprogresspanel.org. Acesso em 29 set. 2019. ISBN 978-2-9700821-2-5.

Decreto-Lei n.º 196/12, de 30/8. *PESGRU- Plano Estratégico de Gestão de Resíduos Urbanos*. Diário da República. I Série – n.º168. Luanda, Angola.

Hoang, T. T. P., Kato, T. (2016). Measuring the effect of environmental education for sustainable development at elementary schools: A case study in Da Nang city, Vietnam. *Sustainable Environment Research* 26 (2016) 274-286. doi.org/10.1016/j.serj.2016.08.005.

IMPALA (2019). *Conferência de imprensa de Joana Pedro, técnica do Departamento de Estatísticas Financeiras do INE*, Angola. Disponível em: <https://www.impala.pt/noticias>, acesso em 4 mar. 2019.

INE (2014). *Resultados preliminares do recenseamento geral da população e da habitação de Angola 2014*. Instituto Nacional de Estatística, Angola, set. 2014. Disponível em: <https://unstats.un.org/unsd/demographic-social/census/documents/Angola/Angola%202014%20Census.pdf>. Acesso em 4 mar. 2019.

INE (2019). *Angola inflation rate*. Trading Economics. Disponível em: <https://pt.tradingeconomics.com/angola/inflation-cpi>. Acesso em 27 set. 2019.

COMUNICAÇÕES ORAIS (A-Z)

Tema 4

Avaliação de Desempenho e Qualidade de Serviços





ANÁLISE DOS PROGRAMAS DE INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA SOCIEDADE PONTO VERDE: 1998-2012

EVALUATION OF SOCIEDADE PONTO VERDE RESEARCH AND DEVELOPMENT PROGRAMS: 1998-2016

Pedro Almeida Vieira^a, Luísa Schmidt^a, Pedro Prista^{b,}*

^aInstituto de Ciências Sociais, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal

^bISCTE, Lisboa, Portugal

RESUMO

A Sociedade Ponto Verde (SPV), a primeira entidade gestora de resíduos de embalagens em Portugal, criada em 1996, tem vindo a desenvolver programas de apoio à investigação e desenvolvimento. Ao longo de quase duas décadas, a SPV financiou 25 projectos, abrangendo seis áreas: produção de embalagens; comportamento dos consumidores; comportamento do produtor de resíduos; gestão de sistemas de recolha de resíduos de embalagens; triagem e processamento de resíduos recicláveis e tratamento de resíduos urbanos; e reciclagem e produção de novos produtos. Os apoios da SPV incidiram sobretudo em investigação fundamental orientada (40,5% do total), em desenvolvimento experimental (26,0%) e em projectos simultaneamente com componentes de investigação fundamental orientada e aplicada (21,0%). A parte restante destinou-se à investigação aplicada (11,2%) e a projectos de design (1,4%). A presente comunicação, baseando-se num relatório desenvolvido pelo Instituto de Ciências Sociais da Universidade de Lisboa, analisa as etapas evolutivas dos programas de I&D da SPV, procedendo a uma análise avaliativa e tecendo recomendações futuras.

Palavras Chave – resíduos urbanos, embalagens, SPV, investigação, desenvolvimento.

ABSTRACT

Sociedade Ponto Verde (SPV), the first packaging waste management company in Portugal, created in 1996, began to develop research and development support programs. Over nearly two decades, SPV has funded 25 projects covering six areas: packaging production; consumer behavior; waste producer behavior; management of packaging waste collection systems; sorting and processing of recyclable waste and municipal waste treatment; and recycling and generation of new products.

The SPV's support mainly focused on oriented fundamental research (40.5% of total), experimental development (26.0%) and projects with both oriented and applied basic research components (21.0%). The remainder went to applied research (11.2%) and design projects (1.4%). This communication, based on a report developed by the Institute of Social Sciences of the University of Lisbon, analyses the evolutionary stages of SPV's R&D programs, making an evaluative analysis and making future recommendations.

Keywords – municipal waste, packaging, SPV, research, development.

* *Luísa Schmidt. Corresponding author.*
E-mail: mlschmidt@ics.ulisboa.pt

1 ANÁLISE DO PLANO DE I&D

No âmbito das obrigações decorrentes das licenças atribuídas para a gestão do Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens, a Sociedade Ponto Verde (SPV) assumiu, desde a sua fundação, o compromisso de prestar apoio técnico e financeiro a projectos de investigação e desenvolvimento (I&D). Este processo não foi estático, antes bastante dinâmico, alinhado com as políticas internas da organização, e também com os objetivos nacionais e internacionais (Comissão Europeia, 2015; Ministério do Ambiente, 2017). A abordagem, quer em termos de vectores de actuação, quer em termos de temáticas susceptíveis de financiamento, assumiu como princípio orientador a denominada economia circular (conhecimento, tecnologia e inovação). Em termos globais, desde 1999, a SPV aprovou 32 projectos de I&D, dos quais 25 foram efectivamente financiados, nas seguintes áreas:

- Investigação e benchmarking de métodos e indicadores de recolha, triagem e transporte com vista à optimização dos processos, nos vários canais e fluxos de recolha;
- Optimização dos parâmetros de referência de retoma de resíduos de embalagens (especificações técnicas);
- Implementação de automatismos de tecnologias no tratamento dos resíduos de embalagens;
- Reciclagem química e tratamento mecânico e biológico;
- Optimização dos métodos de controlo de acondicionamento e cargas de resíduos de embalagens;
- Inovação ao nível de novos equipamentos de deposição selectiva.

Entre 1996 e 2012 estiveram em vigor seis diferentes regulamentos. Em 2016, no decorrer do processo de renovação da licença, a SPV deu início à iniciativa Ponto Verde Open Innovation, tendo sido redefinidas as orientações do Plano de I&D, incluindo a natureza dos projectos susceptíveis de financiamento. No período em análise, cada projecto recebeu em média cerca de 98,7 mil euros. Porém, a contribuição da SPV para o orçamento global variou de caso para caso. Assim, o apoio foi integral em seis projectos, superior a 75% (sem ser integral) em mais três, outros nove receberam um apoio entre 50% e 75% e os restantes sete tiveram um contributo orçamental inferior a 50%. A partir de 2008, a SPV deu primazia a projectos de maior dimensão, com metade dos projectos apoiados nesse período a receber mais de 100 mil euros de apoio.

Ainda sob o prisma financeiro, o programa da SPV incidiu até 2012 sobretudo em projectos de investigação fundamental orientada (40,5% do total), seguindo-se os de desenvolvimento experimental (26,0%) e os projectos simultaneamente com componentes de investigação fundamental orientada e aplicada (21,0%). De resto, 11,2% do investimento dirigiu-se à investigação aplicada e apenas 1,4% ao design.

Embora uma parte significativa destes projectos apoiados pela SPV tivessem um âmbito transversal, foi possível estabelecer a sua incidência em seis grandes áreas da política de resíduos sólidos urbanos (RSU), em geral, e de resíduos de embalagens, em particular, a saber:

Área 1 – Produção de embalagens – *Eixo fundamental*: Melhoria do conhecimento para a produção de embalagens, quer ao nível da eficácia da sua função, quer ao nível do seu ciclo de vida, incluindo as fases de recolha, triagem e reciclagem. **Projectos abrangidos**: Avaliação do ciclo de vida de embalagens em Portugal (IST); PoVeRE – Política Verde para Resíduos de Embalagens (FCT-UNL)

Área 2 – Comportamento dos consumidores – *Eixo fundamental*: Melhoria do conhecimento ao nível dos comportamentos do consumidor no acto da aquisição de produtos com embalagem, tendo em consideração a subsequente produção de resíduos e os respectivos impactes ambientais. **Projectos abrangidos**: GERAQ – Gestão de Embalagens Residuais de Agroquímicos (CERNE Lda.); Guia de Resíduos Urbanos – Indicadores técnicos, económicos e sociais (CM Lisboa)

Área 3 – Comportamento do produtor de resíduos – *Eixo fundamental*: Melhoria do conhecimento sobre os factores que influenciam os comportamentos dos cidadãos relativamente à maior ou menor adesão para uma separação dos resíduos de embalagens e para a sua eficiente entrega aos gestores dos sistemas de recolha, bem como avaliação e controlo da eficácia das campanhas de sensibilização. **Projectos abrangidos**: GERAQ – Gestão de Embalagens Residuais de Agroquímicos (CERNE Lda.);

Projecto PET (Recopet S.A.); Avaliação de custos do processo de recolha selectiva porta-a-porta (Ecoexpress Lda.); Sistemas de Controlo Remoto (Ribatel Lda.); Benchmarking de diferentes sistemas de recolha de RSU (FCT-UNL); Guia de Resíduos Urbanos – Indicadores técnicos, económicos e sociais (CM Lisboa)

Área 4 – Gestão de sistemas de recolha de resíduos de embalagens – Eixo fundamental: Melhoria do conhecimento dos factores que influenciam as diferentes operações de recolha selectiva de resíduos de embalagem, bem como contributos práticos para a optimização, em termos de eficácia e eficiência, da gestão global de RSU. **Projectos abrangidos:** Processo de lavagem do PET com soda cáustica a quente sob acção abrasiva (Rerpolim Lda.); Gestão de ecopontos por sistema de pesagem digital (Valorlis S.A.); GERAQ – Gestão de Embalagens Residuais de Agroquímicos (CERNE Lda.); Projecto PET (Recopet S.A.); Estudo da componente reciclagem orgânica (ESTG-ISPVC); Modelo de avaliação de desempenho de sistemas de gestão de materiais recicláveis (UTAD); Avaliação de custos do processo de recolha selectiva porta-a-porta (Ecoexpress Lda.); Sistemas de Controlo Remoto (Ribatel Lda.); Benchmarking de diferentes sistemas de recolha de RSU (FCT-UNL); Guia de Resíduos Urbanos – Indicadores técnicos, económicos e sociais (CM Lisboa)

Área 5 – Triagem e processamento de resíduos recicláveis e tratamento de resíduos urbanos – Eixo fundamental: Melhoria dos conhecimentos que potenciem, tanto através da teoria como da aplicação prática, uma melhoria da eficiência da triagem, processamento e tratamento dos resíduos urbanos, em geral, e dos resíduos de embalagem em particular, incluindo assim processos de tratamento e valorização multimaterial e orgânica. **Projectos abrangidos:** Processo de lavagem do PET com soda cáustica a quente sob acção abrasiva (Rerpolim Lda.); Projecto PET (Recopet S.A.); Separação mecanizada de granulados de plásticos da recolha selectiva (IST); Aplicação da vermicompostagem no tratamento mecânico e biológico dos RSU com vista à reciclagem de embalagens (Lavoisier Lda.); Prensa hidráulica e compactador/espalmador (Metalsintra Lda.); Aperfeiçoamento do sistema de triagem na central de compostagem – Separadores magnéticos, correntes de Foucault e abridor de sacos (Koch de Portugal, Lda.); Quantificação e análise das escórias ferrosas e não ferrosas provenientes das centrais de incineração (Fileira Metal); Recuperação e valorização de vidro a partir do rejeitado pesado do tratamento mecânico-biológico (IST); Estudo da componente reciclagem orgânica (ESTG-ISPVC)

Área 6 – Reciclagem e criação de novos produtos – Eixo fundamental: Melhoria no conhecimento dos processos de reciclagem, da sua eficácia e eficiência, bem como criação de novos produtos e mercados para os produtos reciclados. **Projectos abrangidos:** Estudo da componente reciclagem orgânica (ESTG-ISPVC); Tratamento e valorização de resíduos plásticos para reciclagem química à escala laboratorial (ITN); P3R – Produtos produzidos com plásticos reciclados mistos (Sirplaste S.A.); Projecto Plascer (Extruplás Lda.); Processo piloto para a recolha e descontaminação de caixas de peixe em EPS (Plastimar S.A.); Travetec – Travessas de caminhos-de-ferro em plásticos mistos (PIEP-UM); Ecoacoustic (PIEP-UM).

Mesmo tendo em consideração a transversalidade, a esmagadora maioria dos projectos incidiram na gestão dos sistemas de recolha (Área 4), na triagem e processamento de resíduos recicláveis (Área 5) e na reciclagem e criação de novos produtos (Área 6). Ou seja, apesar da forte componente das campanhas de sensibilização dos cidadãos dinamizadas pela SPV ao longo dos anos, escassearam projectos de I&D que abordassem, mesmo que marginalmente, estas importantes áreas. De igual modo, com excepção dos projectos Avaliação do ciclo de vida de embalagens em Portugal (IST) e PoVeRE – Política Verde para Resíduos de Embalagens (FCT-UNL), a área da produção industrial de embalagens mereceu menor atenção.

2 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Da análise do ICS-UL aos programas de financiamento de I&D da SPV ressalta a progressiva aproximação a uma estratégia de política científica para a área dos Resíduos Urbanos que prefigura a recomendável criação de uma estrutura permanente de gestão de informação no sector. Não só os desafios futuros das políticas de RSU o aconselham, como os 20 anos de antecedentes da SPV apontam nesse sentido.



Um outro aspecto que ressalta da avaliação geral dos projectos financiados pela SPV é a necessidade de assegurar continuidade e aprofundamento em alguns projectos, independentemente da sua aplicabilidade prática a curto prazo, da sua viabilidade comercial ou dos ritmos da sua integração nas cadeias de RSU (aquilo que designamos por investigação fundamental). Sem negar que a sustentabilidade económica dos produtos da investigação é uma parte nuclear da sustentabilidade da própria investigação, a existência de meios financeiros que assegurem o desenvolvimento desses produtos para além das incertezas dos ciclos económicos, poderia – e deveria – constituir um investimento de longo prazo de grande retorno e utilidade.

Os programas de investigação (fundamental e/ou aplicada), particularmente nesta área, precisam de maior estabilidade de acolhimento e articulação interinstitucional. Reforçando as redes intersectoriais e outras iniciativas promovidas por associações como a Smart Waste Portugal, consideramos que a SPV, tal como outras entidades gestoras, poderiam potenciar fortemente o alinhamento de I&D na área dos RSU com as políticas comunitárias para a Economia Circular (*Fechar o Ciclo – Plano de Acção da União Europeia para a Economia Circular 2015* e o *Plano de Acção para a Economia Circular em Portugal 2017-2020*).

Em todo o caso, um dos aspectos que sobressai com mais nitidez da análise transversal destes projectos é a dificuldade da sua passagem para uma dinâmica transformativa das práticas públicas e, reciprocamente, o entendimento mais profundo das lógicas que determinam o fraco desempenho público relativamente às exigências colocadas pelos RSU. Consideramos não ser possível formular o programa para campanhas de comunicação consistentes neste domínio porque o conhecimento da relação das populações aos seus RSU é genérica, e fica-se pelo reconhecimento de que a pressa do dia a dia e as rotinas da vida doméstica não deixam espaço para a proposta de medidas que não se traduzam num acréscimo de trabalhos e de despesas para as pessoas.

Em síntese, parece-nos recomendável promover uma estrutura de coordenação transversal a centros e projectos; assegurar o desenvolvimento e continuidade dos projectos que não devem ficar fechados no seu próprio ciclo de execução; e lançar novos projectos que integrem necessariamente as dimensões sociais dos RSU e que tenham um objectivo explícito de proporcionar dinâmicas eficazes de reforço nas mudanças de comportamento e cultura pública, tanto ao nível do conhecimento e do empenho no tema, como no da aptidão para o assumir por rotina de modo mais adequado às actuais metas das políticas comunitária e nacional de economia circular. O melhor entendimento das condições que inibem, ou, pelo contrário, promovem a mudança conforme os diferentes grupos sociais, parece-nos, pois, um elo da cadeia de solução do problema com forte potencial para melhorias significativas de desempenho do país quanto aos seus RSU e que constituem em nossa opinião um atraente desafio que 20 anos de experiência de I&D deixam agora colocado à SPV.

AGRADECIMENTOS

A presente comunicação baseia-se no relatório desenvolvido pelo Instituto de Ciências Sociais da Universidade de Lisboa intitulado *20 Anos de Investigação e Desenvolvimento na Sociedade Ponto Verde*. Os autores expressam os seus agradecimentos especiais ao Eng. Manuel Pássaro e à Eng. Susana Ângelo.

REFERÊNCIAS

- Comissão Europeia (2015). *Fechar o Ciclo – Plano de Acção da UE para a Economia Circular*. CE, Bruxelas.
- Ministério do Ambiente (2017). *Plano de Acção para a Economia Circular em Portugal 2017-2020*. Ministério do Ambiente, Lisboa.
- Schmidt, L., Vieira, P.A., Prista, P., Travassos, D. (2019). *20 Anos de Investigação e Desenvolvimento na Sociedade Ponto Verde*. SPV, Cruz Quebrada. ISBN: 9789729838224.
- Schmidt, L., Martins, A. (2006-2007). *Relatório Final - Separa@1 e Separa@2 – Sensibilização e Mudança Comportamental Relativamente à Recolha Selectiva de Resíduos Sólidos Urbanos*. ICS-UL/CEEETA, Lisboa.
- Vieira, P.A. (2012). *Resíduos: Uma Oportunidade*. Sopa de Letras, Parede. ISBN: 9789728708726.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS SERVIÇO DA LIMPEZA VIÁRIA

QUALITY CONTROL OF STREET CLEANING SERVICE

*Benito Blanco**

Applus Norcontrol, Espanha

RESUMO

Este documento resume uma metodologia operacional para a avaliação da qualidade da prestação de serviços públicos municipais, neste caso, para a limpeza viária. Os objetivos de uma metodologia padronizada são: determinar o nível de eficiência dos serviços contratados, fornecer aos municípios os meios necessários para aplicar as medidas preventivas e / ou corretivas consideradas adequadas, contribuir para a melhora do planejamento estabelecido, adaptando-o às necessidades e considerações emergentes a médio/longo prazo e garantir a máxima eficiência em um plano de melhora contínua.

Para que o procedimento seja aplicável a todos os municípios, a sua estrutura de base é configurada primeiro do ponto de vista sociodemográfico, setorizando o seu escopo. Além disso, são definidos indicadores de controle individuais, argumentando a sua necessidade, influência e peso específico. A partir do trabalho realizado, serão obtidos resultados detalhados, que permitirão propor medidas corretivas e/ou de otimização.

Palavras Chave – Limpeza viária, metodologia, inspeção, avaliação da qualidade, indicadores.

ABSTRACT

This document summarizes an operational methodology for quality control for municipal public services, in this case, street cleaning. The objectives of a standardized methodology are: to determine the level of efficiency of the contracted services, to provide municipalities with the necessary means to apply the preventive and/or corrective measures deemed appropriate, to contribute to the improvement of the established planning, adapting it to the needs and emerging considerations in the medium/long term and guarantee maximum efficiency in a plan for continuous improvement.

First of all, its base structure is configured from the sociodemographic point of view, sectorizing its scope, to be able to apply to all municipalities. In addition, individual control indicators are defined, arguing their need, influence and specific weight. From the work carried out, detailed results will be obtained, which will allow the proposal of corrective and/or improvement measures.

Keywords – Street cleaning, methodology, inspection, quality control, indicators.

*benito.blanco@novotec.es. Ldo. BB

1 INTRODUÇÃO

A avaliação e a supervisão dos serviços licitados por meio de concorrência pela administração estão se tornando cada vez mais necessários, um exemplo é o serviço de limpeza viária, com uma grande incidência nas dinâmicas das populações. Os municípios não possuem recursos suficientes ou protocolos específicos para exercer esse controle, motivo pelo qual foi desenvolvido um procedimento simples e objetivo, que oferece resultados que garantem o atendimento dos serviços pela concessionária, em quanto a que mostram uma imagem real da qualidade e eficácia do trabalho desenvolvido.

2 PROCEDIMENTO

Para avaliar com sucesso os resultados derivados do serviço de limpeza da concessionária, é essencial aplicar a metodologia apresentada em detalhe. Embora as etapas a serem seguidas sejam muito limitadas, antes do início da inspeção, é necessária uma coleta mínima de informações para a correta setorização e representatividade dos resultados. As seções a seguir descrevem as diferentes fases do procedimento apresentado.

2.1 Estratificação do município

Para que o procedimento seja suportado, a sua estrutura base é configurada primeiro do ponto de vista sociodemográfico, setorizando o seu escopo. Com as informações fornecidas pelo cliente, o município será estratificado em cenários (diferentes partes de um município que, com o seu agrupamento, formam zonas e/ou áreas para finalmente formar todo o município), que serão categorizados individualmente de acordo com sua importância (alta, meia, baixa), que serão dados com base em variáveis mensuráveis e objetivas. Em alguns casos, a pedido do cliente, a atribuição de importância pode ser definida no interesse subjetivo do município.

2.2 Representatividade da mostra

Com base nas informações coletadas na primeira fase do procedimento, são calculadas o número de inspeções e a área de amostragem em cada uma. Nos dois casos, é realizado um estudo estatístico com base no número total de cenários e na importância atribuída. Essa parte do procedimento é muito importante para o desenvolvimento de um trabalho que cubra todo o município e, portanto, para obter resultados representativos. Se, por razões além do procedimento, for decidida a execução de um número menor de inspeções, essas inspeções localizadas em cenários de baixa importância serão eliminadas primeiro, desde que acordadas com o cliente.

2.3 Indicadores específicos

Será necessário definir indicadores de controle individuais, argumentando a sua necessidade, influência e peso específico. O procedimento consiste em um total de 12 indicadores, que garantem resultados na qualidade da limpeza do município, verificando se os benefícios são realizados em todos os elementos que compõem o espaço público. Esses indicadores são simples, objetivos e reproduzíveis para serem utilizados como instrumentos de medição que quantificam uma avaliação qualitativa do serviço de limpeza. Em uma primeira instância, todos os indicadores serão aplicados, no entanto, a pedido do cliente, aqueles considerados adequados serão desativados.

2.4 Trabalho de campo

Os inspetores terão todas as informações detalhadas antes do início do trabalho de campo. No entanto, dependendo do cenário de inspeção, medidas adicionais deverão ser tomadas em consideração para a correta execução do trabalho. Cada inspeção será segmentada por seções e / ou quadrantes, onde os espaços de comprimento e inspeção serão baseados no total de medidores de amostragem e na área total.

Para que os dados capturados nos controles sejam o mais objetivos possíveis, serão estabelecidas diretrizes para a sua conclusão e critérios de avaliação homogêneos que evitem as opiniões subjetivas dos inspetores que realizam o controle, embora alguns indicadores sejam de resposta fechada, sempre um tipo de observação estará disponível onde o inspetor possa registrar os incidentes mais relevantes.

Para manter a rastreabilidade do estudo, cada controle é identificado pela data e hora da conclusão, pelas coordenadas GPS, etc.

3 ANÁLISE DE RESULTADOS E CONCLUSÕES

Uma vez realizado o trabalho de inspeção, são obtidos resultados representativos das tarefas executadas que, juntamente com os critérios de avaliação e os pesos associados, permitem a exploração dos dados, com medidas específicas em áreas, serviços ou critérios que o cliente julgar apropriado em cada projeto.

Mapas interativos são desenvolvidos diferenciados por cores com base nos resultados obtidos. Ao mesmo tempo, diferentes gráficos simples e ilustrativos com os pontos fracos e fortes identificados, tendências, etc. estarão disponíveis. Todas as informações, juntamente com a elaboração dos relatórios, servirão ao município na tomada de decisões, a fim de melhorar a qualidade dos serviços contratados.

REFERÊNCIAS

Câmara de Villarejo de Salvanés (2017). Condições técnicas contrato de prestação de “Serviço de limpieza viária”.

Comunidade Valenciana (2018). Guía para o desenvolvimento de elementos de suporte para a função de inspeção e controle.





AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE RSU EM UMA REGIÃO METROPOLITANA

LIFE CYCLE ASSESSMENT OF AN MSW MANAGEMENT FACILITY IN A METROPOLITAN REGION

Diogo Appel Colvero^{a,b}, Ana Paula Gomes^b, Manuel Arlindo de Matos^b, Luís António Tarelho^b, José Ramalho^b*

^aEscola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de Computação (EMC), Universidade Federal de Goiás, 74605-010, Goiânia, Goiás, Brasil

^bDepartamento de Ambiente e Ordenamento e Centro de Estudos do Ambiente e do Mar (CESAM), Universidade de Aveiro, 3810-193, Aveiro, Portugal

RESUMO

No Brasil existem regiões metropolitanas com grandes adensamentos populacionais, reflexo do grande fluxo migratório que ocorreu no país a partir da década de 1970. Dentre as consequências destes quantitativos populacionais nas áreas urbanas está o aumento da geração *per capita* de resíduos sólidos urbanos (RSU), que na maioria dos casos, vem associado à deficiente gestão dos RSU. Um exemplo são 19 municípios do Estado de Goiás, Brasil, em que 73% dos RSU produzidos tem destino inadequado. Para minimizar os impactos ambientais, os municípios brasileiros devem implementar um sistema de gestão de RSU (SGRSU) com valorização e desvio de RSU dos aterros. Diante disso, utilizando-se uma ferramenta de avaliação do ciclo de vida, fez-se uma avaliação ambiental de diferentes alternativas para um SGRSU partilhado entre 19 municípios de Goiás. Os resultados apontaram que o cenário atual da gestão dos RSU nestes municípios tem os maiores impactos ambientais em sete das 12 categorias de impacto avaliadas, dentre elas o potencial de aquecimento global. Em contrapartida, o SGRSU proposto que contempla a digestão anaeróbia e que maximiza o desvio de RSU dos aterros, tem as menores emissões ao ambiente em oito das categorias de impacto analisadas.

Palavras Chave – Avaliação do ciclo de vida (ACV), Resíduos sólidos urbanos (RSU), gestão partilhada de RSU, desvios de aterros, Estado de Goiás.

ABSTRACT

In Brazil, there are metropolitan regions with large populations, reflecting the great migratory flow that has occurred there since the 1970's. Among the consequences of this urban population rise in is the increase of municipal solid waste (MSW) per capita generation. This is mostly associated with poor MSW management. For example, 19 municipalities in Goiás State, Brazil, inappropriately dispose of 73% of their produced MSW. To minimize environmental impacts, Brazilian municipalities must implement an MSW management facility (MSWMF) with MSW recovery and diversion from landfills. Therefore, using a life cycle assessment tool, an environmental analysis of different alternatives was made to a MSWMF shared among these 19 municipalities of Goiás. The results showed that the current MSW management scenario in these municipalities has the greatest environmental impacts in seven of the 12 evaluated impact categories, among them global warming potential. Conversely, the proposed MSWMF, contemplating anaerobic digestion and maximizing MSW diversions from landfills, has the lowest emissions to the environment in eight of 12 impact categories.

Keywords – Life cycle assessment (LCA), Municipal solid waste (MSW), shared MSW management, landfill deviations, Goiás State.

* *Autor para correspondência. Corresponding author.*

E-mail: diogocolvero@ufg.br (Doutor Diogo Colvero)



INOVAÇÃO NA RECOLHA SELETIVA DE VIDRO

INNOVATION IN SELECTIVE GLASS COLLECTION

Nuno Oliveira^a, Sandra Silva^{b}*

^aAmarsul – Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos S.A., Palmela, Portugal

^bAmarsul – Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos S.A., Palmela, Portugal

RESUMO

O crescente grau de exigência que as sucessivas metas europeias têm imposto às empresas de tratamento de resíduos urbanos, em especial na área da recolha seletiva, levam a que a procura da eficiência seja uma necessidade absoluta. O que só se consegue recorrendo à inovação.

Num projeto inovador na área da recolha seletiva, designado “VIDRO – QUEM E QUANTO” em implementação na Amarsul, foi desenvolvido um sistema de sensorização utilizado para medir o nível de enchimento dos vidrões, que está associado a uma tecnologia de comunicação inovadora, protocolo LoRaWAN™, utilizado no setor da gestão de resíduos pela primeira vez.

Adicionalmente, e utilizando as potencialidades dos sensores colocados nos vidrões, a Amarsul implementou um sistema especialmente dedicado ao canal HORECA, que simplifica o processo de deposição do vidro através de um mecanismo de basculamento assistido, ao mesmo tempo que identifica o estabelecimento que depositou o vidro e qual a quantidade depositada.

Este projeto conta com o cofinanciamento do POSEUR – Programa Operacional de Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos, numa candidatura apresentada pela Amarsul em parceria com diversos municípios da Península de Setúbal.

Palavras Chave – recolha seletiva, inovação, LoRaWAN, sensor de nível, metas europeias.

ABSTRACT

The increasing degree of requirement that successive European targets have placed on municipal waste treatment companies, in particular in the area of separate collection, makes the pursuit of efficiency an absolute necessity. This can only be achieved through innovation.

In an innovative project in the area of selective collection called “GLASS – WHO AND HOW MUCH” under implementation at Amarsul, a sensing system was developed to measure the level of glass filling, which is associated with an innovative communication technology, LoRaWAN™ protocol, used in the waste management sector for the first time.

In addition, and utilizing the potentials of the sensors placed on the glass containers, Amarsul has implemented a specially dedicated HORECA channel system, that simplifies the glass deposition process through an assisted tilting mechanism while identifying the glass depositing facility and what amount deposited.

This project is co-financed by POSEUR – Operational Program for Sustainability and Resource Efficiency, in an application submitted by Amarsul in partnership with several municipalities of the Setúbal Peninsula.

Keywords – selective collection, innovation, LoRaWAN, level sensor, European targets.

* Autor para correspondência. Corresponding author.

E-mail: noliveira@amarsul.pt (Eng./Noliveira) e sandrasilva@amarsul.pt (Dr./SSilva)

1 INTRODUÇÃO

O sector de atividade do tratamento de resíduos urbanos em Portugal tem sido palco de um extraordinário desenvolvimento nos últimos anos.

As sucessivas Diretivas Comunitárias têm imposto metas cada vez mais exigentes no sentido de tornar a nossa economia progressivamente mais circular, levando a que os resíduos produzidos sejam cada vez mais utilizados como um recurso, deixando de ser um desperdício.

Uma das atividades mais relevantes nesse contexto é a recolha seletiva de embalagens com o objetivo de aumentar as toneladas de resíduos que são enviadas para reciclagem. A definição de metas tão exigentes leva a que as entidades que atuam nesta área de atividade desenvolvam iniciativas que visem o aumento da eficiência das suas operações. Esse esforço leva a uma procura incessante de novas soluções, quer desenvolvendo novas tecnologias para aplicar especificamente na sua atividade, quer utilizando de forma inovadora tecnologias já existentes. O projeto desenvolvido pela Amarsul enquadra-se nesta última tipologia.

2 ENQUADRAMENTO DO PROJETO

2.1 Área de atuação da Amarsul

A Amarsul é responsável pelo tratamento e valorização dos resíduos urbanos dos 9 municípios da Península de Setúbal: Alcochete, Almada, Barreiro, Moita, Montijo, Palmela, Seixal, Sesimbra e Setúbal. A Amarsul valoriza anualmente 470 mil toneladas de resíduos, servindo cerca de 800.000 habitantes.

2.2 Evolução histórica

Em 2012, a Amarsul começou a efetuar o planeamento dos circuitos de recolha seletiva de embalagens utilizando um algoritmo matemático de estimativa do nível de enchimento dos contentores, desenvolvido no âmbito de uma candidatura financiada pelo IAPMEI - Agência para a Competitividade e Inovação. A utilização deste algoritmo permitiu que ao fim de 3 anos as toneladas recolhidas por turno tivessem aumentado 20% e o consumo de gásóleo por tonelada tivesse reduzido 15%.

Este algoritmo estima o nível de enchimento de cada contentor utilizando nos cálculos os registos históricos do nível de enchimento. De forma a assegurar o maior número possível de registos para cada contentor, necessário ao bom funcionamento do algoritmo, sempre que o contentor de uma determinada fileira – azul, verde ou amarela – é recolhido, efetua-se o registo no nível de enchimento dos três contentores que compõem o ecoponto. A fiabilidade do algoritmo é de tal maneira elevada que, desde 2013, a recolha seletiva do vidro é efetuada de forma totalmente dinâmica, ou seja, cada circuito de recolha, definido diariamente, inclui apenas e só os contentores cujo nível de enchimento estimado indica que necessitam de ser recolhidos.

2.3 Alteração do sistema de recolha

Acontece que, em 2017 e 2018, a Amarsul passou a assegurar a recolha seletiva de embalagens de plástico e de papel – contentor azul e amarelo – através de recolha porta-a-porta doméstica numa parte significativa da sua população. Por este motivo, deixou de existir o número necessário de registos do nível de enchimento dos contentores de vidro que permaneceram na via pública, impossibilitando a definição dos circuitos com base no nível de enchimento estimado.

A partir desde projeto, surgiu a necessidade de encontrar uma alternativa para o planeamento dos circuitos de recolha de vidro de forma a não regredir nos níveis de eficiência obtidos e, se possível, até melhorá-los. Para o efeito, em 2018, foi implementado um projeto piloto para testar o funcionamento de sensores de nível de enchimento recorrendo a uma tecnologia de comunicação extraordinariamente inovadora – tecnologia de comunicação LoRaWAN® - a qual nunca tinha sido utilizada no setor da gestão de resíduos até à implementação deste projeto piloto. LoRaWAN® é uma tecnologia de rádio

frequência que permite comunicar a longas distâncias com um consumo mínimo de energia. Os módulos enviam e recebem dados de Gateways específicos (similar as redes Wi-Fi, mas com alcance muito superior), que os encaminham via IP para servidores locais ou remotos. Estas duas características do sistema de comunicação dão origem a duas extraordinárias vantagens face aos sistemas utilizados na colocação de sensores até agora. Por um lado, a duração da bateria dos sensores deverá chegar aos 10 anos, por outro, não existem custos variáveis de comunicação.

Os resultados do projeto piloto permitiram confirmar o excelente desempenho do sistema de comunicação e desenvolver a modelação matemática associada aos sensores. A fiabilidade apresentada na medição do nível de enchimento dos contentores do vidro foi de 100%. Surpreendentemente, o nível de fiabilidade nos contentores de plástico e nos de papel também foi muito elevado, tendo ficado demonstrado que é possível planejar os circuitos de recolha com base no sistema testado.

Neste momento já estão instalados sensores em todos os vidrões localizados nas áreas geográficas da Amarsul servidas por recolha seletiva porta-a-porta doméstica, com excelentes resultados no planeamento dos circuitos. Com as vantagens operacionais resultantes deste sistema, é expectável que a sensorização dos contentores possa vir a ser expandida para um maior número de contentores.

2.4 Implementação no canal HORECA

No entanto, a inovação associada ao projeto não se fica por aqui.

Com o objetivo de aumentar as quantidades de vidro recolhidas no canal Horeca, está a ser implementado um sistema inovador que facilita significativamente a forma como os estabelecimentos comerciais do setor da restauração efetuam a deposição do vidro e que, simultaneamente, permite identificar qual o estabelecimento que fez a deposição e quanto vidro colocou. Cada um dos vidrões colocados ao serviço deste projeto está dotado de sensores de nível de enchimento de forma a permitir a sua recolha atempada, garantido que os estabelecimentos têm sempre espaço para efetuar as suas deposições.

O funcionamento do sistema consiste no seguinte. Os vidrões colocados junto aos estabelecimentos comerciais estão dotados de um sistema de basculamento assistido, o qual permite despejar mecanicamente e sem intervenção humana um contentor de 120 Lts. Através deste sistema, deixa de ser necessário colocar as garrafas de vidro uma a uma no contentor, situação bastante desincentivadora da separação de vidro para os estabelecimentos comerciais. Também deixam de ser colocados sacos e caixas cheios de garrafas de vidro no chão, junto aos vidrões, dificultando o processo de recolha do vidro. Esta operação pode ser feita a qualquer hora do dia, com pouco esforço físico e será possível à Amarsul saber quando o contentor de vidro na via pública estiver cheio e proceder à sua recolha, evitando transbordos.

Para ativar o sistema, cada estabelecimento comercial utiliza um cartão com chip RFID que efetua a identificação do estabelecimento em causa e assegura a leitura do nível de enchimento antes e depois da utilização do vidrão. A variação do nível de enchimento permite saber a quantidade de vidro depositada.

O projeto piloto está a ser implementado nos municípios de Almada, Seixal e Setúbal, sendo expectável a sua expansão para todos os municípios da área de intervenção da Amarsul.

Determinante para o projeto foi a aprovação da sua candidatura apresentada pela Amarsul ao POSEUR em 2018.



O PAPEL DA SUBCONTRATAÇÃO DE SERVIÇOS NA GESTÃO DE RESÍDUOS URBANOS EM PORTUGAL: LAVAGEM DE CONTENTORES E GESTÃO DE FROTA

THE ROLE OF OUTSOURCING IN THE MUNICIPAL WASTE MANAGEMENT SERVICES IN PORTUGAL: BIN WASHING AND FLEET MANAGEMENT

João Rosa^{a}, Susana Rodrigues^b*

^aEntidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos, Rua Tomás da Fonseca, Torre G - 8º, 1600-209 LISBOA, Portugal

^bEntidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos, Rua Tomás da Fonseca, Torre G - 8º, 1600-209 LISBOA, Portugal

RESUMO

A subcontratação de serviços é um instrumento que as entidades gestoras (EG) utilizam recorrentemente para a prestação de partes ou mesmo da globalidade do serviço de gestão de resíduos urbanos (RU). Este trabalho procura analisar o peso e impacto que estes serviços têm no setor da gestão de RU indiferenciados em baixa, em particular na lavagem de contentores e gestão da frota de viaturas utilizadas para a recolha de resíduos. Os resultados demonstram que, em Portugal continental, a maioria das lavagens é efetuada por prestadores de serviço e que cerca de metade dos RU indiferenciados são recolhidos por viaturas pertencentes a este tipo de operadores. Na avaliação do desempenho das EG, constata-se que quando os serviços de lavagem são prestados por meios próprios e subcontratados em simultâneo, o desempenho neste indicador é pior do que quando prestados apenas por meios próprios, ou subcontratados. Ao nível da gestão de frota, apenas nos indicadores da rentabilização do parque de viaturas e na adequação dos recursos humanos foi possível estabelecer uma relação entre a subcontratação de serviços e o desempenho das EG, verificando-se uma melhoria de desempenho à medida que a utilização de viaturas de prestadores de serviços aumenta.

Palavras Chave – Resíduos urbanos, recolha de resíduos, prestadores de serviço, lavagem de contentores, gestão de frota.

ABSTRACT

Outsourcing is a mechanism often used by municipal solid waste operators to deal with parts or the entire service. This paper aims to analyse the weight and impact that these private players have in the municipal waste management service at the retail level, particularly in bin washing and fleet management. The results have shown that, in mainland Portugal, the container washing service is performed, in most cases, by service providers hired by the regular operators and that nearly half of the municipal waste is collected by outsourcing vehicles. As for operators' performance, when waste containers are simultaneously washed by outsourcing and operators, the service quality seems to be reduced. At the fleet management level, it was only possible to establish a relation between outsourcing vehicles and service quality in the key performance indicators "Efficient use of waste collection vehicles" and "Adequacy of human resources", showing a better performance when private operators prevail.

Keywords – Municipal waste, waste collection, outsourcing operators, bin washing, fleet management.

1 INTRODUÇÃO

A gestão de resíduos urbanos (RU) é um serviço basilar, reconhecido pela legislação nacional como sendo de carácter essencial (Lei n.º 23/96, de 26 de julho, na redação atual) e, por isso, estrutural não só para o bem-estar social, como para o desenvolvimento das atividades económicas e proteção do ambiente. Em termos de tipologia de mercado, este serviço é, por opção estratégica nacional, prestado num regime de monopólio legal, da responsabilidade da entidade titular do serviço, que na maior parte dos casos assume o papel de entidade gestora (ERSAR, 2018), mas também, por diversas vezes, delega esta responsabilidade em empresas municipais ou intermunicipais, ou concessionária o serviço a outras entidades (concessões multimunicipais).

As entidades gestoras poderão optar por prestar o serviço com meios próprios, ou subcontratar empresas para a prestação de partes ou até mesmo a globalidade do serviço, mantendo naturalmente a responsabilidade pelo mesmo. Por outras palavras, embora exista um monopólio legal que restringe a existência de mais do que uma entidade gestora por unidade geográfica para a recolha indiferenciada, na prática, poderão existir vários agentes ou "prestadores de serviços" (empresas privadas) a operar o serviço no terreno.

Neste contexto, importa analisar o peso e o impacto da subcontratação destes serviços no setor da gestão de resíduos urbanos indiferenciados em baixa, tendo-se focado a análise na lavagem de contentores e na gestão da frota de viaturas utilizadas para a recolha de resíduos.

2 METODOLOGIA

O presente estudo teve como base a informação recolhida e validada pela ERSAR no âmbito do ciclo de regulação da Qualidade do serviço de 2018. O foco da análise cingiu-se à informação reportada pelas 255 entidades gestoras em baixa de recolha de resíduos urbanos indiferenciados, em particular sobre o serviço de lavagem de contentores de deposição indiferenciada (serviços realizados com meios próprios ou em *outsourcing*) e sobre as viaturas utilizadas na prestação do serviço de recolha indiferenciada (viaturas próprias ou viaturas de um prestador de serviços). Esta informação foi depois comparada com o desempenho que as entidades gestoras tiveram nos vários indicadores de desempenho da Qualidade do serviço, com a definição e fórmulas que constam do Guia Técnico n.º 22 da ERSAR.

Na caracterização da relevância, a nível nacional, que os prestadores de serviços têm na lavagem de contentores e gestão de frota das entidades gestoras, contabilizou-se, respetivamente, o número de lavagens efetuadas e a quantidade de resíduos indiferenciados recolhidos com frota própria e subcontratada. Após esta operação foi possível avaliar o peso que estes agentes privados têm nestes dois serviços, que se desagregou em seis classes, uma vez que o grau de intervenção destes operadores nas atribuições das entidades gestoras pode ser bastante variável: "100 % próprio" (quando todo o serviço é feito com meios da entidade gestora), "[0 %; 25 % [subcontratado", "[25 %; 50 % [subcontratado", "[50 %; 75 % [subcontratado"; "[75 %; 100 % [subcontratado" e 100 % subcontratado (quando todo o serviço é feito com meios do prestador de serviços). No caso da lavagem de contentores, foram adicionadas três classes para traduzir o facto de existirem entidades que não possuem contentores, que não responderam à ERSAR, ou que não fazem lavagem de contentores.

No que diz respeito à comparação da avaliação da qualidade de serviço, por grau de subcontratação dos serviços (lavagem de contentores ou utilização de viaturas de um prestador de serviços), dividiu-se as entidades em três classes, consoante o peso dos intervenientes envolvidos: "100 % próprio", "serviço misto" e "100 % subcontratado". Na análise específica aos indicadores "RU12b – Rentabilização do parque de viaturas" e "RU13b – Adequação dos recursos humanos", para melhor detalhar o grau de influência que a subcontratação de serviços tem no desempenho das entidades gestoras, decidiu-se utilizar as seis classes de entidades referidas no parágrafo anterior.

3 OUTSOURCING NA GESTÃO DE RESÍDUOS URBANOS EM PORTUGAL

3.1 Lavagem de contentores

O bom estado dos contentores, incluindo a sua lavagem e higienização, é um dos aspetos mais valorizados pelos utilizadores finais. A lavagem de contentores tem um peso considerável na gestão global dos serviços de recolha de resíduos urbanos, quer em termos operacionais, quer em financeiros (Rodrigues, 2016), sendo um serviço que pode ser realizado com meios próprios ou subcontratados. Na Figura 1 e Figura 2 apresentam-se os resultados obtidos para a distribuição geográfica da subcontratação da lavagem de contentores e o respetivo peso na totalidade dos municípios de Portugal continental e nas diferentes tipologias de área de intervenção.

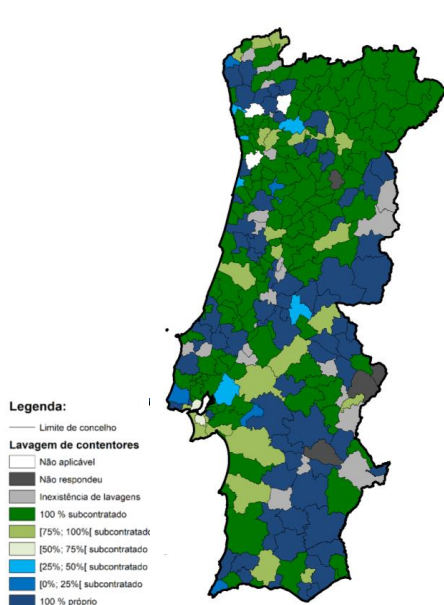


Figura 1. Distribuição geográfica das entidades subcontratadas para a lavagem de contentores

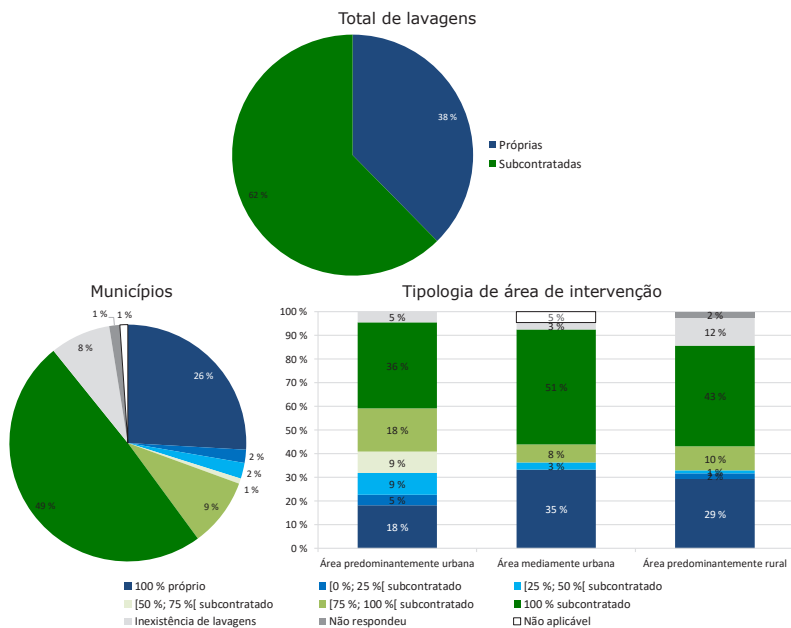


Figura 2. Peso da subcontratação de entidades na lavagem de contentores

Regista-se que a maior parte do serviço de lavagem de contentores (62 %) é realizada por entidades subcontratadas, abrangendo um total de 176 municípios (63 %), dos quais 49 % entregam a totalidade desta atividade a prestadores de serviços. Analisando a população servida por entidade gestora, verifica-se que a maioria da população (68 %) de Portugal continental é assim servida por este tipo de operadores. Verifica-se uma dispersão grande da subcontratação deste serviço no território, sendo as áreas predominantemente urbanas as que registam a maior concentração de prestadores de serviços.

Na Figura 3 apresenta-se a comparação da avaliação no indicador "RU04b – Lavagem de contentores"¹ entre as entidades gestoras que subcontratam, as que utilizam meios próprios e as que têm uma situação mista, em que parte do serviço ou área geográfica é assumida por prestadores de serviços e a restante por meios próprios.

¹ Ressalva-se que com este indicador a ERSAR mede a frequência de lavagem dos contentores, exclusivamente em função do número de lavagens realizadas por ano, independentemente da eficácia operação (exemplo: duração do ciclo, pressão, temperatura, utilização de produtos desinfetantes e desengordurantes, etc.).

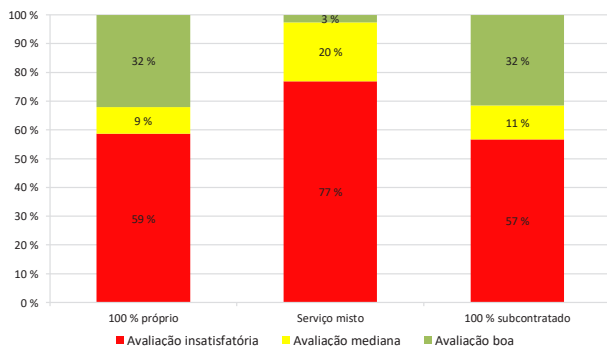


Figura 3. Desempenho das entidades gestoras, por grau de subcontratação do serviço, no indicador RU04b – Lavagem de contentores

Como se pode observar, embora na maior parte dos casos as entidades gestoras recorram à prestação de serviços para a lavagem de contentores, o seu desempenho não é muito diferente quando decidem realizar este serviço, na sua totalidade, com meios próprios. Nos dois casos, verifica-se que a maioria tem desempenho insatisfatório neste indicador, com uma diferença de apenas dois pontos percentuais. A diferença regista-se quando o serviço é prestado utilizando meios próprios e subcontratados (serviço misto), verificando-se uma diminuição no resultado do indicador.

3.2 Gestão de frota

As viaturas são outro aspeto muito relevante na prestação do serviço de recolha indiferenciada de resíduos urbanos. Com o objetivo de externalizar custos como a gestão e manutenção de viaturas ou aceder às melhores soluções tecnológicas para otimizar o serviço, as entidades gestoras recorrem à subcontratação do serviço de recolha ou ao aluguer de viaturas a operadores privados. De facto, esta figura é usada com bastante recorrência no setor, conforme se pode observar através da Figura 4, onde se verifica que cerca de metade (49%) da quantidade de resíduos urbanos indiferenciados (1 897 116 t) foi recolhida, em 2018, por viaturas de um prestador de serviços.

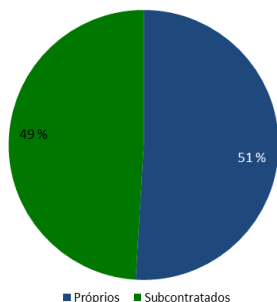


Figura 4. Peso das viaturas próprias e de prestadores de serviços na recolha de resíduos urbanos indiferenciados

As Figura 5 e Figura 6 apresentam a informação sobre a distribuição geográfica e caracterização do peso das viaturas de prestadores de serviços no total dos municípios de Portugal continental e nas diferentes tipologias de área de intervenção, tendo-se optado por definir intervalos para o "grau de subcontratação", uma vez que muitas entidades gestoras

recorrem a viaturas de prestadores de serviços, mantendo algumas zonas servidas com frota própria.

Legenda:

— Limite de concelho

Recolha de RU indiferenciados

■ 100 % subcontratado

■ [75%; 100%] subcontratado

■ [50%; 75%] subcontratado

■ [25%; 50%] subcontratado

■ [0%; 25%] subcontratado

■ 100 % próprio

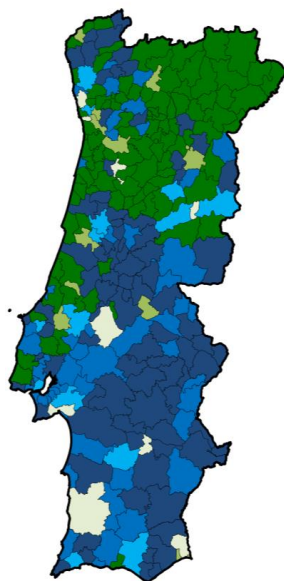


Figura 5. Distribuição geográfica das entidades que utilizam viaturas de prestadores de serviços na recolha de resíduos urbanos indiferenciados

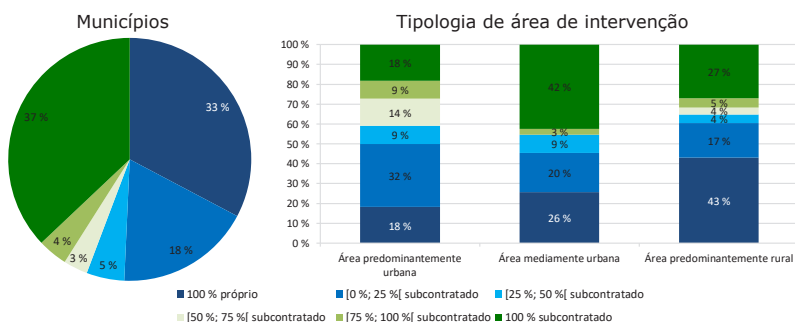


Figura 6. Peso da utilização de viaturas de prestadores de serviços na gestão de resíduos urbanos indiferenciados

Verifica-se que os municípios de Portugal continental estão divididos em três partes relativamente iguais: cerca de um terço dos municípios utiliza apenas viaturas de prestadores de serviços, um terço utiliza apenas viaturas próprias e o outro terço um misto de viaturas próprias e viaturas de prestadores de serviço. Ainda assim, na maior parte dos municípios, as entidades gestoras utilizam viaturas de prestadores de serviços para a recolha de resíduos urbanos indiferenciados, mesmo que em 23 % dos casos estejam em minoria em relação às viaturas das próprias entidades gestoras. A subcontratação de viaturas é dominante no Norte e no Litoral Oeste, ao passo que no Sul, as entidades gestoras utilizam geralmente mais viaturas da sua própria frota. As áreas urbanas são os locais onde as entidades gestoras

recorrem mais a viaturas de prestadores de serviços, sendo que à medida que a densidade populacional decresce, aumenta a utilização de viaturas próprias.

Na Figura 7 apresenta-se a comparação do desempenho das entidades gestoras que utilizam viaturas próprias, viaturas de prestadores de serviço e viaturas de ambas as proveniências (serviço misto) nos indicadores da Qualidade do serviço diretamente relacionados, ressaltando-se que, no caso do RU12b, não é apenas a tipologia de viatura (cubicagem ou taxas de compactação) que influencia o resultado do indicador.

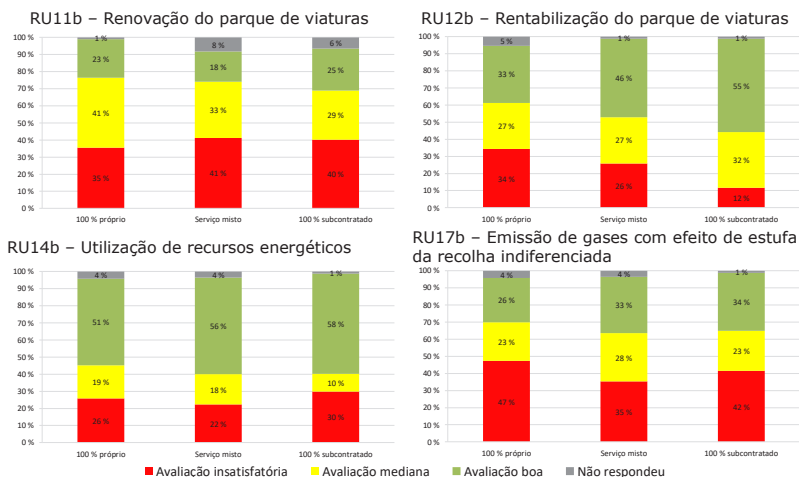


Figura 7. Desempenho das entidades gestoras, por grau de subcontratação de viaturas, nos indicadores da Qualidade do serviço diretamente relacionados

Conforme se pode observar, nos indicadores "RU11b – Renovação do parque de viaturas", "RU14b – Utilização de recursos energéticos" e "RU17b – Emissão de gases com efeito de estufa da recolha indiferenciada" não existem grandes diferenças entre o desempenho das entidades gestoras que privilegiam a subcontratação de viaturas das que utilizam apenas as suas próprias viaturas, ou a combinação de ambos os tipos de viaturas.

Em relação ao indicador "RU12b – Rentabilização do parque de viaturas", apesar de se registarem variações consideráveis, pode-se verificar uma tendência de melhoria no desempenho do indicador à medida que aumenta o peso das viaturas de prestadores de serviços, pelo que se detalhou a análise deste indicador.

Considerando ainda que o comportamento registado nos indicadores "RU12b – Rentabilização do parque de viaturas" e "RU13b – Adequação dos recursos humanos" poderá estar correlacionado, uma vez que as entidades gestoras que não utilizam viaturas próprias, no geral, recorrem ao *outsourcing* da totalidade do serviço de recolha (e não apenas de aluguer de frota), onde se incluem os recursos humanos, fez-se uma análise comparativa entre estes dois indicadores (Figura 8).

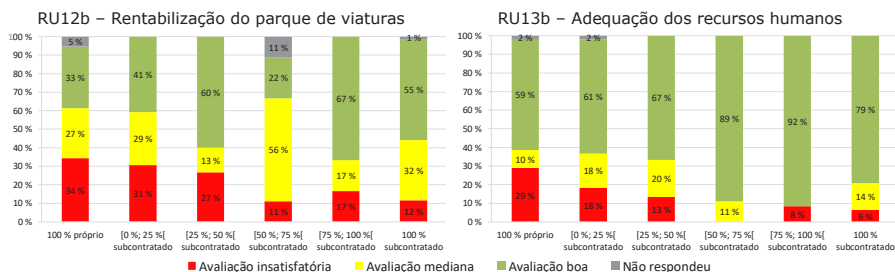


Figura 8. Desempenho das entidades gestoras, por "grau de subcontratação de viaturas", nos indicadores "RU12b – Rentabilização do parque de viaturas" e "RU13b – Adequação dos recursos humanos"

Da análise da figura confirma-se a tendência de melhoria no indicador de rentabilização do parque de viaturas com o aumento do número de viaturas de prestadores de serviço. Verifica-se ainda uma aparente relação com indicador da adequação de recursos humanos, que aumenta com aumento do número de viaturas de prestadores de serviços que compõem a frota das entidades gestoras.

4 CONCLUSÕES

O presente estudo permite concluir que a subcontratação de serviços tem um peso muito significativo na gestão de resíduos urbanos indiferenciados em baixa. As entidades gestoras recorrem frequentemente a esta figura, estando em maioria as que subcontratam operadores privados para aceder a viaturas de recolha de resíduos (prestação da globalidade do serviço de recolha indiferenciada ou apenas aluguer de viaturas) ou para a realização da lavagem de contentores. O Norte e o Litoral centro do País são as zonas onde se regista maior incidência da subcontratação de viaturas no serviço de recolha, sendo os meios urbanos os que adotam com maior frequência estas práticas. No caso da utilização de viaturas de prestadores de serviços, conclui-se que cerca de metade dos resíduos sejam recolhidos, em peso, por viaturas subcontratadas, revelando o peso que os operadores privados têm nos investimentos necessários em parque de viaturas a nível nacional.

No que diz respeito à avaliação do desempenho das entidades gestoras que subcontratam a lavagem de contentores, não foi possível registar diferenças substanciais em relação às entidades gestoras que subcontratam todo o serviço e as que apenas usam os seus próprios meios. Em contrapartida, constata-se que, quando se utilizam simultaneamente meios próprios e subcontratados, a qualidade do serviço da lavagem de contentores decresce.

Nos indicadores relacionados com a utilização de recursos energéticos, emissão de gases com efeito de estufa e renovação do parque de viaturas, não foi possível estabelecer uma relação clara com o desempenho das entidades gestoras. Apenas na rentabilização do parque de viaturas e na adequação dos recursos humanos foi possível verificar uma melhoria na avaliação da qualidade do serviço à medida que aumenta o grau de utilização de viaturas de prestadores de serviços.

Como trabalhos futuros, o desafio passará por caracterizar o papel que os prestadores de serviço têm na recolha de resíduos urbanos indiferenciados, expurgando da análise apresentada a componente relativa ao aluguer de viaturas e cruzando as quantidades de resíduos recolhidas com os meios afetos (humanos e equipamentos – viaturas e contentores).

Conclui-se ainda que existe uma relevante margem de melhoria na qualidade do serviço que é prestado em ambos os cenários, quer na lavagem de contentores, quer nos indicadores diretamente relacionados com a gestão de frota.

REFERÊNCIAS

- Rodrigues, S. (2016). Classificação e Benchmarking de Sistemas de Recolha de Resíduos Urbanos. Tese de Doutoramento em Ambiente: Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Lisboa. <http://hdl.handle.net/10362/19868>
- ERSAR (2018). Relatório anual dos serviços de águas e resíduos em Portugal – Volume 1 Caraterização do setor de águas e resíduos. Dezembro, Lisboa.
- ERSAR (2019). Guia técnico n.º 22 – Guia de avaliação da qualidade dos serviços de águas e resíduos prestados aos utilizadores. Janeiro, Lisboa.ⁱ

i Nota: os resultados apresentados neste estudo estão circunscritos à metodologia descrita e limitações associadas, da responsabilidade dos autores, pelo que não pretendem definir uma orientação da ERSAR.





TECNOLOGIA APLICADA À AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO E QUALIDADE DE SERVIÇOS NA ÁREA DOS RESÍDUOS

TECHNOLOGY APPLIED TO PERFORMANCE ASSESSMENT AND QUALITY OF WASTE SERVICES

Cristóvão Monteiro^{a}, Nuno Ribeiro^a, Rui Costa^a,*

^aUbiwhere, Travessa do Senhor das Barrocas nº38 3800-075 Aveiro, Portugal

RESUMO

Cerca de metade da população mundial (55%) vive atualmente em centros urbanos e, para 2050, estima-se que cerca de dois terços (68%) de todas as pessoas residam em áreas urbanas. Esta crescente concentração de pessoas nas cidades obriga a uma gestão mais eficiente e organizada dos serviços no sentido de melhorar a qualidade de vida das mesmas. Este cenário coloca em evidência a importância de tecnologias inovadoras que sejam capazes de se constituir como alternativas eficientes, capazes de atribuir mais sustentabilidade às cidades e o próprio planeta. A Ubiwhere acredita nesta premissa e tem desde 2007 vindo a desenvolver diversas soluções com um objetivo comum, melhorar a qualidade de vida das cidades e de quem as habita. Na área dos resíduos a Ubiwhere tem feito um percurso particularmente interessante e prova disto é a solução Smart Waste, um sistema inteligente de gestão de resíduos que em toda a operação prima pela eficiência dos recursos, otimizando o processo e reduzido a utilização de recursos envolvidos no sentido de melhorar todo o serviço prestado.

Palavras Chave – Tecnologia, Gestão Inteligente, Resíduos Urbanos, Sistema de Operação, Avaliação de Desempenho

ABSTRACT

About half of the world's population (55%) currently lives in urban centers, and by 2050 it is estimated that about two thirds (68%) of all people live in urban areas. This growing concentration of people in cities calls for a more efficient and organized management of services to improve their quality of life. This scenario highlights the importance of innovative technologies that are capable of compounding efficient alternatives, capable of giving more sustainability to cities and the planet itself. Ubiwhere believes in this premise and since 2007, has been developing various solutions with a common goal: improving the quality of life of cities and those who inhabit them. In the waste area, Ubiwhere has taken a particularly interesting path and our Smart Waste solution is the proof. An intelligent waste management system that strives for resource efficiency throughout the operation, optimizing the process and reducing the use of resources involved in the process aiming to improve the whole service.

Keywords – Technology, Intelligent Management, Urban Waste, Operation System, Performance Evaluation

** Autor para correspondência. Corresponding author.*
E-mail: cmonteiro@ubiwhere.com (Dr. Cristóvão Monteiro)

1 INTRODUÇÃO

A gestão dos resíduos urbanos constitui um problema complexo para a generalidade dos países desenvolvidos. Atualmente, apenas algumas cidades implementaram pequenos processos de recolha de resíduos com alguma inovação. Urge, assim, implementar medidas indutoras de comportamentos sustentáveis, com a participação ativa dos cidadãos e de outros atores locais, que assegurem a conservação de recursos através da redução e valorização dos resíduos.

Nos últimos anos temos vindo a assistir a uma mudança de paradigma no que diz respeito à gestão de resíduos urbanos. Com o aparecimento de sistemas inteligentes torna-se mais simples gerir a recolha de resíduos urbanos nas cidades. Através da colocação de sensores de baixo consumo energético e elevada durabilidade nos tradicionais contentores de lixo, é possível manter um controlo apertado sobre o estado do contentor, a sua segurança e localização, aumentando a eficácia e eficiência das equipas de gestão de resíduos. Os resíduos urbanos podem ser vistos como recursos para toda a cadeia de transformação.

2 GESTÃO INTELIGENTE DE RESÍDUOS

2.1 Smart Waste

Em Portugal, a responsabilidade pela gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) é dos municípios ou por empresas privadas contratadas pelos mesmos. A maior parte dos custos inerentes à gestão dos RSU é referente aos custos de recolha e transporte dos mesmos. Desta forma, é necessário otimizar as rotas de recolha de RSU, com vista à minimização dos custos operacionais que por sua vez devem ser investidos na qualidade do serviço e na avaliação de desempenho.



Figura 1. Arquitetura Exemplificativa do Sistema Smart Waste

2.1.1 Operação e Eficiência de Recursos

O Sistema de Gestão de Resíduos permite monitorizar o nível de enchimento dos contentores em tempo-real e em qualquer lugar. A geração de rotas otimizadas para a recolha diária reduz significativamente os custos operacionais associados aos tradicionais sistemas de recolha.

Colocando o valor pretendido no percentual de *threshold* poder-se-á visualizar a quantidade de contentores que se encontram com um nível percentual de enchimento igual ou superior, a respetiva disposição no mapa assim como a disponibilização da melhor rota a percorrer pelos elementos responsáveis pela sua recolha, passando em todos os pontos de colheita previstos.

A aplicação móvel surge essencialmente como meio para ajudar os condutores dos veículos de recolha de lixo a percorrer a rota idealizada, reportar ocorrências, assim como receberem ordens ou serem alocados a novas rotas por superiores. Novas funcionalidades podem ser adicionadas a esta solução com o objetivo de satisfazer as necessidades e desejos requeridos pelos clientes.

2.1.2 Georreferenciação dos ecopontos

Através de um dashboard, consegue-se obter uma visão geral do estado atual dos contentores, assim como do detalhe de cada um (nível de enchimento atual, data de última recolha e estado de alerta),

permitindo o planeamento de recolha dos resíduos assim como o acesso aos ecrãs de Administração, onde é possível efetuar diversas operações de gestão do sistema.

2.1.3 Planeamento dinâmico e semi-dinâmico de Recolhas

É possível analisar os vários turnos de recolha de resíduos com o resumo dos respetivos detalhes, entre os quais o número de contentores esvaziados e o número de ocorrências encontradas durante os mesmos, assim como a distância percorrida e respetivo consumo de combustível. Visto ser possível encontrar dificuldades durante os turnos de recolha, a solução Smart Waste disponibiliza um ecrã para a visualização das mesmas.

2.1.4 Otimização de Rotas

O motor de planeamento de rotas atualmente assume que o ponto de origem e de destino serão os mesmos, isto é, que o veículo de recolha parte do local onde terminará a ronda, passando por todos os contentores que estão dentro de determinados valores. Para esses cálculos, o planeador tem então em conta diversos atributos tais como o nível de enchimento medido por cada sensor (por exemplo todos os contentores com pelo menos 50% de lixo), a dimensão dos contentores (por exemplo, apenas os contentores enterrados, acima de 3.5m) e a data da última recolha (por exemplo contentores que não são esvaziados há mais de dois dias).

Desta forma, o planeamento de um turno pode considerar apenas contentores de um determinado tipo e que já estão cheios a partir de um determinado ponto, ou que já podem estar a gerar odores desagradáveis por falta de recolha, assim como uma combinação de todas estas possibilidades.

Para o planeamento da viagem, o motor considera uma panóplia de atributos na definição dos percursos tais como as características das estradas (tais como inclinação, largura, grau de curva, sentidos, estacionamento na via, etc.) e características dos veículos (nomeadamente altura, peso, comprimento e largura).

As rotas calculadas, que tipicamente evitam vias de difícil acesso para um veículo pesado, tanto podem ser desenhadas num mapa como interpretadas numa lista de passos, sendo ambas exportáveis para dispositivos móveis nos formatos mais populares entre as aplicações de navegação. Acedendo ao painel de administração, é possível realizar toda a gestão dos componentes pertencentes ao sistema: sensores, veículos, utilizadores (não existindo limite para o número de utilizadores, apenas para o nível de informação disponibilizada consoante o acesso/cargo definido, equipas... assim como consultar dados históricos de enchimento de contentores e outras informações (como os turnos de recolha ou as ocorrências reportadas).

2.1.5 Inventorização dos contentores

Ao consultar os detalhes de um determinado contentor, é possível visualizar a evolução do nível de enchimento desse mesmo contentor ao longo do tempo, seja num único dia, ou num período maior. A partir de gráficos é possível ter a noção das alturas em que o threshold de alerta é ultrapassado e ocasiões em que são despoletados alertas para recolha dos resíduos.

2.1.6 Descrição de Eventos

A partir da plataforma é possível consultar a lista de eventos publicados pelos sensores de monitorização, que contém, entre outros dados, o nível de enchimento medido e o nível de bateria do respetivo sensor àquele instante. Os campos disponibilizados na página possibilitam não só a filtragem dos eventos por sensor, contentor, valores de temperatura ou nível de enchimento, mas também por data, assegurando assim a consulta histórica das medições.

Não só a presente solução permite a visualização e filtragem em páginas web responsivas e de forte usabilidade, como também a exportação dos dados em diversos formatos, como CSV (Comma-Separated-Values), XLS (formato para folhas de cálculo Microsoft Excel) ou PDF (Portable Document Format).

Por forma a oferecer uma análise mais intuitiva dos ritmos de enchimento de contentores e recolha, o ecrã para a gestão dos contentores permite a consulta do histórico de cada um.

2.1.7 Identificação de Anomalias

Tal como possibilitado noutros ecrãs, no menu de gestão de ocorrências é possível visualizar e filtrar a lista de ocorrências reportadas. Estas podem ser de diferentes tipos, tendo sempre associado um estado, uma localização geográfica e uma data (de ocorrência). Assim como acontece com outro tipo de dados disponibilizado pela solução, esta informação pode ser exportada para ficheiro em múltiplos formatos.

Estas ocorrências (assim como outros alarmes despoletados pelo sistema) devem ser enviados aos utilizadores responsáveis pela recolha e manutenção dos diferentes componentes do sistema, sendo tal possível via e-mail, SMS, ou push notification para a aplicação móvel.

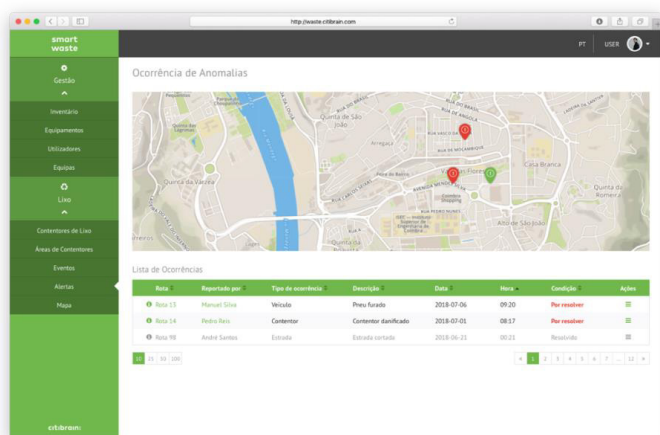


Figura 2. Ecrã exemplificativo para “Identificação de Anomalias”

2.1.8 Mapa e Reportagem de Ocorrências

A aplicação móvel, tendo sido desenvolvida usando frameworks cross-platform (Android e iOS) permite não só uma rápida disseminação por diversos dispositivos, mas também uma aparência semelhante à plataforma web de gestão.

Os dados obtidos e demonstrados no dispositivo móvel são fornecidos pela plataforma, encontrando-se guardados no sistema de gestão de dados da mesma.

Para além disso, os módulos de autenticação e autorização são partilhados entre os dois componentes, garantindo que os utilizadores de ambas as aplicações possuem a devida autorização para acesso aos dados e serviços disponibilizados. Não existe limite de utilizadores que poderão utilizar a app, nem um limite pré-definido na criação e gestão de inputs, possibilitando a criação de novos circuitos com o estudo do histórico obtido.

3 CONCLUSÕES E RESULTADOS

A utilização destas soluções permitem uma redução dos veículos em circulação, ou seja, das emissões, do ruído e do consequente incómodo associado. A aposta neste tipo de tecnologia permite ainda a melhoria contínua dos serviços e da operação no seu conjunto. Ainda se está a apurar os números relativamente ao nível dos custos na recolha, mas já se pode adiantar que o impacto desta inovação está a ser muito positivo seja ao nível ambiental como financeiro. É desta forma que se consegue construir sociedades mais sustentáveis, otimizadas e que confirmam uma maior qualidade de vida para os cidadãos.

As conclusões destas investigações surgem do trabalho de investigação desenvolvido pela Ubiwhere através dos seus capitais próprios nos últimos anos, através do desenvolvimento de pilotos em diversas áreas urbanas, essencialmente na zona Centro de Portugal.





COMUNICAÇÕES POSTER (A-Z)





ANÁLISE COMPARATIVA DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM DOIS BAIRROS DE BELÉM DO PARÁ.

COMPARATIVE ANALYSIS OF URBAN SOLID WASTE MANAGEMENT IN TWO NEIGHBORHOODS OF BELÉM IN BRAZIL.

Ana Teles^a, Milena Gomes^b, Marcello Ádamis^{c*} Risete Maria Queiroz Leão Braga^d

^aUniversidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil

^bUniversidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil

^cUniversidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil

^dUniversidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil

RESUMO

O presente trabalho visa analisar a gestão ambiental dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) de bairros distintos de Belém do Pará (Guamá e Nazaré), apresentando de que forma é feito o gerenciamento em um bairro de classe média alta - Nazaré, e em outro de classe média baixa - Guamá, pertencentes a um mesmo município. O bairro de Nazaré acaba por ser privilegiado no sentido de receber maior atenção quanto à coleta e armazenamento e de ser o precursor em políticas públicas de gestão e educação ambiental, enquanto no bairro do Guamá percebe-se que falta de infraestrutura em algumas partes dele dificulta a coleta dos RSU, além de possuir canais, os quais se tornaram ponto de descarte de entulhos e resíduos em geral. Visto que o saneamento básico é um direito humano e que os resíduos estão inclusos nessa pauta, é importante que ele seja igualitário em toda a cidade, independentemente da localização e da situação econômica de seus moradores, para que seja garantida qualidade de vida a todos e a preservação do meio ambiente.

Palavras Chave – Gerenciamento, resíduos sólidos, saneamento, gestão ambiental, reciclagem.

ABSTRACT

The present study analyzes the environmental management of solid waste from different neighborhoods of Belém do Pará (Guamá and Nazaré), presenting how is the waste management in an upper middle class neighborhood - Nazaré, and in a lower middle class neighborhood - Guamá, in the same municipality. The neighborhood of Nazaré is privileged to receive more attention in the collection and storage and is precursor in public policies of management and environmental education, while in Guamá, the lack of infrastructure in some parts difficulties the collect waste, as well as the presence of open channels, which have become a point of disposal of rubble and waste in general. Since basic sanitation is a human right and waste management is included in this agenda, it must be egalitarian throughout the city, regardless of the location and economic situation of the residents, to ensure quality of life for all and the preservation of the environment.

Keywords – Management, solid waste, sanitation, environmental management, recycling.

* *Autor para correspondência. Corresponding author.*

E-mail: marcello_simada@hotmail.com (Marcello Ádamis Andrade)

1 INTRODUÇÃO

O volume de resíduos gerados nas grandes cidades e a sua disposição ambientalmente adequada são algumas das problemáticas que as metrópoles brasileiras enfrentam. O Brasil produz cerca de 183,5 mil toneladas de resíduos sólidos por dia (IPEA, 2012) e ainda não possui um sistema adequado de gerenciamento desse resíduo.

Nesse contexto surge a necessidade de gerenciar tais resíduos, com o objetivo principal de propiciar a melhoria ou a manutenção do bem-estar físico, social e mental da sociedade, ou seja, a saúde da população (Ribeiro e Rooke, 2010). Assim, no ano de 2010 foi estabelecida a Lei Federal nº 12.305, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), apresentando princípios, diretrizes, objetivos e instrumentos relativos à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos. Dentre os instrumentos apresentados pela Lei está o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), que consiste em um diagnóstico sobre a situação do gerenciamento dos resíduos gerados no município.

Visto que a administração pública municipal tem a responsabilidade de gerenciar os resíduos sólidos urbanos, desde a sua coleta até a sua disposição final, que deve ser ambientalmente segura (Jacobi e Besen, 2011), o PMGIRS de Belém do Pará foi estabelecido por meio da lei ordinária N.º 8.899, de 26 de dezembro de 2011. Logo, é necessário observar se este Plano de Gerenciamento proposto tem auxiliado na gestão ambiental municipal e se tem feito parte da realidade da população belenense.

2 OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo analisar a gestão ambiental dos resíduos sólidos de bairros de classe média alta e em outro de classe média baixa de Belém do Pará (Guamá e Nazaré), quanto a quesitos de limpeza urbana, pontos de armazenamento, frequência de coleta, aplicação de coleta seletiva e políticas públicas de saneamento.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado levantamento bibliográfico, tendo como base os conhecimentos de diversos autores, como livros, artigos, periódicos e meio eletrônico. Ademais, foi realizada visita in loco e entrevistas com moradores dos supracitados bairros a respeito do gerenciamento dos RSU na localidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características dos bairros do Guamá e Nazaré

O bairro do Guamá está localizado na porção sudeste da cidade e é o mais populoso de Belém, com um total de 94.610 habitantes (IBGE 2010) e a renda per capita média da população é de R\$ 309,28, quase três vezes menor que a média do município em 2010 (Atlas do Desenvolvimento Humano Brasil, 2013). Ele foi ocupado desordenadamente às margens de rios e igarapés (SANTOS et al, 2012), sem nenhum controle ou planejamento e atualmente se encontra desorganizado do ponto de vista urbanista, com alta densidade populacional, vias estreitas, com pouca ou nenhuma arborização e com a ausência de espaços públicos e infraestrutura. Ademais, é marcado pelo contraste econômico corrente em uma mesma área. Além disso, há a presença de um canal no qual é depositado resíduos de forma irregular pela população.

Já o bairro de Nazaré tem população total de 20 504 habitantes e a maioria de seus moradores pertence às classes A e B, com uma renda per capita média de R\$ 4.342,04, mostrando ser 5 vezes maior que a média municipal em 2010 (Atlas do Desenvolvimento Humano Brasil, 2013). Este bairro foi planejado e organizado com ruas largas e arborizadas, lotes grandes e residências amplas com sobrados e com alta concentração da verticalização, obedecendo às cotas mais altas da cidade onde se estabelece uma população de maior poder aquisitivo (RODRIGUES et al, 2014). Ademais, é possível observar que neste bairro a atividade de coleta de recicláveis é mais intensa, devido aos diversos pontos comerciais.

4.2 Urbanização nos bairros

A falta de planejamento territorial no Guamá dificulta a coleta regular de resíduos, visto que algumas ruas são muito estreitas, impossibilitando a entrada dos carros coletores, como pode ser visto na Figura 1. Nota-se também a presença de feiras e comércios, que concentra um aglomerado de pessoas e resíduos. Já no bairro de Nazaré as ruas, em sua maioria, são largas e de fácil acesso, apresentado na Figura 2, sem conter áreas ocupadas irregularmente, com ausência de grandes feiras e comércios.



Figura 1 e Figura 2: Rua do bairro do Guamá e Avenida no bairro de Nazaré (Fonte: Autores, 2019)

4.3 Limpeza Urbana e pontos de armazenamento

O bairro do Guamá apresentou situações precárias nas proximidades de feiras e comércios, onde observa-se acúmulo de resíduos nas calçadas e sarjetas, como é visto na Figura 3. Apesar da coleta regular de resíduos, também se nota o despejo irregular de resíduos sólidos em canteiros das ruas e em corpos d'água. Em contrapartida o bairro de Nazaré não é notório o acúmulo de resíduos nas vias, os serviços de limpeza urbana, como limpeza, varrição manual e desobstrução de vias são efetivos, apresentando grande quantidade de lixeiras para armazenamento de resíduos, inclusive coletores específicos para coleta seletiva, apresentados na Figura 4.



Figura 3 e Figura 4: Resíduo acumulado no Guamá e coletores em Nazaré (Fonte: Autores, 2019)

4.4 População atendida pela Coleta de Resíduos

De acordo com o Atlas de Desenvolvimento Humano (2010) no Guamá 93,11% da população em domicílio é atendida pela coleta de lixo, o que implica que cerca de 6.518 habitantes não possuem coleta domiciliar de resíduos, havendo a necessidade de recorrer a outros métodos de gerenciar esse material, muitas vezes sendo dispostos de forma desordenada pelo bairro em pontos onde possam ser coletados pela prefeitura, como os pontos de armazenamento clandestino. Em Nazaré esse índice chega em 100%, sendo sua população atendida em completo pela coleta domiciliar de resíduos e ainda com o intuito de evitar a exposição do lixo a animais e insetos, e assim combater prováveis doenças, a Secretaria de Saneamento

implantou o sistema de containerização e cada residência recebeu um contêiner de 120 litros para acondicionamento dos resíduos e nos condomínios foram implantados contêineres de 750 e 1.000 litros.

4.5 Políticas públicas de saneamento

Em 2015, a Prefeitura Municipal de Belém iniciou em parceria com a Associação de Catadores da Coleta Seletiva de Belém, em Nazaré, o Projeto de Coleta Seletiva Porta a Porta, um projeto piloto de coleta seletiva em Belém, que ocorre de segunda à sábado. Havia a previsão para ampliar a coleta seletiva para outros bairros da zona central da cidade, no entanto o seu objetivo não foi atendido. No bairro do Guamá, em contramão, dados da Cooperativa dos Catadores de Materiais Recicláveis (CONCAVES) indicam que juntamente com o bairro da Terra Firme geram por dia 2 toneladas de material reciclável, uma quantidade significativa que poderia ser contemplada com coleta seletiva, no entanto ainda recebe a mesma destinação que resíduos não passíveis de reaproveitamento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dessas informações, é possível ver que bairro de Nazaré é privilegiado por receber maior atenção quanto à coleta e armazenamento, além de ser o precursor em políticas públicas de gestão e educação ambiental. Já no bairro do Guamá percebe-se que falta de infraestrutura em algumas partes dificulta a coleta dos RSU e propicia a formação de pontos de descarte irregular.

Nesse sentido, é necessário que o Poder Público invista cada vez mais em medidas que facilitem a coleta de resíduos nas vias de difícil acesso, como a construção de abrigos ou a instalação de containers, além de colocar em prática o que foi estabelecido no Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos do Município de Belém. Ademais, é preciso que sejam desenvolvidos e mantidos os programas de educação ambiental junto à população, para orientá-los a respeito da disposição de resíduos.

REFERÊNCIAS

BELÉM. LEI ORDINÁRIA Nº 8899, 26 DE DEZEMBRO DE 2011. Institui o Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos do Município de Belém - PGRS e dá outras providências. Belém, PA, dez 2011. Disponível

em: <http://www.belem.pa.gov.br/semaj/app/Sistema/view_lei.php?lei=8899&ano=2011&tipo=1>.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, c2019. Home. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/>>.

IPEA- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasil coleta 183,5 mil toneladas de resíduos/dia. 2012. Acesso em: 19 de jan. de 2019. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=13932>.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de Resíduos Sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. Revista Scielo- Estudos Avançados. v. 25, n. 71. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v25n71/10>>.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, c2019. Perfil Nazaré: Av. Governador Magalhães Barata, Belém, PA. Disponível em <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_udh/19490>.

RODRIGUES, J. E. C.; LUZ, L. M.; SARAIVA, J. S. Análise morfológica dos bairros Nazaré e Guamá no processo de redução de áreas verdes urbanas no município de Belém- Pa. VI Congresso Iberoamericano de Estudos Territoriais y Ambientales. São Paulo, 2014.

RIBEIRO, J. W.; ROOKE, J. M.S. Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de engenharia da UFJF. p. 9. 2010.

SANTOS, A.C.B.; SILVA, A.L.B.; PINHEIRO, L.T.; DIAS, R.H.M.; OLIVEIRA, R.Z.D. Caracterização Hidrogeológica e Análise de Vulnerabilidade do Bairro do Guamá - Belém - PA. XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVIII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços. Bonito - MS, 2012. Disponível em <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/27576/17835>>.

ANÁLISE DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CIDADE UNIVERSITÁRIA JOSÉ SILVEIRA NETTO PÓS COLETA SELETIVA.

ANALYSIS OF THE SOLID WASTE FROM THE UNIVERSITY CITY JOSÉ SILVEIRA NETTO AFTER SELECTIVE COLLECTION.

Marcello Ádamis Andrade^{a,*}, Milena Souza Gomes^b, Karoline da Costa Barros^c, Ana Isabela Lobato Teles^d, Risete Maria Queiroz Leão Braga^e

^aUniversidade Federal do Pará, Belém do Pará, Brasil

^bUniversidade Federal do Pará, Belém do Pará, Brasil

^cUniversidade Federal do Pará, Belém do Pará, Brasil

^dUniversidade Federal do Pará, Belém do Pará, Brasil

^eUniversidade Federal do Pará, Belém do Pará, Brasil

RESUMO

A Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto - Universidade Federal do Pará (UFPA), desde 2006 realiza a coleta de materiais recicláveis, como papel/papelão, e a partir de 2009, incluiu também a coleta de outros materiais. À vista disso o presente trabalho busca identificar as mudanças nas características gravimétricas dos resíduos sólidos recicláveis gerados na UFPA desde a implantação da coleta seletiva solidária. Verificou-se que as frações de papel/papelão e plástico variaram bastante; em 2008, papel/papelão representava 19,56%, enquanto em 2011 apresentou uma queda de geração e ficou em 11,06%, no entanto para os estudos de 2014 e 2015, os resultados foram 46,37% e 57,83%. Já a fração de plástico em 2008 era de 18,82%, apresentando uma redução em 2011 para 9,76% e em 2014 e 2015 as frações de plástico foram, 8,99% e 7,34% respectivamente, acompanhando a mesma tendência de redução como nos estudos anteriores. Os resultados indicam uma forte tendência da diminuição de frações de resíduos recicláveis tipo plásticos desde a implantação da coleta seletiva. Todavia, a fração de materiais de papel/papelão seguiu o caminho contrário, o que pode ser explicado pela má gestão do programa de coleta seletiva.

Palavras Chave – coleta seletiva solidária, reciclagem, gestão ambiental, educação ambiental.

ABSTRACT

The university City José da Silveira Netto- Federal University of Pará (UFPA), since 2006 has been collecting recyclable materials, such as paper/cardboard, and in 2009, they added all the other materials. In view of this, the present work seeks to identify changes in the gravimetric characteristics of recyclable solid waste generated at UFPA since the implementation of the solidary selective collection. It was found that the fractions of paper/cardboard and plastic varied significantly; in 2008, paper/cardboard represented 19.56%, while in 2011 it presented a generation drop and was 11.06%, however for the 2014 and 2015 studies, the results were 46.37% and 57.83%. Regarding the plastic fraction in 2008 was 18.82%, showing a reduction in 2011 to 9.76% and in 2014 and 2015 the plastic fractions were 8.99% and 7.34% respectively, following the same trend as in previous studies. The results indicate a strong tendency for the reduction of plastic type recyclable waste fractions since the selective collection implementation. However, the fraction of paper / cardboard materials followed the opposite path, which can be explained by poor management of the selective collection program.

Keywords – solidary selective collection, recycling, environmental management, environmental education.

* Autor para correspondência. Corresponding author.

E-mail: marcello_simada@hotmail.com (Marcello Ádamis Andrade)

1 INTRODUÇÃO

O constante aumento populacional nos grandes centros urbanos brasileiros nos últimos anos proporcionou uma intensa geração de resíduos sólidos (RS) no país. No entanto esse crescimento na geração não foi acompanhado de alternativas de descarte ambientalmente adequado desses resíduos. A coleta seletiva é um instrumento que pode ser empregado para a segregação dos resíduos a reciclagem é processo de recuperação e transformação dos resíduos sólidos que envolvem a alteração de suas propriedades físicas, químicas ou biológicas, com o objetivo de reaproveitar os RSU, de forma que eles possam ser reintroduzidos no ciclo produtivo (BRASIL, 2010; LIMA, 2005).

É importante destacar que o Decreto Federal de nº 5.940/2006 instituiu que, em órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta deverá ser realizada a separação dos resíduos recicláveis, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis (BRASIL, 2006). Nesse sentido, a Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto - Universidade Federal do Pará (UFPA), desde 2006 realiza a coleta de materiais recicláveis, como papel/papelão, e a partir de 2009, incluiu também a coleta de outros materiais como o metal, plástico e o vidro. O presente trabalho busca identificar mudanças nas características gravimétricas dos resíduos sólidos recicláveis gerados na UFPA desde a implantação da coleta seletiva solidária.

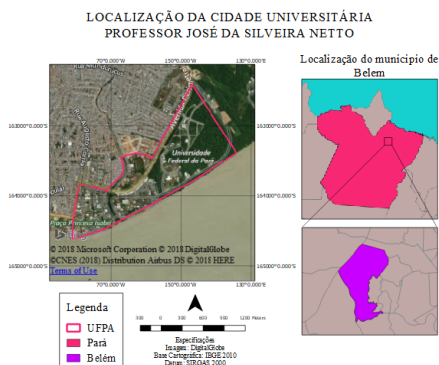
2 MATERIAS E MÉTODOS

A metodologia deste trabalho consistiu no levantamento de dados sobre a quantidade e os tipos de resíduos recicláveis coletados na UFPA com o propósito de identificar alguma alteração nas características gravimétricas desses resíduos. Ademais, foram observados os mecanismos empregados de sensibilização e conscientização ambiental sobre coleta seletiva solidária aos alunos, funcionários e professores sobre a prática correta da segregação de resíduos recicláveis para verificar o êxito do programa no período.

2.1 Caracterização da área de Estudo

A Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto, apresentada na Figura 1, está localizada no município de Belém-PA, possui as coordenadas geográficas 1°28'26"S e 48°27'6"W e 5m de altitude, com área territorial aproximadamente igual a 450 hectares. A área da uni os rios Tucunduba e Sapucajuba estão inseridos na área total da universidade e é de estar as margens do Rio Guamá.

Figura 1: Mapa de localização da Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto



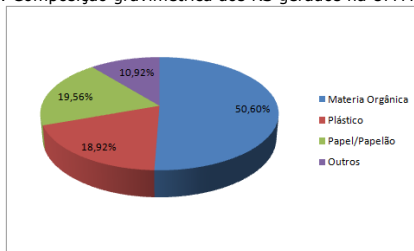
3 EQUAÇÕES E SÍMBOLOS

Dos trabalhos levantados verificou-se 3 estudos sobre análise gravimétrica na UFPA, período de 2008 a 2015, que estudaram a geração de resíduos e o impacto da implementação de coleta seletiva solidária na Instituição propostos por: Yoshino (2008); Santos (2011); Simão e Melo (2015), que serão analisados a seguir:

- **2008**

Entre maio de 2007 e junho de 2008 foi desenvolvido um estudo com o objetivo de caracterizar a área de abrangência e identificação dos setores de coleta dos resíduos, para isso foi determinada as características físicas, volume total diário de resíduos gerados, peso total diário, peso específico aparente úmido e composição gravimétrica dos resíduos sólidos passíveis de reciclagem que são gerados no interior da Instituição. O resultado apresentou uma amostragem diária em massa de 3.896,15 kg e massa específica de 48,58 kg/m³. Segundo Yoshino et al. (2008) no ano de 2008 a UFPA contava com uma população de cerca de 32 mil pessoas entre estudantes da graduação e pós-graduação, técnicos e docentes, para tanto foi calculado a geração per capita de resíduos de 0,12 kg/hab.dia. Os resultados da composição gravimétrica estão agrupados na Figura 2.

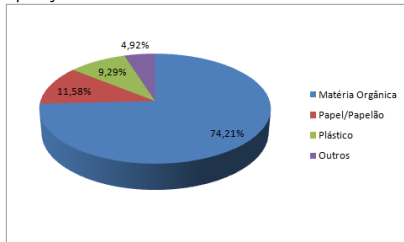
Figura 2: Composição gravimétrica dos RS gerados na UFPA em 2008



- **2011**

O estudo de SANTOS (2012) referente a composição gravimétrica foi realizado durante os meses de novembro e dezembro de 2011, a partir da seleção de amostras de 9 contêineres de Locais de Entrega Voluntária (LEV), que corresponderam a 41% do total de contêineres existentes na Cidade Universitária à época. Segundo SANTOS (2012), a população diária naquele ano foi de aproximadamente, 40.000 pessoas e a geração de resíduos foi da ordem de 33 toneladas/mês, o que resultou em uma geração per capita de aproximadamente 0,83kg/hab.mês e um per capita diária de aproximadamente 0,042kg/hab.dia. Os resultados da composição gravimétrica estão agrupados na Figura 3.

Figura 3: Composição Gravimétrica dos Resíduos Gerados na UFPA em 2011



- **2015**

Simão e Melo (2015) realizaram no período de novembro de 2014 e fevereiro de 2015 dez gravimetrias dos resíduos recicláveis presentes em LEV, sendo cinco no período letivo, de novembro a dezembro de 2014 e o restante no período não letivo, de janeiro a fevereiro de 2015. Cada amostra utilizada no estudo foi obtida, em média, após três dias de armazenamento. No estudo foram escolhidos 16 (dezesseis) LEV para amostragem e realização da gravimetria, que representaram aproximadamente 52% dos LEV.

Figura 4: Composição gravimétrica dos resíduos recicláveis constantes em LEV – período letivo - ano 2014

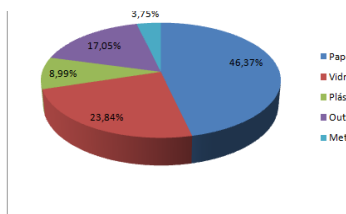
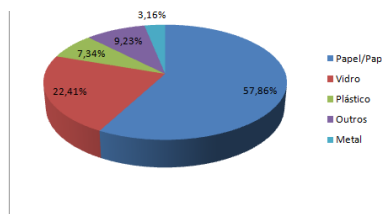


Figura 5: Composição gravimétrica dos resíduos recicláveis constantes em LEV – período não letivo - ano 2015



Ao se analisar os resultados apresentando ao longo dos anos pode-se perceber que no que tange as frações de papel/papelão e plástico, os percentuais variaram bastante. Em 2008, papel/papelão representava 19,56%, enquanto em 2011 apresentou uma queda de geração e ficou em 11,06%, no entanto para os estudos de 2014 e 2015, onde não se levou em conta a fração de matéria orgânica, os resultados foram 46,37% e 57,83% respectivamente, mostrando um aumento significativo para essa fração. Já a fração de plástico em 2008 era de 18,82%, apresentando uma redução em 2011 para 9,76%. Em 2014 e 2015 as frações de plástico foram, 8,99% e 7,34% respectivamente, acompanhando a mesma tendência de redução como nos estudos anteriores.

4 Conclusão

Conclui-se, portanto, que a implementação da coleta seletiva solidária na UFPA foi de grande eficácia e seguiu os objetivos da PNRS, aumentando a geração de resíduos recicláveis com destinação ambientalmente adequada. No entanto, com o passar dos anos, houve uma diminuição da eficiência do programa, pois não se verifica a prática da educação ambiental a toda a comunidade da universidade. Assim, são necessárias medidas para contornar o problema, pois os catadores podem futuramente perder a motivação em trabalhar nessa Instituição.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. F. A gestão de resíduos sólidos em contextos intraorganizacionais: um estudo a partir da UFPA. Dissertação para mestre em planejamento do desenvolvimento sustentável. Belém, 2011.
- BRASIL. Decreto nº 5.940, de 25 de outubro de 2006. Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, e dá outras providências. Brasília, 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5940.htm>. Acesso em: 03 de set. de 2018.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 03 de set. de 2018.
- SIMÃO, C. S.; MELO, G. T. M. Resíduos sólidos recicláveis: gravimetria nos locais de entrega voluntária (LEV) da cidade universitária prof. José da Silveira Neto (UFPA). Trabalho de Conclusão de Curso-TCC. Belém, 2015.
- YOSHINO, G. H.; CARDOSO, R. S. S.; CORREA, R. S. Diagnóstico de manejo com proposta para a gestão dos resíduos sólidos da cidade universitária prof. José da Silveira Neto da Universidade Federal do Pará (UFPA). Trabalho de Conclusão de Curso- TCC. Belém, 2008.

CADEIA DE SUPRIMENTOS E REVERSA DAS PLACAS FOTOVOLTAICAS

SUPPLY AND REVERSE CHAIN OF PHOTOVOLTAIC MODULES

André Vieira de Camargo Lopes^a, Mônica Maria Mendes Luna^b, Sara Meireles^{c,}*

^aUniversidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil

^bUniversidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil

^cUniversidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil

RESUMO

O mercado de energia solar cresceu exponencialmente nos últimos anos, principalmente no cenário brasileiro, resultado da crescente demanda por fontes de energias limpas e renováveis e das políticas de incentivo à utilização de sistemas fotovoltaicos, aliada ao contínuo desenvolvimento de tecnologias de células fotovoltaicas, que tornaram essa forma de geração de energia economicamente viável. Contudo, o gerenciamento dos resíduos gerados ao final do ciclo de vida dos painéis fotovoltaicos ainda é negligenciado no Brasil, o que pode representar um sério problema nas próximas décadas. O presente trabalho caracteriza a cadeia de suprimentos e reversa das placas fotovoltaicas por meio da identificação dos materiais e componentes envolvidos na fabricação do produto, bem como as empresas e fornecedores envolvidos neste processo. A partir de pesquisas bibliográfica, entrevistas com fornecedores e fabricantes, foram identificadas soluções adotadas em cenário internacional para a destinação e reciclagem dos painéis solares. O trabalho evidencia que no Brasil ainda não há programas de recuperação ou empresas que recuperem o valor das placas e destaca a importância da estruturação dessa cadeia reversa.

Palavras Chave – Placas fotovoltaicas, cadeia reversa, resíduos eletroeletrônicos.

ABSTRACT

Solar energy market has grown exponentially in recent years, especially in Brazilian scenario, as a result of the growing demand for clean and renewable energy sources and policies to encourage the use of photovoltaic systems. Furthermore, the continuous development of photovoltaic technologies made it an economically viable form of energy generation. However, the management of waste generated at the end of the life cycle of photovoltaic panels is still neglected in Brazil, which may cause a serious problem in the coming decades. This paper describes a supply and reverse chain of photovoltaic panels through the identification of materials and components used in the manufacture of the product, as well as companies and suppliers involved in this process. Through a bibliographic research and based on interviews with suppliers and manufacturers, solutions adopted in the international scenario for the destination and recycling of solar panels were identified. The results show that there are no recovery programs or companies in Brazil that recover the value of the panels and highlight the importance of structuring this reverse chain.

Keywords – Photovoltaic panels. Reverse chain. Waste Electrical and Electronic Equipment

* Autor para correspondência. Corresponding author.
E-mail: meireles.ens@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

A capacidade global de sistemas fotovoltaicos no mundo teve um aumento exponencial nos últimos anos – de 2017 a 2018, o aumento da capacidade instalada de energia solar nos diversos continentes foi de quase 30%, de 76,6 passou a 99,1 GW (SolarPower Europe, s.d.). Com isso, a produção de energia a partir de fontes renováveis passa a representar parcela importante da matriz energética em muitos países.

A energia elétrica proveniente de células fotovoltaicas, apesar das vantagens, gera externalidades negativas, como citam Inatomi e Udaeta (2008), quais sejam: i) emissões associadas à produção de energia necessária para os processos de fabricação, transporte, instalação, operação, manutenção dos sistemas; ii) emissões de produtos tóxicos durante o processo da matéria prima para a produção dos módulos e componentes periféricos, tais como ácidos e produtos cancerígenos, além de CO₂, SO₂, NO_x, e particulados; iii) ocupação de área para implantação do projeto, e possível perda de habitat. Em relação à produção dos módulos, Ashfaq *et. al* (2014) ressaltam: i) o alto custo de fabricação dos sistemas fotovoltaicos; ii) os problemas de descarte das células devido ao seu material; iii) o alto nível de emissão de gás carbônico na manufatura; e iv) o custo de energia na fabricação.

Para minimizar os impactos decorrentes dessa forma alternativa de geração de energia, a recuperação do valor dos resíduos por meio da remanufatura ou reciclagem dos componentes ganha importância. E, de fato, com o crescimento do número de instalações de sistemas fotovoltaicos, um maior número de painéis solares vem atingindo o fim do seu ciclo de vida com a geração de elevados volumes de resíduos. Estima-se que os resíduos acumulados de painéis fotovoltaicos (PV), até 2038, seja de 2 milhões de toneladas. No Brasil, a utilização de sistemas fotovoltaicos vem crescendo no decorrer dos anos com medidas de incentivo pelo governo. Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2017), o setor de energia solar brasileiro, como um todo, tem mantido um passo de crescimento acima de 300% ao ano desde 2014.

Nesse contexto, a logística reversa dos painéis solares ganha importância (Fthenakis, 2000), inclusive como forma de viabilizar a produção, utilização e aplicação em diversos campos para geração de energia solar. Quanto maior o volume, maior o consumo de matérias primas não abundantes na natureza e maior a geração de resíduos, o que torna necessária a estruturação da cadeia reversa do produto. Desse modo, o presente trabalho tem o objetivo de caracterizar a estrutura de logística reversa das placas fotovoltaicas no Brasil, bem como identificar os desafios para viabilizar a organização da cadeia reversa deste material.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa foi desenvolvida em três principais etapas, visando identificar, de forma geral, os elementos que fazem parte da cadeia de suprimento e reversa. A primeira etapa consistiu na identificação dos materiais que são utilizados na produção dos módulos PV, bem como das empresas que fornecem ou processam estes materiais. Os dados usados nesta etapa foram obtidos por meio de pesquisas bibliográficas, as quais contemplam artigos, sites, revistas e periódicos. Na sequência, a cadeia de suprimentos das placas PV foi caracterizada para identificar os principais fluxos e suas respectivas origens e destinos. Por fim, procurou-se descrever as organizações envolvidas na cadeia reversa e como está organizada na Europa e no Brasil. Nesta etapa, muitos dados foram obtidos por meio do contato as empresas do ramo. No Brasil, dados foram obtidos dados com empresas que realizam montagem – Kyocera, Minasol, Siemens, Yinglisolar, Canadian Solar – e uma empresa que comercializa os PV – Eleksolar. Na Alemanha, foram entrevistados, via e-mail, a PV Cycle e a Envaris, que realizam a desmontagem e reciclagem de painéis solares, atividades estas não identificadas em empresas no Brasil.

2.1 Painéis Fotovoltaicos e a legislação relativa aos seus resíduos

Os painéis fotovoltaicos (PV), do termo em inglês Photovoltaic, são formados por um conjunto de células fotovoltaicas e podem ser interconectados de forma a permitir a montagem de arranjos modulares que, em conjunto, podem aumentar a capacidade de geração de energia elétrica (Brito e Silva, 2006). Um painel solar é composto pelos seguintes elementos: células fotovoltaicas; vidro especial (Fotovoltaico), encapsulante EVA, blacksheets; caixa de Junção e moldura de alumínio. As células PV representam mais de 60% do custo de um painel solar, sendo o componente mais relevante de sua composição, e são

fabricadas a partir de uma fatia fina de cristal silício puro. O silício é a matéria-prima básica mais utilizada atualmente para a composição das células fotovoltaicas. Os cristais de silício previamente purificados (99,9999% SGS) são transformados em lingotes, que são transformados em pastilhas finas, formando placas que serão montadas em células usadas para a construção de módulos (Kupfer *et al.* 2012). Os demais componentes do painel solar são basicamente desenvolvidos com a função principal de proteger a célula das condições adversas e garantir a proteção contra a ação de esforços mecânicos, além de conectar o sistema elétrico.

Como as empresas européias foram pioneiras no mercado de placas fotovoltaicas, estas se depararam com as dificuldades da reutilização e destinação dos resíduos originados por esses sistemas de geração de energia. Desde 2012, a legislação define que, na Europa, os produtores dos módulos, sejam de pequeno ou grande porte, são responsáveis pelo retorno e reciclagem dos produtos pós-consumo, por dar a destinação adequada aos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (UE, 2012).

No Brasil, segundo a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), os equipamentos eletroeletrônicos são todos os produtos que, de uma forma ou outra, utilizam corrente elétrica ou campos magnéticos para funcionar, ou seja, as placas fotovoltaicas devem ser englobadas como resíduos de equipamentos elétricos e eletroeletrônicos (REEE). A Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelece princípios a serem observados por agentes econômicos, como pela União, pelos estados, pelo Distrito federal e pelos municípios (Silva, 2015). Apesar disso, essa lei prevê responsabilidade compartilhada entre todos os que participam dessa cadeia e não define claramente as responsabilidades de cada membro da cadeia.

2.2 A Cadeia de Suprimentos e Cadeia Reversa dos Painéis Fotovoltaicos

Na cadeia produtiva das placas fotovoltaicas pode-se destacar as empresas do setor de purificação de silício, as produtoras de materiais semicondutores fotovoltaicos (células e módulos), as fabricantes dos painéis fotovoltaicos, as responsáveis pelo fornecimento de equipamentos auxiliares e material elétrico eletrônico, e por fim as responsáveis em serviços de instalação e manutenção. O elo final da cadeia é o investidor ou consumidor final que decide pela aquisição do sistema fotovoltaico. Na etapa de produção da célula e montagem do módulo, atuam mais de 400 empresas no mundo, estando a maior parte localizada na Ásia, principalmente na China. A maior produtora é a Suntech Power, com capacidade estimada de 1,8 GW; seguida da Jingao Solar, com produção estimada em 1,46 GW (PV REPORT, 2011).

Por meio do contato com empresas do ramo de energia solar no Brasil, evidenciou-se que ainda não existem empresas que realizam todo o processo produtivo das placas fotovoltaicas. A maioria delas importam as células fotovoltaicas da Ásia e realizam a montagem dos painéis, devido ao alto custo de implantação de um processo de purificação do silício em grau cristalino. Assim, é mais viável importar este material de alto valor agregado, mesmo sendo o Brasil um dos maiores exportadores da matéria prima do silício metalúrgico.

Dentre as empresas européias que atuam na cadeia reversa das placas fotovoltaicas, destacam-se as empresas da Alemanha. A PV Cycle e Envaris recuperam as placas pós-consumo e reinserem os componentes na cadeia produtiva. Essas empresas realizam as atividades de coleta e transporte, a desmontagem, a recuperação, a transformação e a revenda de módulos usados e/ou a reinserção do material reciclado nas indústrias. A PV Cycle é uma associação de dezenas de empresas que atua na Europa, especializada em destinação de resíduos de placas fotovoltaicas, e atualmente conta com mais de 350 pontos de recebimento de painéis usados, representando mais de 85% do mercado Europeu de energia solar. Se essas placas ainda demonstrarem um potencial de uso, ou seja, possuir uma eficiência e tecnologia aceitável e conseguir gerar energia, estas são comercializadas no mercado de segunda mão do produto. O representante da empresa ENVARIS relatou que, para a revenda, são utilizadas as regras de comercialização de placas fotovoltaicas usadas contidas na Zweitmarkt SecondSol, um portal de vendas de módulos usados.

No cenário brasileiro, a situação é completamente diferente devido à recente exploração deste nicho de mercado, e parece ainda não haver preocupação com os resíduos dos painéis fotovoltaicos. Apesar da PNRS, não há definição de quais membros da cadeia são responsáveis pelas atividades e custos da logística reversa dos resíduos. Acredita-se que esse fato se deve à recente exploração e comercialização do produto no país, com grande parte das placas ainda não tendo alcançado o fim de seu ciclo de vida; bem como à falta da legislação clara e rígida, o que contribui para a inexistência de programas de recuperação de placas por parte das empresas fabricante ou distribuidoras.





MUSEU NACIONAL DOS COCHES

Uma Coleção Única no Mundo que nos Transporta no Tempo

A Rainha D. Amélia de Orleães e Bragança, mulher do Rei D. Carlos I, ao chegar a Portugal e ir viver para o Palácio Real de Belém é surpreendida pelo valor patrimonial dos antigos carros nobres da Casa Real Portuguesa e respetivos acessórios que se encontravam dispersos em vários depósitos e cocheiras dos palácios reais.

A 23 de maio de 1905 a rainha inaugura no Picadeiro Real de Belém o Museu dos Coches Reaes, com uma coleção considerada como a mais notável do seu género, que em 1910, passa a designar-se Museu Nacional dos Coches.

Passados 110 anos, a 23 de maio de 2015, é inaugurado o novo museu num edifício contemporâneo que vem permitir expor por ordem cronológica um maior conjunto de viaturas - coches, berlindas, carros triunfais, seges, carrinhos de passeio, liteiras, cadeirinhas, carrinhos dos pequenos príncipes, carros de caça, carruagens de gala e viaturas urbanas e assim permitir compreendermos melhor a evolução técnica e artística dos diferentes meios de transporte utilizados pelas cortes europeias desde finais do século XVI até ao início do século XX. Nas vitrinas encontram-se outras peças da coleção, tais como, pinturas a óleo, fardamentos de gala, instrumentos de música e acessórios de cavalaria.

Venha descobrir a “nossa” História e partilhe a sua experiência!

Silvana Bessone





ÍNDICE DAS COMUNICAÇÕES

BOAS-VINDAS	2
COMISSÃO ORGANIZADORA	4
COMISSÃO CIENTÍFICA.....	5
APRESENTAÇÃO DO EVENTO.....	6
COMUNICAÇÕES PLENÁRIAS.....	7
Tema Especial	9
Sessão Plenária - Painel 1.....	10
Sessão Plenária - Painel 2.....	11
Sessão Plenária - Painel 3.....	12
COMUNICAÇÕES ORAIS (A-Z)	15
Tema 1 - Valorização de Resíduos: Tecnologias, Materiais, Eficiências, Problemas e Soluções	15
(029) A evolução da digestão anaeróbia na bioeconomia	17
(030) Avaliação do processo de compostagem de lodo de estação de tratamento de esgoto	31
(012) Estudo comparativo da decomposição térmica e poder calorífico de lamas de ETAR.....	37
(029) A evolução da digestão anaeróbia na bioeconomia	41
(033) Gestão de resíduos urbanos: modelo descentralizado de compostagem como alternativa para tratamento	41
(023) Gestão e valorização de lamas da ETAR da indústria das resinas.....	45
(005) International trade, the waste sector and the circular economy	49
(004) Microplásticos em resíduos valorizados.....	53
(009) Os produtos da digestão anaeróbia na valorização de resíduos sólidos urbanos – caso TRATOLIXO	57





(038) Plano terra: transformação estratégica de resíduos em recursos na águas do norte	63
(007) Produção de etanol de palha de milho de fitorremediação de solos contaminados com metais pesados	69
(019) Tratamento de águas residuais de adega por processos de precipitação com cal hidratada e ferro ii	73
(035) Valorização de resíduos na economia circular – o caso dos telemóveis	77

Tema 2 - Operação de Infraestruturas e Gestão de Resíduos81

(016) Análise da eficiência energética no sistema de aeração para tratamento de lixiviado, caso de estudo: lagoa de mistura completa ETE Tupã/SP	83
(026) Diagnóstico para aplicação do SIG na recolha e tratamento dos resíduos sólidos urbanos em benguela	87
(037) Optimização na recolha de resíduos sólidos utilizando sistema de informação geográfica.....	91
(018) Potencial de aproximação da recolha seletiva à recolha indeferenciada.....	95
(011) Uso de geotecnologias para a escolha do local de implantação de um aterro para a cidade de Luanda.....	103
(002) Valorização dos resíduos - um desafio para Minas Gerais	107

Tema 3 - Comportamentos, Comunicação e Sensibilização.....111

(021) A investigação científica em Portugal no setor dos resíduos	113
(039) Educate for a circular economy campaign	117
(017) Festival náutico da semana do mar. Comunicar, sensibilizar e agir rumo à sustentabilidade.....	123
(024) O manejo dos resíduos de serviços de saúde, segundo os trabalhadores de hospital veterinário de universidade pública no nordeste do Brasil.....	129
(013) O papel dos programas educacionais na gestão municipal de resíduos sólidos em Angola	135

Tema 4 - Avaliação de Desempenho e Qualidade de Serviços.....139

(022) Análise dos programas de investigação e desenvolvimento da sociedade ponto verde: 1998-2012	141
(020) Avaliação da qualidade dos serviço da limpeza viária	145
(003) Avaliação do ciclo de vida de um sistema de gestão de RSU em uma região metropolitana	149
(034) Inovação na recolha de vidro.....	151
(027) O papel da subcontratação de serviços na gestão de resíduos urbanos em Portugal: lavagem de contentores e gestão de frota	155
(015) Tecnologia aplicada à avaliação de desempenho e qualidade de serviços na área dos resíduos.....	165

COMUNICAÇÕES POSTER (A-Z) 171

(31) Análise comparativa do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos em dois bairros de belém do Pará.....	173
(32) Análise dos resíduos sólidos da cidade universitária José Silveira Netto pós coleta seletiva.....	177
(25) Cadeia de suprimento e reversa das placas fotovoltaicas.....	181









11.^{as} JORNADAS **TÉCNICAS** **INTERNACIONAIS** **DE RESÍDUOS**

EDIÇÃO

Edição e Propriedade

APESB

Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa

Tel.: (+351) 218 443 849

Fax.: (+351) 218 443 048

<http://jornadas-residuos.apesb.org/>

Periodicidade

Única

Organização



Apoios



MEDIA PARTNERS

