



## 16º Congresso da APDR

Universidade da Madeira, Funchal

Colégio dos Jesuítas, 8 a 10 Julho 2010

### RECOLHA DE RESÍDUOS EM DUAS FRACÇÕES (*SECOS E HÚMIDOS*): AVALIAÇÃO CUSTO-BENEFÍCIO.

Hélder Spínola<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigação em Educação

Universidade da Madeira

Campus Universitário da Penteada

9000-390 Funchal.

Portugal.

Telef. +351 291705390

Fax: +351 291705329

E-mail: [hspinola@uma.pt](mailto:hspinola@uma.pt)

#### RESUMO

Para reduzir a pegada ecológica global ou regional e contribuir para um desenvolvimento mais sustentável, sistemas mais eficientes de gestão dos resíduos, que proporcionem taxas mais elevadas de reciclagem, são essenciais. Os sistemas de recolha de resíduos sólidos urbanos baseados em apenas duas fracções, numa das quais se recolhem os resíduos orgânicos para compostagem (fracção “Húmidos”) e na outra os resíduos de embalagens para triagem e reciclagem (fracção “Secos”), têm possibilitado, em várias partes do mundo, uma maior participação do público e aumentos substanciais nas taxas de reciclagem.

No sentido de avaliar a implementação deste sistema em regiões como a da Madeira, foi desenvolvido o projecto-piloto “Reciclar é Mais Fácil” no Sítio da Fajã do Penedo, Concelho de São Vicente, na Ilha da Madeira (Portugal). O projecto-piloto envolveu 21 famílias possibilitando a reciclagem de 94% de todo o vidro, plástico/metal e papel/cartão produzido, valor substancialmente mais elevado do que o obtido pelo sistema implementado na Região Autónoma da Madeira (21%).

No âmbito deste programa foi desenvolvida uma avaliação custo-benefício para a implementação deste sistema no concelho de São Vicente, tendo-se concluído da sua elevada competitividade com o sistema actualmente implementado. O sistema de recolha “Secos e Húmidos” apresentou um custo líquido de 36 euros por tonelada, contra 143 euros no sistema actual, por força dos dividendos obtidos com a reciclagem.

**Palavras-chave:** “Secos e Húmidos”, recolha de resíduos, reciclagem, custo-benefício.



### Introdução

As sociedades humanas estão a utilizar os recursos naturais a um nível insustentável. A produção de resíduos é uma das piores consequências deste modelo insustentável mas os seus efeitos negativos podem ser atenuados através da reciclagem (Wackernagel and William, 1996).

Em todo o mundo a produção de resíduos continua a aumentar. Na União Europeia (EU 27) a produção total de resíduos sólidos urbanos (RSU) cresceu 7% entre 1996 e 2006, atingindo em 2007 uma média de 522 kg por habitante (EUROSTAT, 2008). Nos Estados Unidos da América este tipo de resíduos triplicou em produção ao longo dos últimos 40 anos e, em 2006, cada norte-americano gerou 836 kg, dos quais foram reciclados 32,5% (EPA, 2007).

As metas de reciclagem europeias têm sido aumentadas desde 2004 para alcançar pelo menos 55% do total dos resíduos de embalagens, com metas de reciclagem específicas para cada material: 60% para o vidro; 60% para o papel/cartão; 50% para o metal, 22,5% para os plásticos; e 15% para a madeira (Directiva 2004/12/CE). Em 2006, metade dos Estados Membros da Comunidade Europeia revelou já níveis de reciclagem de resíduos de embalagem superiores a 50%. No entanto, os dados de 2007 mostram que apenas 22% do total dos RSU produzidos foram reciclados e 16% compostados, sendo o restante incinerado (20%) ou depositado em aterro (42%). As taxas de reciclagem dos RSU (excluindo a compostagem) têm sido mais elevadas em países como a Alemanha (46%), a Bélgica (39%) e a Suécia (37%) mas quase nulas na Bulgária, Luxemburgo e Roménia ou muito baixas em outros países como Portugal (8%) e Polónia (6%) (EUROSTAT, 2008).

Aumentar as taxas de reciclagem, em conjunto com a redução da produção de resíduos, é um importante objectivo que deve ser alcançado nos próximos anos de forma a reduzir a nossa pegada ecológica que já ultrapassou a biocapacidade da Terra (WWF, 2008). Com as alterações climáticas enfrentamos o pior problema ambiental global, o qual necessita de soluções urgentes só possíveis através de múltiplas abordagens. A reciclagem é uma dessas soluções uma vez que reduz a emissão de gases com efeito de estufa devido às suas mais baixas necessidades energéticas comparativamente ao uso de matérias-primas virgens (Bogner et al 2007). O aumento das taxas de reciclagem está



muito dependente da participação do público na recolha selectiva de cada uma das fracções recicláveis. Esta participação varia de acordo com o método empregue mas também com o nível de sensibilização da população. A contribuição individual nos programas de reciclagem não só aumenta com uma maior sensibilização mas também com a implementação de sistemas mais amigáveis que se revelem mais cómodos para os seus utilizadores, nomeadamente através da redução das distâncias entre os pontos de recolha e as habitações (Garcês et al 2002).

Em comparação com o sistema baseado em ecopontos, a recolha selectiva de resíduos porta-a-porta tem revelado a capacidade de incrementar substancialmente as taxas de reciclagem (Gelabert, 2003; Iriarte et al 2009). No entanto, a complexidade do tipo de selecção praticada na maior parte dos sistemas de recolha selectiva porta-a-porta, com contentores ou sacos individuais para cada tipo de material, nomeadamente papel/cartão, vidro e plásticos/metais, dificulta a participação dos cidadãos. Por outro lado, os custos suplementares de cada circuito de recolha necessário a cada tipo de material, dificulta a sua adopção por parte dos sistemas de gestão de resíduos sólidos urbanos.

Nas últimas duas décadas, a recolha de resíduos porta-a-porta baseada no sistema “Secos e Húmidos” tem sido implementada em algumas cidades europeias e norte americanas, revelando resultados muito positivos no aumento da participação do público e conseqüentemente nas taxas de reciclagem. A maior parte dos sistemas de recolha selectiva “Secos e Húmidos” consistem numa selecção dos resíduos em duas fracções: um contentor ou saco para os materiais “húmidos”, como os orgânicos (resíduos de cozinha e jardim) e outros resíduos contaminados, nomeadamente embalagens sujas, fraldas, guardanapos; e outro para materiais “secos” que alberga tudo o resto que esteja limpo e que possa ser separado posteriormente para reciclagem ou outro destino (Watson, 1991; Otten, 2001).

Desde 1995, a cidade de Guelph, em Ontário no Canadá, com 115 mil habitantes, tem feito um investimento substancial no que foi o primeiro sistema de recolha “Secos e Húmidos” da América do Norte. Este programa iniciou-se com uma recolha baseada em duas linhas: a fracção dos “Secos”, para os resíduos limpos, e a fracção dos “Húmidos”, para os materiais compostáveis e os resíduos contaminados. Desde 2003, depois de uma



reavaliação para melhorar a sua relação custo-benefício, este sistema “Secos e Húmidos” evoluiu para uma recolha em três fracções, com um saco verde para os Húmidos compostáveis, um saco azul para todos os recicláveis (Secos), e um terceiro saco para resíduos a colocar em aterro sanitário (refugo). O sistema de recolha de resíduos “Secos e Húmidos” da cidade de Guelph atingiu, em 2008, uma taxa de reciclagem e compostagem de 59%, com a recuperação de 51% dos recicláveis recolhidos na fracção dos “Secos” (Otten, 2001; Lease et al, 2002; 2008 Annual Report for Guelph’s Wet-Dry Recycling Centre; City of Guelph Solid Waste Management Master Plan 2008).

Outro sistema similar, o da recolha de todos os recicláveis em apenas um contentor tem sido implementado em inúmeras comunidades, especialmente nos Estados Unidos. Este sistema de recolha de resíduos para reciclagem consiste na recolha de todos os recicláveis misturados em apenas um contentor, semelhante à fracção dos “Secos”, e os restantes resíduos numa outra fracção para deposição em aterro, incineração ou compostagem, tal como na fracção dos “Húmidos”. Apesar das diferentes designações, a fracção única para os recicláveis e os “Secos e Húmidos, são dois sistemas de recolha de resíduos muito semelhantes. O número de instalações capazes de processar a fracção única dos recicláveis aumentou de 5 em 1995 para 93 em 2003 nos Estados Unidos (Jamelske and Wessling, 2005). De acordo com Skumatz (2004), a simplificação da selecção de resíduos solicitada aos cidadãos aumenta a quantidade de materiais recuperados para a reciclagem e reduz os custos líquidos associados. Contudo, esta redução no número de diferentes fracções para reciclagem aumenta a quantidade de contaminantes nos materiais recicláveis, o que reduz o seu valor junto da indústria de reciclagem.

Um programa piloto de recolha de resíduos domésticos com separação em três fracções, semelhante ao actual sistema em desenvolvimento na cidade de Guelph, foi iniciado em 2006 na cidade de Hangzhou, na província chinesa de Zhejiang. Este programa, que incide sobre a separação de restos de comida, resíduos “Secos” (recicláveis) e resíduos perigosos, revelou possuir uma boa relação custo-benefício uma vez que demonstrou custar menos 2,82 dólares americanos do que o sistema de recolha indiferenciada e foi considerado pela maioria dos seus utilizadores (69%) como um método de separação de resíduos mais conveniente (Zhuang et al, 2008).



Apesar do seu elevado potencial para aumentar a reciclagem e a compostagem, de acordo com os resultados obtidos nos vários projectos desenvolvidos ao longo das últimas duas décadas, o sistema de recolha porta-a-porta pelo método “Secos e Húmidos” nunca foi implementado em Portugal. Os poucos sistemas de recolha selectiva porta-a-porta que funcionam em Portugal são baseados numa separação em três facções (papel/cartão, vidro e embalagens de plástico/metal), que exige uma separação igual à necessária para a recolha selectiva através dos ecopontos, o sistema mais generalizado no país. A recolha selectiva porta-a-porta envolvendo a separação de cada tipo de material para reciclagem exige cidadãos altamente motivados para participar, para além de que cada material necessita de circuitos de recolha específicos, o que representa custos adicionais à recolha porta-a-porta dos resíduos indiferenciados destinados à incineração ou à deposição em aterro. Em Portugal, uma vez que os sistemas de gestão de resíduos sólidos urbanos são maioritariamente baseados na recolha de indiferenciados para incineração ou aterro, a reciclagem depende de um esforço voluntário e suplementar por parte dos cidadãos mais sensibilizados. Apesar da maior parte dispor de recolha porta-a-porta para os resíduos indiferenciados, os cidadãos que contribuem para a reciclagem necessitam separar os resíduos em três diferentes tipos (papel/cartão, vidro e plástico/metal) e, na maior parte dos casos, transportá-los por meios próprios até aos ecopontos dispersos. A disponibilidade de um sistema de recolha de indiferenciados de uso fácil e cómodo contrasta com um sistema de reciclagem baseado no esforço individual acrescido por parte de cada cidadão, o que constitui uma das principais razões para uma tão baixa taxa de reciclagem em Portugal.

Com o objectivo de demonstrar o potencial do sistema de recolha porta-a-porta pelo método “Secos e Húmidos” em Portugal e no mundo, é importante continuar a desenvolver programas piloto que avaliem o nível de participação pública e o seu potencial no aumento das taxas de reciclagem.

Assim, o presente estudo tem por objectivo constituir um contributo para avaliar as vantagens do sistema de recolha de resíduos porta-a-porta pelo método “Secos e Húmidos”, considerando-o como uma alternativa aos actuais sistemas de recolha de resíduos com potencial para aumentar a participação pública e a quantidade de materiais recolhidos para reciclagem.



## **Metodologia**

Para aferir da viabilidade da implementação de um sistema de recolha selectiva porta-a-porta baseada no método “Secos e Húmidos” na Ilha da Madeira, foi desenvolvido o programa piloto “Reciclar é Mais Fácil” no Sítio da Fajã do Penedo, na freguesia da Boaventura, concelho de São Vicente. Na zona central do Sítio da Fajã do Penedo vive menos de 100 habitantes, uma população envelhecida, a maioria apenas com a instrução primária e dependendo economicamente da agricultura. A maioria dos jovens da Fajã do Penedo imigraram para outros países ou passaram a viver no Funchal devido à carência de empregos na freguesia e no concelho.

O sistema municipal de recolha de resíduos existente na Fajã do Penedo antes da implementação do programa piloto “Reciclar é Mais Fácil” consistia num conjunto de contentores públicos próximos às habitações para os resíduos indiferenciados, os quais eram encaminhados para incineração. O sistema de recolha selectiva existente no local consistia na existência de dois ecopontos. Apesar de não ser conhecida a taxa de reciclagem alcançada na Fajã do Penedo pelo sistema de ecopontos, assume-se que não deverá ser mais elevada do que a taxa no próprio concelho de São Vicente (10%).

O programa piloto “Reciclar é Mais Fácil” consistiu numa recolha selectiva porta-a-porta dos resíduos sólidos urbanos, em duas categorias: “Secos”, num saco de plástico branco; e “Húmidos”, num saco de plástico preto. O critério para os resíduos a colocar na categoria de “Secos” foi: qualquer material seco e limpo que não cause contaminação nos restantes e que possa ser posteriormente separado para reciclagem ou outro destino específico. A fracção seca incluiu resíduos de embalagem, papel e cartão, vidro, madeira, baterias, roupas, sapatos, cortiça, pequenos equipamentos eléctricos, e muitos outros. Para a fracção dos “Húmidos” os critérios foram: qualquer material húmido e sujo que cause contaminação a outros, tornando impossível uma posterior separação para reciclagem. A fracção húmida incluiu restos de alimentos, resíduos de cozinha, resíduos de jardim, embalagens sujas, fraldas, guardanapos e outros.

Este programa foi divulgado através de uma abordagem porta-a-porta com a ajuda de um desdobrável com informação precisa sobre a separação dos resíduos no sistema “Secos e Húmidos”. Pelo menos um membro de cada uma das 40 famílias residentes no centro da Fajã do Penedo foi abordado em casa nestas visitas. Destas, 21 famílias





aceitaram participar no programa, correspondendo a um total de 50 habitantes. As 21 famílias participantes eram caracterizadas por serem constituídas na sua maioria por 2 ou 3 elementos, possuindo uma média de idades de 47 anos e a maioria reformados ou dependentes da agricultura.

Foi desenvolvida uma demonstração pública sobre o funcionamento do sistema de recolha “Secos e Húmidos” para a qual a população foi convidada a participar. Mais de 60 habitantes estiveram presentes nesse evento, o qual foi também noticiado na comunicação social regional como forma de divulgação junto da comunidade. A cada domicílio participante no programa foram entregues dois sacos de plástico, um branco e um preto, e um desdobrável com as instruções para a separação dos resíduos. Sempre que possível, os sacos foram reutilizados para novas recolhas.

O programa “Reciclar é Mais Fácil” desenvolveu-se ao longo de 120 dias, desde Fevereiro a Maio de 2007, com as duas fracções de resíduos a serem recolhidas numa carrinha de caixa aberta duas vezes por semana, Segundas-feiras e Quintas-feiras de manhã. Os sacos recolhidos foram transportados para um armazém próximo onde os conteúdos das duas fracções foram manualmente triadas por material e pesadas numa balança com grau de precisão até à centígrama. A triagem manual dos materiais existentes em ambas as fracções foi realizado de acordo com as seguintes categorias: vidro; papel/cartão; plástico/metálico; orgânicos; e outros (na fracção “Secos” a categoria “outros” incluiu pilhas, roupas, sapatos, pequenos equipamentos eléctricos, cortiça, madeira, medicamentos, e guarda chuvas, e na fracção “Húmidos” foi constituída na sua maioria por fraldas de idosos acamados). Todos os procedimentos de recolha e separação foram desenvolvidos por apenas um colaborador, previamente instruído para essa função. Após caracterização e pesagem, a fracção “Húmidos” foi enviada para incineração e os materiais recicláveis separados da fracção “Secos” foram depositados nos ecopontos.

Para cada categoria de materiais foram calculadas as percentagens por cada fracção e, para o total dos resíduos recolhidos, a produção *per capita* e a taxa de reciclagem. Os dados foram comparados com as taxas de reciclagem municipal, regional e nacional, globalmente e por material, fazendo uso dos dados oficiais relativos ao mesmo ano de



desenvolvimento do programa (IRAR, 2008; SPV, 2007; e dados disponibilizados pela Valor Ambiente).

### Resultados

No âmbito do programa piloto “Reciclar é Mais Fácil”, foram recolhidos 1.548 kg de resíduos sólidos urbanos, 1.034 (66,8%) na fracção “Húmidos” e 514 kg (33,2%) na fracção “Secos”. A produção total de resíduos foi de 0,258 kg *per capita*/dia, valor muito menor do que no município de São Vicente (0,885 kg *per capita*/dia) ou na ilha da Madeira (1,5 kg *per capita*/dia) ou mesmo do que em Portugal (1,2 kg *per capita*/dia), mas compreensível uma vez que este programa apenas recolheu resíduos em domicílios não tendo incluído serviços como os restaurantes, hotéis e escolas. Os resíduos orgânicos foram produzidos a uma proporção de 43% (40% em Portugal e 45% na Madeira), todos recolhidos na fracção “Húmidos” (660,4 kg), e o papel/cartão (6 kg na fracção “Húmidos” e 130 kg na fracção “Secos”), o vidro (15,7 kg na fracção “Húmidos” e 172 kg na fracção “Secos”), e os plásticos/metals (6 kg na fracção “Húmidos” e 168,5 kg na fracção “Secos”) correspondem, todos juntos, a 32% (47% em Portugal e 45% na Madeira) (Figura 1) (IRAR, 2008; SPV, 2007). A categoria “outros” representou 25% do total dos resíduos produzidos (345,9 kg na fracção “Húmidos”, a maioria fraldas, e 43,3 kg na fracção “Secos”, incluindo pilhas, roupas, sapatos, pequenos equipamentos eléctricos, cortiça, madeira, medicamentos e guarda-chuvas).

Noventa e quatro por cento (94%) do total de vidro, plástico/metal e papel/cartão produzido nas famílias envolvidas no programa foi recuperado para reciclagem pela sua separação a partir da fracção “Secos”, um resultado muito melhor do que o de Portugal (15%) ou mesmo do que o da Madeira (21%). Neste programa, o papel/cartão foi reciclado a uma taxa de 96% (13% em Portugal e 22% na Madeira), o vidro a 92% (43% em Portugal e 52% na Madeira) e o plástico/metal a 97% (3,8% em Portugal e 3,5% na Madeira), valores muito mais elevados do que os obtidos através do sistema implementado em Portugal e na Madeira (Figura 2) (IRAR e APA, 2008; SPV, 2007). A partir dos “Secos” foram ainda seleccionados pilhas, roupas, sapatos, pequenos equipamentos eléctricos, cortiça, madeira, medicamentos e guarda-chuvas, um total de 43,3 kg (8,4% do total produzido), os quais foram enviados para reciclagem ou outro destino final adequado.





Este nível de recuperação de materiais representou, no total de resíduos recolhidos, uma taxa de reciclagem de 30%, a qual poderia ser aumentada com a compostagem da fracção orgânica recolhida nos “Húmidos”. Mesmo ignorando as potencialidades da compostagem da fracção orgânica, a taxa de reciclagem total atingida neste programa piloto (30%) foi muito mais elevada do que a obtida em 2007 a nível nacional (7,2% em Portugal), regional (10% na Madeira) ou mesmo a nível local (10% em São Vicente), para além de que representa a recuperação de 94% do total dos resíduos de vidro, plástico/metall e papel/cartão produzidos nos domicílios das famílias envolvidas no programa “Reciclar é Mais Fácil” (SPV, 2007).

### **Estimativas custo-benefício**

Considerando a necessidade de uma campanha de sensibilização junto da população do concelho de São Vicente (6.198 habitantes numa área de 79 Km<sup>2</sup>) semelhante à desenvolvida no âmbito do programa “Reciclar é Mais Fácil”, serão necessários 3.000 desdobráveis, 150 cartazes e 220 dias de trabalho de um colaborador, o que se estima custar cerca de 15.000 euros, 2,4 euros por habitante. Numa campanha de sensibilização dirigida a toda a população do concelho de São Vicente, os jornais, rádios e televisão regionais serão muito úteis na divulgação da mensagem uma vez que irão, nalguns momentos, produzir notícias sobre a campanha sem que isso signifique custos acrescidos.

Estimar o custo de recolha de resíduos num sistema “Secos e Húmidos” para o concelho de São Vicente é uma tarefa difícil já que os recursos utilizados no programa piloto não são comparáveis com tão diferente escala. No entanto, no sentido de obter valores de referência para estes cálculos, considerou-se que o custo de recolha num sistema “Secos e Húmidos” deverá ser similar ao sistema de recolha de indiferenciados e selectivos em ecopontos. O sistema implementado requer várias viagens a cada ponto de recolha uma vez que os diferentes tipos de resíduos, nomeadamente os indiferenciados para incineração e cada um dos recicláveis (papel/cartão, vidro e plástico/metall), são recolhidos com recurso a diferentes veículos em vários circuitos. A recolha “Secos e Húmidos” pode ser concretizada mediante apenas uma viagem recorrendo a um veículo com dois compartimentos. Uma vez que o custo de recolha de resíduos na Madeira tem sido calculado em 80 euros por tonelada e que em 2007 o total de resíduos recolhidos



## 16º Congresso da APDR

Universidade da Madeira, Funchal

Colégio dos Jesuítas, 8 a 10 Julho 2010

em São Vicente foi de 2.001 toneladas, o custo anual de recolha num sistema “Secos e Húmidos” para este concelho não deverá ser superior a 160.080 euros. A Madeira está equipada desde 2007 com uma instalação de triagem construída para gerir os materiais recicláveis recolhidos na rede de ecopontos. Esta instalação, localizada no vale do Porto Novo no concelho de Santa Cruz, está equipada com duas linhas de separação de resíduos, uma manual para refinar a pré-selecção do papel/cartão recolhido nos contentores azuis do ecoponto e outra automática para separar os diferentes materiais plásticos e metais de embalagem recolhidos no contentor amarelo do ecoponto. Este sistema de separação automático utiliza sensores ópticos, separadores magnéticos e ejectores de ar comprimido, entre outros, para classificar e separar automaticamente os materiais de acordo com as suas características físicas. O vidro recolhido no contentor verde do ecoponto é triado manualmente para a remoção de contaminantes fazendo uso de um espaço descoberto no exterior da estação. Apesar desta estação de triagem poder ser adaptada para gerir, no futuro, uma fracção única de recicláveis (fracção “Secos”), presentemente os recicláveis têm de ser entregues nesta estação nas categorias definidas para a recolha nos ecopontos, ou seja, papel/cartão, vidro e plástico/metal. Qualquer uma das dez autarquias da Ilha da Madeira entrega estas categorias de recicláveis na estação de triagem sem nenhum custo adicional e cada uma delas será compensada de acordo com a quantidade de cada material enviado para reciclagem. Um sistema de recolha por “Secos e Húmidos” abrangendo todo o concelho de São Vicente necessitaria garantir uma pré-selecção dos recicláveis nas três categorias aceites na estação de triagem da Madeira, pelo menos enquanto a referida estação não for adaptada a gerir a fracção “Secos”. Considerando a proporção desta fracção no programa “Reciclar é Mais Fácil” (33,2%), e tendo em conta que a inclusão de resíduos provenientes de outras origens, para além das habitações, essa percentagem seria maior (considerando pelo menos mais 7%), este trabalho de pré-selecção da fracção “Secos” requer um investimento numa pequena estação que possa gerir cerca de 800 toneladas por ano (3 toneladas por cada dia de trabalho). Considerando a necessidade de sete operadores, e alguns outros recursos, para a triagem manual, esta estação de pré-selecção poderá ter um custo anual em operação e manutenção que ascende aos 120.000 euros. Em conjunto com um investimento inicial na construção de um armazém, que poderá custar 150.000 euros (a amortizar com 10.000 euros/ano ao longo de 15 anos), o custo total da pré-



selecção da fracção “Secos” recolhida no concelho de São Vicente poderá atingir 130.000 euros por ano.

Considerando uma eficiência na triagem dos recicláveis 5% inferior à obtida no programa “Reciclar é Mais Fácil” e assumindo uma composição dos resíduos sólidos urbanos similar à da Ilha da Madeira, o potencial de receitas num sistema “Secos e Húmidos” para o concelho de São Vicente atinge os 272.823 euros (Tabela 1).

Actualmente, o sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos do concelho de São Vicente é baseado na recolha de resíduos indiferenciados para incineração (90%) e, numa pequena parte (10%), de recicláveis nos ecopontos. O custo anual deste sistema está dependente principalmente da recolha (160.080 euros) e da incineração dos resíduos (147.774 euros), uma vez que a Valor Ambiente, a empresa pública que faz a gestão do sistema de incineração, cobra 82 euros por cada tonelada incinerada. O investimento em campanhas de sensibilização é muito baixo e as receitas dos recicláveis recolhidos nos ecopontos é de apenas 25.287 euros por ano (Tabela 1).

O custo-benefício de um sistema de recolha “Secos e Húmidos” para o concelho de São Vicente, comparado com o actual sistema baseado na incineração e na recolha de recicláveis nos ecopontos, é apresentado na Tabela 1. O custo líquido do sistema de recolha “Secos e Húmidos” é muito mais baixo do que o actual sistema de gestão dos resíduos sólidos urbanos baseados na incineração e recolha de recicláveis nos ecopontos. O custo líquido do sistema “Secos e Húmidos” é de 36 euros por tonelada, contra 143 euros para o caso do sistema em vigor. De acordo com estas estimativas, um sistema de recolha “Secos e Húmidos” em São Vicente pouparia 107 euros por cada tonelada de resíduos gerida, ou um total de 214.344 euros por ano, com a vantagem adicional de proporcionar a criação de postos de trabalho e investimento no próprio concelho.

### **Discussão**

Apesar das suas limitações, nomeadamente a curta duração e o pequeno número de famílias envolvidas, o programa piloto “Reciclar é Mais Fácil” revela que um sistema de recolha de resíduos baseado no modelo “Secos e Húmidos” possui um elevado potencial no aumento das taxas de reciclagem. As estimativas custo-benefício revelam também que o sistema “Secos e Húmidos” é altamente competitivo em relação ao



sistema actualmente implementado no concelho de São Vicente. Apesar de ambos os sistemas possuírem custos similares, as receitas mais elevadas provenientes da venda dos materiais para reciclagem recolhidos no sistema “Secos e Húmidos” permitem um custo por tonelada relativamente baixo, quatro vezes mais barato do que a aposta na recolha de resíduos indiferenciados para incineração e em ecopontos para reciclagem. Para além dos benefícios ambientais, a diferença de 107 euros por tonelada significa, sozinha, uma vantagem mais do que suficiente para justificar futuros investimentos em sistemas de recolha de resíduos sólidos urbanos baseados num modelo “Secos e Húmidos”. Os excelentes resultados obtidos no programa “Reciclar é Mais Fácil”, tendo sido desenvolvido numa zona rural marcada por uma população envelhecida com baixos níveis de escolaridade, revela que a recolha de resíduos pelo sistema “Secos e Húmidos” é fácil de utilizar por parte dos cidadãos.

Em regiões como a Madeira, onde existe uma moderna estação de triagem para resíduos de embalagem que pode ser facilmente adaptada às novas necessidades, um sistema de recolha selectiva por “Secos e Húmidos” pode ser implementado com custos por tonelada ainda mais baixos do que os estimados para o concelho de São Vicente, alcançando elevadas taxas de recuperação de materiais para reciclagem. Por outro lado, o sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos na Madeira possui uma estação de compostagem que não tem sido utilizada na sua plena capacidade pelo que poderá receber boa parte dos resíduos orgânicos recolhidos na fracção “Húmidos”, depois de lhe ser removido os resíduos de embalagem que neles viessem incluídos.

Um projecto piloto de vermicompostagem com resíduos sólidos urbanos indiferenciados tem sido desenvolvido pela empresa portuguesa Lavoisier – Gestão e Valorização de Resíduos, Lda. no norte de Portugal, na Região do Vale do Ave. Esta instalação de vermicompostagem possibilita, nos resíduos indiferenciados, a recuperação da maior parte do vidro, metal, e plásticos de embalagens uma vez que as minhocas limpam estes materiais dos contaminantes orgânicos. Um sistema de recolha “Secos e Húmidos”, com a fracção “Húmidos” a ser tratada através deste sistema inovador de vermicompostagem, iria aumentar muito as taxas de reciclagem e de compostagem numa região como a Madeira. Os contaminantes químicos da fracção “Húmidos”, que poderiam prejudicar a qualidade do composto produzido, podem ser minimizados com



uma recolha mensal de alguns resíduos e embalagens de produtos perigosos de origem doméstica como tintas, vernizes, óleos minerais e lâmpadas fluorescentes.

Apesar de não ter sido implementado no programa “Reciclar é Mais Fácil”, a melhor abordagem para explorar de forma óptima as potencialidade do sistema “Secos e Húmidos” é através da adopção de uma recolha de dois mais um, em que a fracção “Secos” reúne os recicláveis, a “Húmidos” os orgânicos e mais uma, com uma periodicidade esparsa, para resíduos perigosos e refugo. A fracção “Secos” pode ser tríada para reciclagem, a fracção “Húmidos” tratada numa estação de compostagem e o refugo incinerado ou depositado em aterro.

### **Conclusão**

De acordo com os resultados deste programa piloto, a implementação de sistemas de recolha “Secos e Húmidos” é da maior importância para o aumento das taxas de reciclagem, incluindo a compostagem dos orgânicos. Com a fracção “Húmidos” a ser gerida através de um processo mecânico e biológico com vermicompostagem, em conjunto com uma estação de triagem para a fracção “Secos”, este sistema de recolha selectiva é capaz de alcançar valores elevados de reciclagem.

A abordagem “Secos e Húmidos” pode ser da maior importância para regiões e países europeus que têm revelado dificuldades em alcançar as metas de reciclagem para os resíduos de embalagens. Para além disso, com a utilização de veículos de recolha dotados com dois compartimentos, esta estratégia permite a recolha quase total dos resíduos com recurso a apenas uma viagem, evitando os custos de implementação de múltiplos circuitos para a recolha dos indiferenciados e dos vários materiais para reciclagem.

### **Agradecimentos:**

Este trabalho teve apoio logístico da Câmara Municipal de São Vicente e da Junta de Freguesia da Boaventura assim como consultoria por parte da Quercus- Associação Nacional de Conservação da Natureza. Agradeço ainda a disponibilização de dados sobre os resíduos recolhidos e reciclados na Madeira por parte da Valor Ambiente.



## Bibliografia

Bogner, J., Abdelrafie Ahmed, M., Diaz C., Faaij, A., Gao Q., Hashimoto S., Mareckova K., Pipatti R., Zhang T., 2007. Waste Management. In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Metz B., Davidson O.R., Bosch P.R., Dave R., Meyer L.A. (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

EUROSTAT, 2008. Energy, Transport and Environmental Indicators. European Communities edition. Luxembourg.

EPA, 2007. Municipal Solid Waste Generation, Recycling, and Disposal in the United States: Facts and Figures for 2006. United States Environmental Protection Agency Edition, Washington.

Garcês C., Lafuente A., Pedraja M., Riviera P., 2002. Urban Waste Recycling Behaviour: Antecedents of Participation in a Selective Collection Program. Environmental Management Vol. 30, No. 3, pp. 378–390.

Gelabert E.C., 2003. The successful separate collection experiences in Catalonia. The Door to Door collection. 15<sup>th</sup> International ECN Workshop: The Future of Source Separation of Organic Waste in Europe. Barcelona, Spain.

IRAR, 2008. Relatório Anual do Sector de Águas e Resíduos em Portugal. Vol. 1. Edição Instituto Regulador de Águas e Resíduos. Lisboa.

IRAR e APA, 2008. Relatório de Acompanhamento 2007 do Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos 2007-2016. Edição: Instituto Regulador de Águas e Resíduos, Agência Portuguesa do Ambiente.

Iriarte A., Gabarrell X., Rieradevall J., 2009. LCA of selective waste collection systems in dense urban areas. Waste Management 29: 903–914.

Jamelske E. and Wessling S. (2005). Assessing the support for the switch to automated collection of solid waste with single stream recycling in Madison, Wisconsin. Public Works Management & Policy, 10 (2): 101-118.





## 16º Congresso da APDR

Universidade da Madeira, Funchal

Colégio dos Jesuítas, 8 a 10 Julho 2010

Lease K., Anthony R. and Seldman N., 2002. Zero Waste: Replacing waste management with discards management in the Hong Kong Special Administrative Region. Greenpeace China Report.

Otten L., 2001. Wet-dry composting of organic municipal solid waste: current status in Canada. *Can. J. Civ. Eng.* 28(S1): 124–130.

SPV, 2007. Caracterização dos Sistemas Municipais Aderentes ao Sistema Ponto Verde, Portugal.

Skumatz, L. A. (2004). *Single stream recycling: Total cost analysis* [Prepared for The American Forest and Paper Association]. Available at [www.serainc.com](http://www.serainc.com) and [www.afandpa.org](http://www.afandpa.org).

Wackernagel, M. and William, R., 1996. *Our Ecological Footprint*. New Society Press.

Watson T., 1991. The latest European import: Wet dry collection systems. *Resource Recycling* April 1991: pp 19 – 23.

WWF, 2008. *Living Planet 2008 report*. WWF Edition. Switzerland.

Zhuang Y., Wu S-W., Wang Y-L., Wu W-X., Chen Y-X. (2008) Source separation of household waste: A case study in China. *Waste Management* 28: 2022–2030.

Tabela 1. Estimativa custo-benefício anual para um sistema de recolha de resíduos “Secos e Húmidos” no município de São Vicente, em comparação com o sistema em uso baseado na incineração e ecopontos.

Para mais detalhes ver a secção estimativas custo-benefício.

	<b>Secos e Húmidos</b> (2.001 ton/ano)	<b>Incineração e Ecopontos</b> (2.001 ton/ano)
	Custos	Custos
Sensibilização	-15.000 €	-3.000 €
Recolha e transporte	-160.080 €	-160.080 €
Triagem manual	-130.000 €	0
Incineração	-24.816 €	-147.774 €
Compostagem	-14.150 €	0
Sub-total	-344.046 €	- 310.854 €
	Proveitos	Proveitos
Papel/Cartão	+70.621 €	+9.055 €



# 16º Congresso da APDR

Universidade da Madeira, Funchal

Colégio dos Jesuítas, 8 a 10 Julho 2010

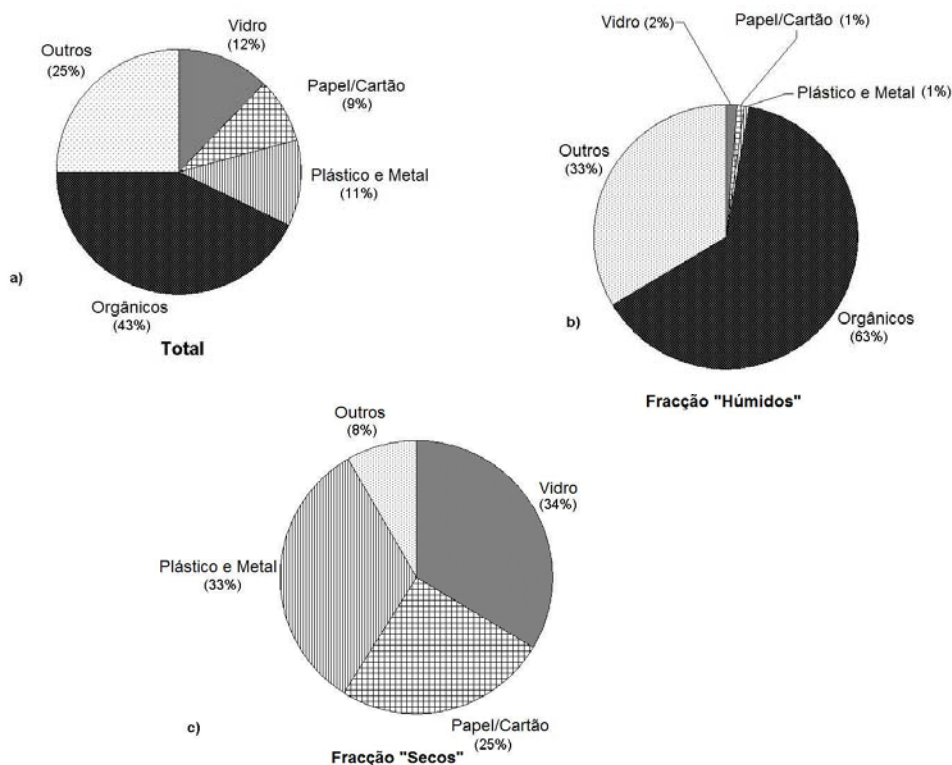
Plástico/Metal	+192.780 €	+8.327 €
Vidro	+9.422 €	+7.905 €
Sub-total	+272.823 €	+25.287
<b>Custo Líquido</b>	<b>-71.223 €</b>	<b>-285.567 €</b>
<b>Custo Líquido por tonelada</b>	<b>-36 €</b>	<b>-143 €</b>

## LEGENDA DAS FIGURAS

**Figura 1.** Composição dos resíduos no programa piloto “Reciclar é Mais Fácil”: a) total; b) fracção “Secos”; c) fracção “Húmidos”. A categoria “Outros” inclui, na fracção “Secos”, principalmente fraldas e, na fracção “Húmidos”, pilhas, roupa, sapatos, pequenos equipamentos eléctricos, cortiça, madeira, medicamentos e guarda-chuvas.

**Figura 2.** Taxas de reciclagem, por material, obtidas no programa piloto “Reciclar é Mais Fácil” em comparação com os valores alcançados em Portugal e na Madeira. As taxas de reciclagem em Portugal e na Madeira foram calculadas tendo em conta a quantidade de cada material reciclado e a respectiva produção total estimada de acordo com a composição física dos resíduos em Portugal, dados de 2007 (IRAR, 2008).

**FIGURA 1**



**FIGURA 2**

