



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Ciências Sociais e Humanas

Resíduos Sólidos Urbanos e Geração de Eletricidade na Europa

Carlos Miguel Ferreira Valério

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Economia
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor José Alberto Serra Ferreira Rodrigues Fuinhas

Covilhã, Junho de 2015

Agradecimentos

A elaboração desta dissertação não seria possível sem o envolvimento de algumas pessoas, pelo que não posso deixar de destacar o apoio que obtive. Agradeço à minha família, em especial aos meus pais, irmãos e namorada por todo o apoio, paciência, tempo e entusiasmo transmitido ao longo de todo o processo. Agradeço ao meu orientador, Professor Doutor José Alberto Fuinhas, pela dedicação, prontidão, disponibilidade, ensinamentos e paciência apresentada ao longo da investigação. Agradeço ao Professor Doutor António Marques, pela receptividade e disponibilidade que sempre apresentou, tendo sido essencial no estímulo para elaboração desta dissertação na área da Economia da Energia. Agradeço ainda a todos os meus amigos que contribuíram para a realização do meu trabalho pela motivação e lealdade apresentada nos momentos de maior dificuldade.

Resumo

Com base na sustentabilidade da Economia, são analisadas as implementações de novas estratégias para a gestão de resíduos sólidos urbanos. Foram testados os determinantes na produção de energia elétrica proveniente dos Resíduos Sólidos Urbanos considerando um painel de dados para 11 países da União Europeia num horizonte temporal de 2000 a 2012. Foi detetada a presença de autocorrelação, correlação contemporânea e heterocedasticidade. Foi utilizado o estimador Driscoll e Kraay que é robusto aos fenómenos anteriores. Foi detetado um efeito negativo das despesas em proteção ambiental e das políticas adotadas para o incentivo às energias renováveis na produção de energia elétrica proveniente dos Resíduos Sólidos Urbanos, o que denota que as mesmas têm sido ineficientes. Constatou-se ainda que, o incremento produção de Resíduos Sólidos Urbanos e o seu tratamento contribui para uma maior geração de eletricidade.

Palavras-chave

Resíduos Sólidos Urbanos; Energias Renováveis; Energia Elétrica; Curva de Kuznets

Abstract

Based on the sustainability of the economy, the implementation of new strategies for the management of municipal solid waste are analyzed. The determinants in the production of electrical energy were tested from municipal solid waste considering a panel data for 11 European Union countries over a time horizon from 2000 to 2012. It was detected the presence of autocorrelation, cross section dependence and heteroscedasticity. Was used the Driscoll and Kraay estimator that is robust to the previous phenomena. It was detected a negative effect on expenditure on environmental protection and policies adopted to encourage renewable energies in the production of electrical energy from municipal solid waste, which indicates that they have been ineffective. It was also found that the increased production of municipal solid waste and its treatment contributes to increased electricity generation.

Keywords

Municipal Solid Waste; Renewable Energy; Electric Energy; Kuznets Curve

Índice

1- Introdução	1
2- Debate acerca dos Resíduos Sólidos Urbanos	4
3- Dados, metodologia e modelos	7
3.1. Dados	7
3.2- Metodologia utilizada e apresentação dos Modelos.....	10
4- Resultados	13
5- Discussão e Principais Conclusões.....	16
Referências Bibliográficas	18

Lista de Figuras

Figura 1- Abordagens no tratamento de resíduos sólidos Urbanos	2
--	---

Lista de Tabelas

Tabela 1- Variáveis e Fontes	9
Tabela 2 - Estatísticas Descritivas.....	10
Tabela 3- Matriz de Correlações.....	12
Tabela 4- Variância do Fator de Inflação.....	12
Tabela 5- Teste de Hausman.....	13
Tabela 6- Correlação Contemporânea.....	14
Tabela 7 - Teste Wald Modificado.....	14
Tabela 8- Teste de Wooldridge.....	14
Tabela 9- Estimação dos Modelos.....	15

Lista de Acrónimos

RSU- Resíduos Sólidos Urbanos

GRSU- Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos

CO₂- Dióxido de carbono

EU- União europeia

FE- Efeitos Fixos

RE- Efeitos Aleatórios

OLS- Ordinary Least Squares

GDPz- Produto Interno Bruto *per capita*

TWh- Terawatts

RS- Resíduos Sólidos

VIF- Variance Inflation Factor

STATA- Data Analysis and Statistical Software

KCA- Curva ambiental de Cuznets

1-Introdução

Atualmente, verificamos que a quantidade gerada de resíduos sólidos urbanos (RSU) é um fator que os decisores políticos e a sociedade em geral abordam com alguma preocupação. Os RSU derivam da atividade humana e é caracterizada pelos efeitos negativos que podem causar no meio ambiente e na sociedade quando não são devidamente tratados. Os padrões de consumo implementados na sociedade, bem como o aumento dos produtos embalados, principalmente nos grandes centros urbanos, fomentou um aumento dos RSU, para o qual os decisores políticos têm o desafio de reduzir os seus efeitos (Unstat, United Nations Statistical Division, 2007). Uma adequada gestão dos resíduos sólidos urbanos, não só na Europa mas em todo o Mundo, permite reduzir os efeitos negativos causados no meio ambiente, equilibrar as alterações climáticas e aumentar o nível da saúde pública (Marshall & Farahbakhsh, 2013).

No início do presente milénio, no mundo foram produzidos cerca de 190 milhões de toneladas de RSU por ano, dos quais cerca de 60% foram queimados em mais de 800 centrais para gerar eletricidade e vapor para aquecimento (Stengler, 2005). A Europa, contava com cerca de 400 centrais em funcionamento para gerar energia proveniente dos mais de 50 milhões de toneladas de RSU recorrendo aos processos de combustão e de digestão anaeróbica (Stengler, 2005).

Entre os anos 2011 e 2013 estima-se que foram produzidos 2 biliões de Toneladas de RSU (Amoo e Fagbenle, 2013). Devido à rápida urbanização, à industrialização dos países e ao crescimento populacional, as quantidades de resíduos gerados têm aumentado ano após ano, estando projetado que o valor ascenda as 9.5 biliões de toneladas de RSU em 2050 (FAO, 2009). A adoção de sistemas tecnológicos ambientalmente sustentáveis, tais como: a eficiência energética, a conservação florestal, a reflorestação ou a conservação de água, são alguns dos processos mais eficazes para lidar com as alterações climáticas (Masui et al., 2006).

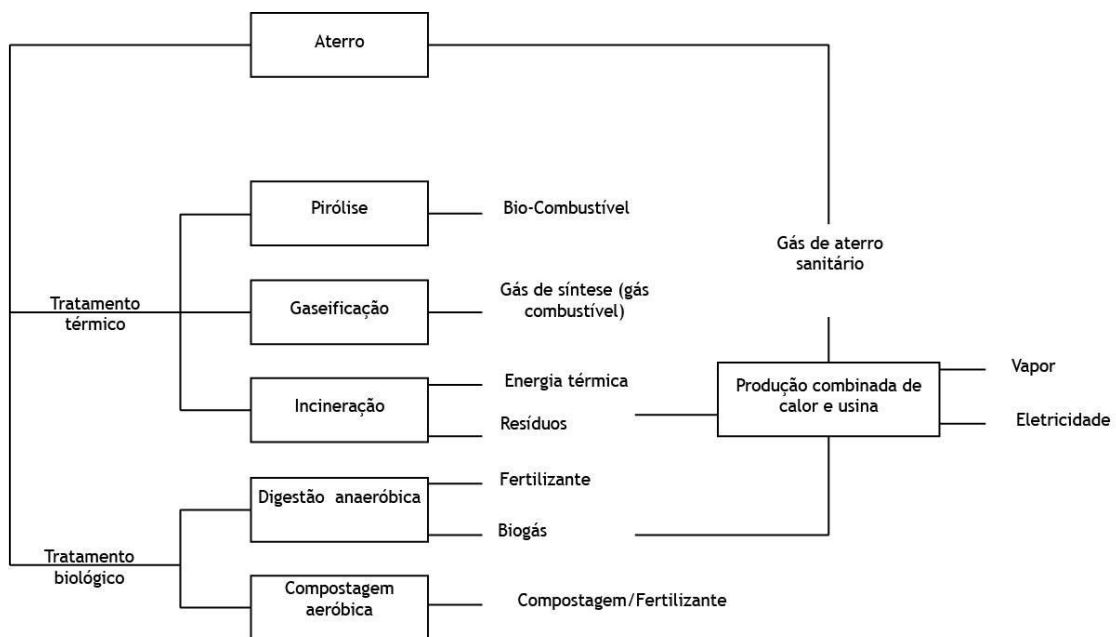
O crescimento económico tem um impacto direto nas emissões de CO₂ de cada país. A literatura sugere que a relação entre o crescimento económico e as emissões de CO₂ é influenciada pela eficiência energética, pela promoção das energias renováveis e pela estrutura dos sectores produtivos de cada país (Ibrahim e Law, 2014; Cowan et al., 2014).

É nos países desenvolvidos que se observam as técnicas mais sofisticadas respeitantes a uma adequada gestão e aproveitamento dos resíduos sólidos urbanos, onde são considerados

recursos a incluir na riqueza de um país. Em contrapartida, nos países em desenvolvimento, a produção de eletricidade proveniente dos RSU é inexplorada, e existem elevadas quantidades de resíduos sólidos urbanos produzidos que não sofrem uma adequada gestão, o que acaba por se tornar um problema para a sociedade.

Os resíduos sólidos urbanos são basicamente tratados de três formas distintas: tratamento térmico, tratamento biológico ou através da decomposição (Chua et al., 2011). Recorrendo ao tratamento térmico é possível reduzir o volume de RSU através da combustão e obter biocombustíveis. Por outro lado, o tratamento biológico dos RSU é um método menos prejudicial ao ambiente, uma vez que neste método, a eliminação dos resíduos é baseado na decomposição enzimática de matéria orgânica por ação microbiana para produzir metano (CH₄) ou álcool. A matéria orgânica, proveniente tanto do tratamento biológico como do tratamento térmico, é depositada em aterros para se dar a decomposição. As possíveis abordagens no tratamento de resíduos sólidos urbanos são ilustrados na Fig. 1.

Fig.1 - Abordagens no tratamento de resíduos sólidos Urbanos.



Nota: Ilustração inspirada em Tan et al., 2014

O aproveitamento dos resíduos para a geração de eletricidade é considerada uma alternativa promissora, para a Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (GRSU). A energia pode ser gerada a partir de resíduos biodegradáveis e não-biodegradáveis ou, através de processos bioquímicos e térmicos (Johri et al., 2011). Os métodos mais comuns para a geração de energia recorrendo aos RSU é a incineração e o sistema de recuperação de gás proveniente do aterro sanitário. A incineração de resíduos é utilizada para os resíduos não biodegradáveis com baixo teor de humidade. A incineração dos resíduos dissipa a degradação de recursos valiosos, como o meio ambiente e evita a geração de gás metano (CH₄) do aterro. Estes sistemas já estão

implementados em países desenvolvidos como o Japão, a Alemanha, a Suécia a Holanda, Dinamarca e Reino Unido. No entanto, ainda é um processo em desenvolvimento para países como a Malásia (Taparugssanagorn et al., 2007).

A nível industrial, a discussão sobre os efeitos da política ambiental na competitividade empresarial estabelece-se na existência de um trade-off entre um bom desempenho ambiental e um bom desempenho competitivo. Uma que defende a proteção ambiental impõe um custo de competitividade. Outra que argumenta que uma regulamentação ambiental rigorosa estimula a inovação tecnológica e uma competitividade sustentada das empresas e a emergência e afirmação de novas iniciativas empresariais sustentadas na tecnologia e ativos ambientais. O objetivo deste trabalho é a apresentação de considerações abrangentes na geração de energia recorrendo aos RSU em países Europeus, fornecendo uma visão geral das políticas implementadas para o desenvolvimento de energia mais limpa e mais sustentável, contribuindo para uma correta eliminação dos resíduos de cada país.

O estudo está estruturado da seguinte forma: o próximo capítulo apresenta um debate acerca dos resíduos sólidos urbanos, onde se pretende analisar a relevância dos RSU na produção de energia elétrica, os benefícios para o meio ambiente, e a sua influência na economia. No capítulo 3, são apresentados dos dados, os modelos e as metodologias utilizadas. No capítulo 4, serão apresentados os resultados dos modelos adotados. O capítulo 5 suporta a análise e discussão dos resultados, e procede às conclusões.

2- Debate acerca dos Resíduos Sólidos Urbanos

Os decisores políticos, as empresas e a sociedade em geral, tem-se confrontado com uma questão que coloca em risco a saúde pública e a sobrevivência de alguns seres vivos. Trata-se então das alterações climáticas que se tem verificado, fruto da poluição atmosférica e degradação ambiental também elas provocadas por uma deficiente Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos. O crescimento da população nos centros urbanos, o desenvolvimento tecnológico e a alteração dos padrões de consumo por parte da sociedade tem como consequência o aumento de resíduos, impactos adversos no ambiente e na saúde pública, propagação de doenças, emissão de maus odores, produção de gases tóxicos, poluição dos solos bem como das águas (Islam, 2008; Thanh et al., 2010; Edjabou et al., 2012). Uma resposta ao problema passa por desenvolver fontes de energia renováveis com o propósito de reduzir os gases de efeito de estufa (Zahedi, 2011). Para isso, torna-se indispensável os países beneficiarem, recorrendo a incentivos e ou subsídios, a investimentos em energias alternativas (Marques e Fuinhas, 2012).

A preocupação no desenvolvimento de energias renováveis é evidente, e na Europa estabeleceu-se que 20% do consumo elétrico até 2020 provenha de fontes de energia renováveis (Martinot, 2012). Foram estabelecidas medidas para colmatar as alterações climáticas como o protocolo de Kyoto, as deliberações de Copenhaga em 2009 e a Diretiva dos Aterros na União Europeia, estimulando assim o desenvolvimento de tecnologias para a geração de eletricidade recorrendo a fontes renováveis (Arena, 2012).

Fontes de energia renováveis como a energia eólica e a energia solar apresentam algumas limitações para o sistema de abastecimento energético (Sørensen, 2009). Devido à natureza intermitente e incontrolável da energia eólica torna-se um desafio a sua integração no sistema elétrico, podendo ter impactos negativos no bom funcionamento da rede de abastecimento (Albadi e El-Saadany, 2010; Smith, et al., 2007; Parsosn, et al., 2004). Ainda assim, a energia solar também apresenta algumas limitações para o sistema. A radiação solar diurna é praticamente nula e durante o dia é afetada pela cobertura das nuvens e de turbidez do ar (Sørensen, 2009).

Alça-se então uma alternativa capaz de responder às preocupações da sociedade recorrendo aos RSU. Consegue-se eliminar os RSU através do aproveitamento destes resíduos para obtenção de energia elétrica, o que contribui ainda assim para o desenvolvimento ambiental e económico de um país (Münster e Meibom, 2011). Obter energia elétrica recorrendo aos RSU elimina também o problema da intermitência ao contrário de outras fontes de energias

renováveis convencionais (Noor et al., 2013). Os RSU são canalizados para gerar energia através de resíduos tanto pela combustão (incineração/ combustão, gaseificação e pirólise), ou pela produção de combustíveis líquidos, sob a forma de hidrogénio, metano entre outros combustíveis sintéticos (Cheng e Hu, 2010 e Ryu, 2010). Consegue-se assim, maximizar a eficiência energética com a produção combinada de eletricidade e calor (Ryu, 2010).

Com o objetivo de reduzir os danos ambientais causados pelo aquecimento global, resultado da queima dos combustíveis fósseis, e promover os meios para uma eficaz gestão dos RSU, as incinerações e aterros sanitários para a geração de energia elétrica tem estado em destaque nos últimos anos (Arena et al., 2003; Rada et al., 2009). Em estudos anteriores, foi considerado que as tecnologias associadas à gestão de resíduos sólidos urbanos (GRSU), são uma fonte promissora para a geração de eletricidade e conseqüentemente observou-se uma diminuição significativa nas emissões dos gases efeito de estufa (e.g. Otoma et al., 1997; Weitz et al., 2002; Kaplan et al., 2009; Cherubini et al., 2009; Zsigraiová et al., 2009; Cheng e Hu, 2010). Contudo, uma GRSU sustentável, destaca o fator humano para além dos aspetos tecnológicos e institucionais no planeamento e na operação nos serviços de gestão de resíduos sólidos (Caniato et al., 2014).

Quando os RSU são submetidos à compostão, incineração, aterro controlado, gaseificação, etc., são opções viáveis uma vez que o volume de resíduos gerados é reduzido, através do respetivo método de tratamento, e há aproveitamento energético (Boyle, 1989; Johmke, 2000; Ionescu et al., 2011; Ionescu e Roda 2012). O tratamento de RSU utilizando métodos como a incineração, além da necessidade de minimizar o impacto negativo no local causado, são produzidas cinzas provenientes dos materiais combustíveis, que podem ser transformados em produtos de valor agregado (Cocarta et al., 2009; Ragazzi e Rada, 2012). A eficaz gestão dos resíduos sólidos urbanos pode ficar comprometida quando existe um aglomerado populacional, e conseqüentemente um acréscimo significativo na produção de RSU, fruto dos padrões de consumo da sociedade, e não são implementadas medidas e políticas capazes de minimizar as suas conseqüências.

A China é o maior produtor de RSU do mundo, e a capacidade de eliminação dos resíduos torna-se um problema que apenas se resolve com uma adequada gestão dos RSU e com implementação de políticas no setor (Xudong et al., 2010). Ainda assim, Münster e Meibom (2011), tendo em consideração outros grandes produtores de RSU como a Alemanha, consideram que os RSU no futuro, irão incorporar com maior impacto o sistema de abastecimento energético dos países com elevado crescimento económico. Na maioria dos países em desenvolvimento, devido à falta de meios, a prática de uma adequada gestão dos RSU é quase inexistente, não obstante com o fato de serem geradas grandes quantidades de RSU, o que constitui uma ameaça para o meio ambiente (Perkoulidis et al., 2011 e Pin-Jing,

2012). Ainda com as limitações humanas e tecnológicas sentidas nos países em desenvolvimento, a preocupação numa correta eliminação dos RSU é uma realidade cada vez mais visível (Kathirvale et al., 2003).

Subjacente ao desenvolvimento económico, há uma relação positiva com a procura de um ambiente mais limpo, e com isto uma maior proteção ambiental, uma reestruturação industrial e novos desenvolvimentos tecnológicos. A curva Ambiental de Kuznets (CKA) é uma ferramenta útil para representar a relação entre desenvolvimento económico e qualidade ambiental (Grossman e Krueger, 1991; Grossman e Kreuger, 1995 e Chowdhury e Moran, 2012). Enquanto é usual medir o desenvolvimento económico através de estatísticas como do PIB, a qualidade ambiental é medida através dos níveis de poluição do ar ou das águas. Contudo, a relação entre crescimento económico e a qualidade ambiental gera controvérsia. Destacam-se formas de representação da curva ambiental de Kuznets como um N invertido, o U invertido ou até mesmo uma relação linear, onde são consideradas as relações em diferentes fases do desenvolvimento económico e em diferentes escalas espaciais (Canas et al., 2003; Chowdhury e Moran, 2012). Contudo, é mais comum verificar a relação entre PIB *per capita* e os índices de poluição num U invertido dividido em três fases. A primeira fase, é assinalada pelo progresso de uma economia tradicional agrícola para uma economia industrializada, onde o crescimento económico implica uma maior pressão sobre o meio ambiente. A segunda fase é caracterizada pela troca de uma economia industrial relativamente rudimentares, improdutivas e poluentes para uma fase de maturação das técnicas e tecnologias nos processos produtivos. Por fim, a terceira fase, ocorre quando o crescimento económico não implica um aumento do nível de poluição (Grossman e Krueger, 1995; Shafik e Banyopadhyay, 1992 e Selden e Song, 1994).

Torna-se assim visível a preocupação, na literatura, na obtenção de energia mais limpa, diminuindo os efeitos negativos no ambiente, investindo assim no tratamento dos RSU visando o desenvolvimento sustentável de um país. Um avanço tecnológico para a correta gestão dos RSU promove a maximização da geração de energia a partir dos resíduos sólidos urbanos e torna-se uma alternativa promissora para a eliminação dos resíduos de um país.

3- Dados, metodologia e modelos

Neste tópico, serão identificadas as variáveis utilizadas, onde se procederá a uma descrição e análise das mesmas, tendo em conta a sua fonte. O objetivo é a utilização de uma correta metodologia para verificar quais os determinantes que influenciam a produção de eletricidade proveniente dos resíduos sólidos urbanos e apresentar os modelos utilizados. Por fim, será apresentada uma análise dos testes preliminares, dando lugar à discussão sobre a metodologia escolhida e considerações finais.

3.1. Dados

Tendo como base dados anuais em painel para onze países da UE com um horizonte temporal de 12 anos (2000 a 2011), o presente estudo tem como finalidade verificar quais os determinantes e de que forma eles interagem para a produção de eletricidade a partir dos resíduos sólidos urbanos renováveis e não renováveis. Como se trata de um assunto recente, foi incorporado no estudo todos os países da UE que integram e/ou divulgam dados referentes à sua atividade no setor. Com os países englobados: Bélgica, Alemanha, Espanha, França, Itália, Hungria, Áustria, Portugal, Eslováquia, Finlândia e Reino Unido, é pretendido realizar uma análise empírica de forma a estimar quais os efeitos das variáveis independentes sobre a variável dependente: logaritmo natural da eletricidade bruta gerada através de resíduos sólidos urbanos renováveis e não renováveis *per capita* (LPERSZ).

A análise econométrica foi obtida recorrendo ao programa econométrico STATA 13. De seguida serão apresentadas as variáveis recolhidas, que vão de encontro com a literatura existente, de modo a poder explicar a variável dependente (LPERSZ).

- **pers:** Variável que expressa a produção de eletricidade bruta gerada através de resíduos sólidos urbanos renováveis e não renováveis. Para a formação da variável procedeu-se à soma da variável produção eletricidade bruta gerada através dos resíduos sólidos urbanos renováveis (per) e da variável eletricidade bruta gerada através dos resíduos sólidos urbanos não renováveis (penr). A unidade de medida da variável é terawatts. Esta incorpora as centrais de produção de energia elétrica a partir de RSU, as centrais de produção de energia elétrica a partir de RSU para abastecimento próprio (auto produção), as centrais elétricas de cogeração, ou seja, produção combinada de calor e eletricidade e ainda as centrais elétricas de cogeração para abastecimento próprio.

- **gdpz:** Representa o Produto Interno Bruto *per capita*. Apresenta, em valores monetários, todas as transações de bens e serviços produzidos num ano em cada um dos países em estudo, que ao ser dividido pela respetiva população, se traduz num

valor médio *per capita*. É calculado sem fazer deduções para depreciação de ativos acabadas ou por exaustão e degradação dos recursos naturais. Os dados estão em dólares/1000 correntes dos EUA.

- **cfe**: Indicador da carga fiscal implícita sobre a energia. É definido como a relação existente entre as receitas fiscais de energia e o seu consumo final, para um horizonte temporal de um ano civil. As receitas fiscais de energia apresentam-se em euros deflacionados, sendo que o consumo é expresso em tep (toneladas equivalentes de petróleo).

- **dpa**: Traduz-se nas despesas em proteção ambiental. Nesta variável, medida em milhões de euros, estão incorporadas todas as atividades de prevenção, redução e eliminação de poluição, como qualquer outra degradação do meio ambiente. As despesas em proteção ambiental, incorporam ainda a gestão de águas residuais, gestão de resíduos, proteção da qualidade do ar e do clima, proteção e recuperação dos solos, águas subterrâneas, ruído e vibrações, proteção da biodiversidade e da paisagem, proteção contra a radiação, bem como outras atividades de carácter ambiental. Para esta variável, foi considerado o total das despesas, os investimentos totais, investimentos no tratamento da poluição, os investimentos de prevenção da poluição, a despesa corrente total, a despesa corrente interna, subsídios / transferências e receitas.

- **coz**: Representa as emissões de dióxido de carbono emitidas por habitante em cada ano. Os dados encontram-se medidos em milhões de toneladas de dióxido de carbono.

- **piie**: Incorpora o número de políticas de incentivo ao investimento em energias renováveis, em vigor em cada ano para cada um dos países em estudo.

- **ttr**: representa o tratamento total de resíduos *per capita*. A variável incorpora a quantidade de resíduos sólidos urbanos produzidos e tratados num ano em milhões de toneladas. Integram resíduos sólidos tais como: papel, cartão e produtos de papel, plástico, vidro, metais, alimentos, resíduos de jardim, têxteis e resíduos volumosos (móveis, colchões, etc.). São excluídos os resíduos provenientes da rede de esgoto municipal e tratamento, bem como resíduos provenientes de construções e demolições.

- **pwpwn**: produção de resíduos sólidos urbanos renováveis e não renováveis. Para a obtenção da variável, procedeu-se ao somatório da produção de resíduos renováveis

(pwpw) com a produção de resíduos não renováveis (pwpn) por ano em milhões de toneladas, para cada um dos países em estudo.

Na tabela 1 é apresentada as fontes referentes às variáveis em estudo.

Tabela 1- Variáveis e Fontes

Variável	Fonte
per	IEA- Agência Internacional de Energia e serviços de dados.
pern	IEA- Agência Internacional de Energia e serviços de dados.
gdpz	WordlBank- Indicadores de desenvolvimento
cfe	Eurostat- Estatísticas detalhadas de países da UE e países candidatos
dpa	Eurostat- Estatísticas detalhadas de países da UE e países candidatos
coz	BP Data Base- Revisão Estatística da Energia Mundial
piie	Mure II- Dados relativos a políticas e medidas de Eficiência Energética
ttr	Eurostat- Estatísticas detalhadas de países da UE e países candidatos
pwpw	IEA- Agência Internacional de Energia e serviços de dados.
pwpn	IEA- Agência Internacional de Energia e serviços de dados.

Na análise subsequente, quando aplicado o prefixo “l” à variável, esta representa o seu logaritmo natural, bem como o sufixo “z” representa a variável *per capita*. Para uma melhor compreensão das características das séries são apresentadas pormenorizadas as estatísticas descritivas das variáveis a utilizar na tabela 2.

Tabela 2- Estatísticas Descritivas

Vaiáveis	Obs	Média	Desvio padrão	Min	Max
lpersz	129	-10.36827	0.9584354	-12.24349	-8.933039
lpers	129	6.6232	1.432477	3.258096	9.160099
lgdpz	132	27.23549	1.607852	24.16295	30.95012
gdpz	132	276.3434	625.0825	3.117707	2763.544
lcfz	131	4.827133	0.4591112	3.524889	5.653226
ldpaz	128	-12.3234	1.242427	-14.60881	-10.12833
dpaz	128	9.14e-06	0.0000108	4.52e-07	0.0000399
coz	132	8.17e-06	3.21e-06	1.63e-06	0.0000155
lcoz	132	-11.8154	0.2026145	-11.89404	-11.0428
piie	132	0.8409091	1.017627	0	5
lttrz	132	-7.7717	0.4617189	-9.226134	-7.345939
lpwpwnz	131	-11.12915	0.9845828	-14.07886	-9.404219
lpwpwn	131	5.839509	1.360446	1.418761	8.503574

3.2- Metodologia utilizada e apresentação dos Modelos

O estudo empírico foi baseado numa análise cuidada de dados em painel constituída por várias observações seccionais (*crosssection*) ao longo de *t* períodos de tempo (*times-series*) para os países anteriormente descritos. Na estimação dos dados em painel, foi recorrido a vários métodos: (i) Mínimos quadrados Ordinários ou *Pooled* (OLS), onde os estimadores são independentes e identicamente distribuídos, desconsiderando a estrutura de dados em painel e a heterogeneidade individual (Johnston e Dinardo, 2001) e (ii) sobre a estrutura de dados em painel considerando Efeitos Fixos e Efeitos Aleatório De um modo genérico, quando um estudo incide numa estrutura de dados em painel, somos confrontados pelos efeitos específicos de cada país, uma vez que temos uma escolha entre modelos de efeitos fixos (FE) ou modelos de efeitos aleatórios (RE) (Baltagi, 2005). Nos modelos de efeitos fixos, os coeficientes variam no tempo ou entre o grupo, considerando que os coeficientes permanecem constantes e podem estar correlacionados com as variáveis explicativas. Nos modelos de efeitos aleatórios, é pressuposto que o comportamento específicos de cada país e dos períodos de tempo é desconhecido, ou seja, exploram as diferenças nos comportamentos do erro da variância.

No entanto, vão ser analisados tanto modelos FE como RE, podendo assim dar um amplo contributo no estudo da geração de eletricidade proveniente dos RSU. Seguidamente, são apresentadas as equações abordadas para apreciação dos modelos e testes a utilizar.

Modelo 1

$$l\text{pers}_{it} = \alpha_i + \beta_{i1}l\text{gdpz}_{it} + \beta_{i2}t\text{rend}_{it} + \beta_{i3}l\text{cfe}_{it} + \beta_{i4}l\text{dpa}_{it} + \beta_{i5}l\text{pwpwn}_{it} + \beta_{i6}l\text{coz}_{it} + \beta_{i7}p\text{ie}_{it} + \epsilon_{it} \quad (1)$$

Modelo 2

$$l\text{persz}_{it} = \alpha_i + \beta_{i1}l\text{pwpwnz}_{it} + \beta_{i2}l\text{coz}_{it} + \beta_{i3}t\text{rend}_{it} + \beta_{i4}g\text{dzc}_{it} + \beta_{i5}l\text{dpaz}_{it} + \beta_{i6}l\text{trz}_{it} + \epsilon_{it} \quad (2)$$

Modelo 3

$$l\text{persz}_{it} = \alpha_i + \beta_{i1}l\text{pwpwnz}_{it} + \beta_{i2}l\text{coz}_{it} + \beta_{i3}t\text{rend}_{it} + \beta_{i4}g\text{dzc}_{it} + \beta_{i5}l\text{dpaz}_{it} + \epsilon_{it} \quad (3)$$

Onde α representa a constante, β_i o estimador dos parâmetros e ϵ_i o termo erro. Como se irá observar, no modelo 1 será estudado utilizando uma estimação OLS. Nos modelos 2 e 3 será utilizada uma regressão de dados em painel. No modelo 2 os efeitos específicos considerados serão FE e no modelo 3, iremos analisar os efeitos específicos RE e FE.

Quando utilizadas múltiplas variáveis em simultâneo numa regressão, poderá existir multicolinearidade entre elas, isto é, diferentes variáveis independentes podem estar a partilhar a mesma informação sobre a variável dependente. Colinearidade conduz-nos a amplos intervalos de confiança, os coeficientes podem obter erros padrões muito elevados e as estimativas do impacto das variáveis independentes na dependente podem ser menos precisas. A colinearidade é testada pela variância do fator de inflação (teste VIF), sendo que são assumidas variáveis perfeitamente ortogonais com correlação nula (Fuinhas e Marques 2012; e Dormann et al., 2013). Seguidamente, é apresentada na tabela 3 a matriz de correlação e na tabela 4 estatísticas referentes ao teste VIF. Assim, é possível observar através da matriz de correlações bem como no teste VIF, o problema da colinearidade está controlado, apresentando as médias de 2.40, 2.22 e 1.86 para os Modelos 1, 2 e 3 respetivamente o que não condiciona a análise.

Tabela 3- Matriz de Correlações

Modelo 1	lgdpz	lcfé	ldpa	lpwpwn	lcoz	piie
lgdpz	1.0000					
lcfé	0.1730	1.0000				
ldpa	0.1207	-0.4915	1.0000			
lpwpwn	-0.3976	-0.7098	-0.0224	1.0000		
lcoz	0.3442	0.6761	-0.2985	-0.5374	1.0000	
piie	-0.2113	-0.2802	0.1679	0.2037	-0.3832	1.0000

Modelo 2	lcoz	gdpz	ldpaz	lttrz
lcoz	1.0000			
gdpz	0.2527	1.0000		
ldpaz	-0.4096	0.0051	1.0000	
lttrz	-0.7879	-0.2362	0.0718	1.0000

Modelo 3	lpwpwnz	coz	gdpz	ldpaz
lpwpwnz	1.0000			
coz	-0.6231	1.0000		
gdpz	0.1770	0.0469	1.0000	
ldpaz	-0.2426	-0.2806	-0.0673	1.0000

Tabela 4- Variância do Fator de Inflação (VIF)

	Variável Dependente: Modelo 1 lpers; Modelo 2 e 3 lpersz		
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
lgdpz	1.36		
gdpz		1.1	1.10
lcfé	5.08		
ldpaz		1.53	1.60
ldpa	2.10		
coz			2.60
lcoz	2.19	4.09	
piie	1.23		
lttrz		3.30	
lpwpwnz			2.70
lpwpwn	3.62		
trend	1.25	1.07	1.30
Média VIF	2.40	2.22	1.86

4- Resultados

Estudos com dados em painel são muitas vezes confrontados com estruturas e erros complexos da qual requer uma análise cuidada. Inicialmente foi recorrido ao teste de Hausman para verificar qual o efeito específico mais adequado a cada modelo: (i) Modelo com efeitos fixos ou (ii) Modelo com Efeitos Aleatórios. Os resultados são apresentados na tabela 5, onde é considerada a hipótese nula: diferenças nos coeficientes não são sistemáticas, ou seja, os Efeitos Aleatórios são apropriados.

Tabela 5- Teste de Hausman

Modelo	chi2
Modelo 1	25.74***
Modelo 2	36.93***
Modelo 3	0.04

Legenda:*** corresponde aos níveis de significância de 1%.

Os resultados obtidos são estatisticamente significantes tanto para o modelo 1 como para o modelo 2, na qual rejeitamos a hipótese nula, ou seja, nestes modelos é apropriado considerar efeitos fixos. No modelo 3 as estatísticas obtidas não são significantes. Isto sugere que os efeitos individuais não observáveis não estão correlacionadas com as variáveis explicativas, tratando-se assim de um modelo de efeitos aleatórios. Como no modelo 3, considerando o teste de Hausman, é um modelo com Efeitos Aleatórios, foi recorrido ao multiplicador de Lagrange para observar se a regressão OLS seria a mais adequada. Constatou-se a rejeição da hipótese nula: regressão OLS é apropriado, ou seja, a utilização de uma regressão OLS não é a mais apropriada para o modelo.

Como são estudados países que se regem por normas de energia Europeias, foi testado se existe a presença de correlação contemporânea. Para tal, foi aplicado o teste LM Breusch-Pagan, cumprindo o requisito $T > N$, onde se rejeita a hipótese nula: independência na secção transversal. Conforme os resultados da Tabela 6, é comprovada a correlação contemporânea.

Tabela 6- Correlação Contemporânea

	Efeitos Fixos
Modelo 1	80,536**
Modelo 2	34081***
Modelo 3	92,544***

Legenda:*** e ** corresponde aos níveis de significância de 1% e 5% respetivamente

De seguida, foi recorrido à estatística do teste Wald Modificado para estudar a heterocedasticidade, assumindo a distribuição X^2 e a hipótese nula de: $\sigma_i^2 = \sigma^2$ para $i = 1, \dots, N$, onde σ_i^2 é a variância do país i , (Greene, 2008; Baum, 2001). Os resultados são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7- Teste Wald Modificado

Modelo	FE
Modelo 1	248.71***
Modelo 2	242.63***
Modelo 3	176.59***

Legenda:*** corresponde aos níveis de significância de 1%.

Foi verificada a presença de heterocedasticidade em todos os modelos, rejeitando assim a hipótese nula: existe a presença de homocedasticidade. Através do teste de Wooldridge, com uma distribuição normal $N(0,1)$, considerando a hipótese nula de ausência de autocorrelação de primeira ordem (Wooldridge, 2002). A hipótese nula do teste de Wooldridge foi rejeitada onde os resultados obtidos estão expressos na Tabela 8.

Teste 8- Teste de Wooldridge

Modelo	F(1,10)
Modelo 1	13.479***
Modelo 2	18.292***
Modelo 3	16.132***

Legenda:*** corresponde aos níveis de significância de 1%.

Através da análise dos resultados, é verificada a presença de autocorrelação. Para eliminar os erros de autocorrelação precedeu-se à estimação de modelos de dados em painel. Como $T > N$ e se trata de um painel não balanceado, de acordo com a teoria econométrica, o estimador indicado é Driscoll e Kraay (DK). Este estimador é adequado para lidar com a presença de heterocedasticidade, com a presença de autocorrelação e com presença de correlação contemporânea, obtendo-se assim, estimativas mais eficientes. Na tabela 9, podemos observar os resultados das estimações: *pooled OLS* (I); regressão em painel considerando RE (III); e regressão em painel considerando FE (IV e V). O estimador Driscoll e Kraay é apresentado na regressão II, VI e VII respeitantes aos modelos 1, 2 e 3 respetivamente.

Tabela 9- Estimação dos Modelos

	OLS	OLS D-K	RE	FE		D-K	
	I (Modelo 1)	II (Modelo 1)	III (Modelo 3)	IV (Modelo 2)	V (Modelo 3)	VI (Modelo 2)	VII (Modelo 3)
lgdpz	0.07463***	0.07463***	-	-	-	-	-
gdpz	-	-	0.00022*	0.00037**	0.0035**	0.00037**	0.0035**
trend	0.02329***	0.02329***	0.04281***	0.05008***	0.04712***	0.05008***	0.04712***
lcfe	1.01384***	1.01384***	-	-	-	-	-
ldpaz	-	-	-0.18919***	-0.16162*	-0.23226***	-0.16162**	-0.23226***
ldpa	-0.18648***	-0.18648**	-	-	-	-	-
lcoz	0.310579***	0.310579***	-	0.94782***	-	0.94782**	-
coz	-	-	99062.06***	-	104110.16***	-	104110.16**
piee	-0.10742***	-0.1074194***	-	-	-	-	-
lttrz	-	-	-	0.86623***	-	0.86623***	-
lpwpwn	0.86078***	0.860778***	-	-	-	-	-
lpwpwnz	-	-	0.75327***	0.65720***	0.70200***	0.65720***	0.70200***
const	-0.81877	-0.81877	-5.46622***	-0.96362	-6.64644***	-0.96362	-6.646436***
Estatísticas Diagnósticas							
N	124	124	125	125	125	125	125
R2	0.96159	0.96159		0.83523	0.82322	0.8352	0.8232
R2_a	0.95928			0.81082	0.79889		
F	414.9142	14169.11		91.24517	101.5179	2468.025	6682.7449

Legenda:***, ** e * corresponde aos níveis de significância de 1%, 5% e 10% respectivamente

Na regressão II apresentada na tabela 9, quando utilizado o estimador D-K para a para o Modelo 1, esta é regredida com a extensão pool lag(2). Ao observarmos os resultados podemos verificar que não se verificam alterações nos sinais dos coeficientes estimados, não ocorrendo assim erros na especificação dos modelos.

5- Discussão e Principais Conclusões

O estudo incide num painel de dados respeitante a 11 países da UE para um horizonte temporal de 2000 a 2011. Foram analisados determinantes que detêm influencia na produção de energia elétrica recorrendo aos resíduos sólidos urbanos, e estimados modelos recorrendo a uma análise empírica considerando: i) efeitos fixos; ii) efeitos aleatórios; bem como iii) a regressão OLS (Pooled). Foi detetada a presença de autocorrelação, correlação contemporânea e heterocedasticidade. Nas regressões foi recorrido ao estimador D-K que é robusto à presença dos fenómenos mencionados.

Os resultados empíricos das diferentes estimações (tabela 9), revelam consistência nos sinais dos coeficientes, ainda que estes apresentem pequenas diferenças nos seus níveis de significância. As variáveis $gdpz$ e $lgdpz$ são estatisticamente significantes, e exercem um efeito positivo na produção de energia proveniente dos RSU. A influência do PIB na produção de energia elétrica também se verificou positiva significativa num estudo levado a cabo por Münster e Meibom, (2011) para a Alemanha e países nórdicos Europeus. Para as variáveis $gdpz$, coz e $piie$ uma variação absoluta provoca um aumento percentual na produção de energia elétrica proveniente dos RSU.

A carga fiscal implícita sobre a energia (cfe), é positiva e estatisticamente significativa. Verifica-se que quanto maior o consumo de eletricidade proveniente da rede elétrica, maior serão as receitas fiscais. As receitas que são concedidas pelos governos para proteção ambiental (dpa), bem como as políticas implementadas para elevar o investimento em energias renováveis ($piie$), revelam-se ineficientes e/ou desadequadas, observando-se em todas as regressões, um coeficiente negativo e significativo. Ainda assim, os agentes económicos reagem a estímulos e estes não são instantâneos, isto é, as políticas implementadas poderão ser eficientes e adequadas contudo as políticas precisam de um tempo de maturação para estimularem a economia. Os resultados empíricos para os 11 países da EU estão em linha com o avançado por Torretta, et al. (2013), isto é para os países convergirem para uma maior eficiência no tratamento dos seus resíduos ($lttrz$), é uma prioridade definir políticas capazes de incentivar e subsidiar as boas práticas tanto individuais como coletivas, no tratamento diário aos RSU, o que se traduzem num impacto ambiental favorável. A variável anterior apresenta-se no modelo 2, positiva e estatisticamente significativa a 1%.

O sinal obtido para as emissões de CO_2 ($lcoz$ e coz), são positivos e significantes para os 3 modelos. Como foi referenciado, existe uma preocupação acrescida com as emissões de CO_2

(e.g. Protocolo de Kyoto ou as deliberações de Copenhaga em 2009), contudo é inevitável que no tratamento de resíduos sólidos urbanos, estas emissões não estejam presentes, ainda que controladas. Conclui-se assim, que a gestão de resíduos sólidos supera um problema socio-ambiental para se tornar numa oportunidade de negócio onde os agentes económicos tendem a explorar nichos de mercado. A filosofia dos 3 R's (Reduzir, Reutilizar e Reciclar), foi pioneira para a implementação de uma nova estratégia de gestão em que os resíduos deixam de ser uma responsabilidade indesejável, para ser um dos recursos valiosos a considerar na riqueza de um país.

Em suma, atendendo aos resultados obtidos, verificamos que as despesas em proteção ambiental bem como as políticas adotadas para o incentivo nas energias renováveis são estatisticamente significativas e negativas, produzindo conseqüentemente um efeito negativo na produção de eletricidade recorrendo aos RSU. Podemos verificar que o CO₂ é estatisticamente significativo em todos os modelos, e provoca um efeito positivo na variável dependente. O PIB de cada país tem uma influência positiva e é estatisticamente significativa na produção de eletricidade proveniente dos RSU. Verificou-se também que a produção e o tratamento de resíduos provoca um efeito positivo na geração de eletricidade proveniente dos RSU.

Uma adequada gestão dos RSU torna-se num mercado apetecível onde: i) se atenta um ganho efetivo para os *players* (energia mais barata); ii) são salvaguardados os recursos não-renováveis; iii) gera investimento e conseqüentemente a geração de postos de trabalho, obtendo receitas para uma economia; iv) é resposta ao problema da intermitência causada por fontes de energias renováveis dependentes das condições climáticas como o Sol ou o vento; v) é ainda salvaguardo o meio ambiente. Os decisores políticos estão assim confrontados com a necessidade de reformular e/ou implementar políticas capazes e consciencializar a sociedade em geral para o benefício de uma correta gestão dos RSU.

O Mundo, mas em especial a Europa, está a convergir para numa maior eficiência no tratamento dos RSU. Assim sendo, para investigação futura é proposto o alargamento do estudo a todos os países Europeus, bem como a atualização temporal de dados. Como foi referenciado na literatura, uma adequada gestão dos RSU permite reduzir os efeitos negativos no ambiente e aumentar o nível de saúde pública. Os resultados sugerem que se deve investigar os efeitos de uma variável capaz de envolver o nível de saúde pública.

Referências Bibliográficas

- Albadi, M. H., & El-Saadany, E. F. (2010). Overview of wind power intermittency impacts on power systems. *Electric Power Systems Research*, 80(6), 627-632.
- Amoo, O.M., Fagbenle, R.L. (2013). Renewable municipal solid waste pathways for energy generation and sustainable development in the Nigerian context. *International Journal of Energy and Environmental Engineering* 2013 vol. 4 number 42 pp 1-17
- Arena, U., Mastellone, M. L., & Perugini, F. (2003). The environmental performance of alternative solid waste management options: A life cycle assessment study. *Chemical Engineering Journal*, 96, 207-222.
- Boyle, D.J.K. (1989). Comprehensive solid waste planning strategies. *Journal of Resource Management and Technology*, 17 , pp. 193-199
- Canas, P. Ferrao, P. Conceicao (2013). A new environmental Kuznets curve? Relationship between direct material input and income: evidence from industrialised countries. *Ecological Economics*, volume 46 pp 217-229
- Caniato, M., Vaccari, M., Visvanathan, C., & Zurbrugg, C. (2014). Using social network and stakeholder analysis to help evaluate infectious waste management: A step towards a holistic assessment. *Waste Management*, 34(5), 938-951.
- Cheng, H., & Hu, Y. (2010). Municipal solid waste (MSW) as a renewable source of energy: current and future practices in China. *Bioresource Technology*, 101(11), 3816-24.
- Cherubini, F., Bargigli, S., & Ulgiati, S. (2009). Life cycle assessment (LCA) of waste management strategies: Landfilling, sorting plant and incineration. *Energy*, 34(12), 2116-2123.
- Chowdhury and Moran (2012) Turning the curve: a critical review of Kutnets approaches. *Appl. Geogr.*, 32, pp. 3-11
- Chua, K.H., Endang, J.M.S., Leong, Y.P. (2011). Sustainable municipal solid waste management and GHG abatement in Malaysia. In: 15th International Conference on ISO & TQM; 04-02,1-8.

- Cocarta, D.M., Rada, E.C., Ragazzi, Badea, M. A., Apostol, T.A. (2009). Contribution for a correct vision of health impact from municipal solid waste treatments. *Environmental Technology*, 30, pp. 963-968
- Cowan, W.N., Chang, T., Inglesi-Lotz, T., Gupta, R. (2014) The nexus of electricity consumption, economic growth and CO₂ emissions in the BRICS countries. *Energy Policy*, 66, pp. 359-368
- Edjabou, M., Møller, J., Christensen, T. (2012) Solid waste characterization in Kétao, a rural town in Togo, West Africa. *Waste Manage. Res.*, 30 (7) , pp. 745-749
- FAO- Food and Agriculture Organization, 2009. How to Feed the World in 2050. Food and Agriculture Organization.
- Greene, W. (2008). *Econometric Analysis*, 6th ed., Prentice Hall.
- Grossman, G., Krueger, A (1995). Economic Growth and the Environment. *Quarterly Journal of Economics*, Massachusetts, vol. 110, n. 2, p. 353-377.
- Grossman, G., Krueger, A (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement, National Bureau of Economic Research Working Paper 3914, NBER, Cambridge, MA,.
- Ibrahim, M.H., Law, S.H. (2014). Social capital and CO₂ emission-output relations: a panel analysis. *Renew Sustain Energy Rev*, 29, pp. 528-534.
- Ionescu, G., Marculescu, C., Badea, A. (2011). Alternative solution for MSW to energy conversion. *UPB Scientific Bulletin, Series C: Electrical Engineering and Computer Science*, 73, pp. 243-254
- Ionescu, G., Rada, E.C. (2012). Material and energy recovery in a municipal solid waste system: practical applicability *International Journal of Environmental Research*, 1 (2012), pp. 26-30
- Islam, M.S., Hossain, H.M.Z, Hossain, I. (2008). Problem of solid waste in the city of Khulna, Bangladesh: is environmental impacts and sustainable management. *J Cultura Sci*, 74, pp. 251-258

- Johri, R., Rajeshwari, K.V, Mullick, A.N. (2011). Technological option for municipal solid waste management. *Wealth from Waste: Trends and Technologies* (3rd ed.), The Energy and Research Institute, New Dehli
- Johnke, B. (2002). Current situation of waste incineration and energy recovery in Germany V.I. Grover, V.K. Grover, W. Hogland (Eds.), *Recovering Energy from Waste: Various Aspects*, Science Publishers, Plymouth, UK , pp. 195-2000
- Kaplan, P.O., DeCarolis, J., Thorneloe, S. (2009). Is it better to burn or bury waste for clean electricity generation? *Environ Sci Technol*, 43, pp. 1711-1717
- Kathirvale, S., Muhd, Y.M.N., Sopian, K., Samsuddin, A.H. (2003). Energy potential from municipal solid waste in Malaysia. *Renewable Energy*, 29, pp. 559-567
- Marques, A. C., & Fuinhas, J. A. (2012). Are public policies towards renewables successful? Evidence from European countries. *Renewable Energy*, 44, 109-118.
- Marshall, R. E., & Farahbakhsh, K. (2013). Systems approaches to integrated solid waste management in developing countries. *Waste Management (New York, N.Y.)*, 33(4), 988-1003.
- Masui, T., Hanaoka, T., Hikita, S., Kainuma, M.(2006). Assessment of CO2 reductions and economic impacts considering energy-saving investments. *Energy J*, 1 (2006), pp. 175-190
- Münster, M., & Meibom, P. (2011). Optimization of use of waste in the future energy system. *Energy*, 36(3), 1612-1622.
- Noor, Z. Z., Yusuf, R. O., Abba, A. H., Abu Hassan, M. A., & Mohd Din, M. F. (2013). Na overview for energy recovery from municipal solid wastes (MSW) in Malaysia scenario. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 20, 378-384.
- Otoma, S., Mori, Y., Terazono, A., Aso, T., & Sameshima, R. (1997). Estimation of energy recovery and reduction of CO2 emissions in municipal solid waste power generation. *Resources, Conservation and Recycling*, 20, 95-117.
- Perkoulidis, G., Karagiannidis, A., Kontogianni, Diaz, L.F. (2011). Solid waste management in developing countries: present problems and future perspectives. *J. Environ. Protect. Ecol.*, 12 , pp. 570-580

- Pin-Jing, H. (2012). Municipal solid waste in rural areas of developing country: do we need special treatment mode? *Waste Manage.*, 32 , pp. 1289-1290
- Rada, E.C., Istrate, I.A., Ragazzi, M. (2009). Trends in the management of residual municipal solid waste. *Environmental Technology*, 30, pp. 651-661
- Ragazzi, M., & Rada, E. C. (2012). Multi-step approach for comparing the local air pollution contributions of conventional and innovative MSW thermo-chemical treatments. *Chemosphere*, 89(6), 694-701.
- Ryu, C. (2010). Potential of municipal solid waste for renewable energy production and reduction of greenhouse gas emissions in South Korea. *J Air Waste Manage Assoc*, 60, pp. 176-183.
- Selden, T. M., Song, D. (1994). Environmental Quality and Development: Is there a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions? *Journal of Environmental Economics and Management*, New York, vol. 27, n.2, p.147-162.
- Shafik, N., Bandyopadhyay, S (1992). Economic Growth and Environmental Quality: a time series and cross-country evidence. *Journal of Environmental Economics and Management*. vol. 4, p.1-24.
- Stengler, E. (2005) Where is waste-to-energy, and where is it going? – the European position. *Waste Management World* (November/December 2005)
- Sørensen, B. (2009). Living with energy intermittency. *Renewable Energy Focus*, 10(2), 30-32.
- Tan, Sie Ting, Hashim, Haslenda, Lim, Jeng Shiun, Ho, Wai Shin, Lee, Chew Tin, Yan, Jinyue (2014). Energy and emissions benefits of renewable energy derived from municipal solid waste: Analysis of a low carbon scenario in Malaysia. *Applied Energy*, Volume 136 pp 797-804
- Taparugssanagorn, K., Yamamoto, K., Nakajima, F., Fukushi, K. (2007). Evaluation of waste-to-energy technology: economic feasibility in incorporating into the integrated solid waste management system in Thailand. *IE Network Conf* (2007), pp. 91-96
- Thanh, N. P., Matsui, Y., & Fujiwara, T. (2010). Household solid waste generation and characteristic in a Mekong Delta city, Vietnam. *Journal of Environmental Management*, 91(11), 2307-2321.

- Torretta, V., Ragazzi, M., Istrate, I., Rada, E., 2013. Management of waste electrical and electronic equipment in two EU countries:A comparison. *Waste Management* 33, 117-122.
- Umberto, Arena (2012) Process and technological aspects of municipal solid waste gasification: a review. *Waste Manage.*, 32 (2012), pp. 625-639
- Weitz, K.A., Thorneloe, S.A., Nishtala, S.R., Yarkosky, S. (2002). The impact of municipal solid waste management on greenhouse gas emissions in the United States. *Journal of the Air & Waste Management Association* 52, pp. 1000-1011
- Xudong, C., Geng, Y., Fujita, I., 2010. "An overview of municipal solid waste management in China". *Journal of waste management* 30, 716-724.
- Zahedi, a. (2011). A review of drivers, benefits, and challenges in integrating renewable energy sources into electricity grid. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(9), 4775-4779.
- Zermeño, R. Del Valle, Formosa, J., Chimenos, J.M., Martínez, M., Fernández, A.I. (2013). Aggregate material formulated with MSWI bottom ash and APC fly ash for use as secondary building material. *Waste Manag*, 33 (2013), pp. 621-627
- Zsigraiová, Z., Tavares, G., Semiao, V., & Carvalho, M. D. G. (2009). Integrated waste-to-energy conversion and waste transportation within island communities. *Energy*, 34, 623-635.