

ISSN: 2594-0937

REVISTA ELECTRÓNICA MENSUAL

Debates sobre *i*nnovación

DICIEMBRE
2019

VOLUMEN 3
NÚMERO 2

XVIII Congreso Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica
ALTEC 2019 Medellín



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
METROPOLITANA
Unidad Xochimilco



MEGI
MAESTRÍA EN ECONOMÍA, GESTIÓN
Y POLÍTICAS DE INNOVACIÓN



LALICS

LATIN AMERICAN NETWORK FOR ECONOMICS OF LEARNING,
INNOVATION AND COMPETENCE BUILDING SYSTEMS

Transferência de tecnologia em práticas de gestão de resíduos sólidos

Alana Corsi

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
aacorsi@gmail.com

Cristiano Couto do Amarante

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
criscoutodoamarante@gmail.com

Cláudia Picinin

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
claudiapicinin@utfpr.edu.br

Resumo

Este estudo teve como objetivo identificar a transferência de tecnologia em práticas de gestão de resíduos sólidos. Trata-se de uma revisão sistemática da literatura por meio da metodologia Methodi Ordinatio. Utilizando-se das bases de dados Scopus, Science Direct e Web of Science, foi realizado o estudo dos dados coletados, com o intuito de expor em qual estágio encontra-se a temática no cenário atual. Foram também analisados os documentos com o objetivo de identificar práticas de gestão de resíduos sólidos em países desenvolvidos e em desenvolvimento, além da busca por mecanismos e técnicas de transferência de tecnologia, que de alguma forma contribuem para o desenvolvimento sustentável. Concluiu-se que os aspectos ambientais e sociais são tratados no portfólio de pesquisa. Entretanto, não há abordagem de aspectos econômicos relacionando a aplicação de diferentes tecnologias e sua transferência para as práticas de gerenciamento de resíduos sólidos, sendo um tema a ser explorado por novas pesquisas científicas.

Palavras chaves

Gestão de Resíduos Sólidos. Transferência de Tecnologia. Práticas Sustentáveis.

1 Introdução

A demanda da sociedade por políticas voltadas à saúde pública e a preservação dos recursos naturais, associados aos resíduos sólidos, é crescente (BRASIL, 2012). Em meados do século 20, houve um aumento considerável na demanda por diversos produtos, fazendo com que algumas empresas, para suprir essa nova demanda, se aventurassem em modelos de produção considerados arriscados, porém com moderada lucratividade (Rajeev *et al.*, 2017). Entretanto, essa expansão industrial causa efeitos sociais e ambientais negativos, evidenciando a relevância da adoção de boas práticas de produção e consumo, tanto em países desenvolvidos, quanto para países em desenvolvimento (Rajeev *et al.*, 2017).

Shekdar (2009) afirma que a geração de resíduos sólidos é uma consequência natural da vida humana, e que sua gestão representa a melhoria na qualidade de vida da população. Logo, a gestão de resíduos sólidos (GRS) tornou-se parte fundamental para a manutenção das cidades, merecendo cuidadosa atenção na busca do equilíbrio da produção, um desafio significativo principalmente para os países em desenvolvimento, onde os recursos são escassos e a urbanização desenvolve rapidamente (Ahmed & Ali, 2004).

A GRS é um fator relevante para a saúde ambiental, sendo um componente integrante dos serviços urbanos básicos. Inicialmente, técnicas de GRS buscavam apenas eliminar os resíduos em

áreas habitáveis, como meio de manutenção da saúde pública (Ahmed & Ali, 2004; Shekdar, 2009). Já que haviam poucas habitações e a terra era vasta, a atividade não apresentava dificuldade (Shekdar, 2009). Com o tempo, devido ao aumento populacional, o descarte de resíduos sólidos tornou-se problemático, já que houve uma maior geração de resíduos em um menor espaço de descarte (Ahmed & Ali, 2004). Atualmente, esforços globais estão em vigor com o intuito de reorientar os sistemas de GRS sentido a sustentabilidade (Shekdar, 2009).

Entre os fatores que afetam o desempenho do gerenciamento de resíduos sólidos, estão as soluções de base tecnológica e o conhecimento acerca da temática, além das tecnologias e boas práticas para solução dos problemas encontrados (Guerrero, Maas, & Hogland, 2013). Assim, mecanismos de incentivo ao desenvolvimento de novas tecnologias e a sua transferência, são fundamentais para promoção de práticas sustentáveis (Bliznets, Kartskhiya, & Smirnov, 2018).

A transferência de tecnologia é definida como o deslocamento de know-how, conhecimento ou tecnologia (Bozeman, 2000), correspondendo à uma série de processos que facilitam também o movimento de habilidades, ideias, procedimentos e métodos entre diferentes participantes (Bliznets, Kartskhiya, & Smirnov, 2018). Conforme os autores, não há uma separação evidente entre os conceitos de transferência de conhecimento e de tecnologia, uma vez que, a tecnologia é sempre fundamentada no conhecimento (Bozeman, 2000; Bliznets, Kartskhiya, & Smirnov, 2018).

Para Karakosta, Doukas e Psarras (2010) a transferência de tecnologia é um processo em que duas entidades transferem conhecimento tecnológico obtido, desenvolvido, utilizado e melhorado de um composto tecnológico, sendo que essa tecnologia é introduzida em uma organização que não a concebeu. Para a efetividade do processo, é necessário considerar o capital social para a obtenção da tecnologia da entidade anfitriã, bem como as particularidades, como a base tecnológica da entidade hospedeira (Flamos & Begg, 2010).

Neste sentido, aliar a gestão de resíduos sólidos à transferência de tecnologias apropriadas, e conhecimento, podem auxiliar na promoção práticas mais sustentáveis para o gerenciamento de resíduos sólidos, resultando também em uma difusão de conhecimento que pode promover oportunidades às autoridades municipais para planejar com antecedência, com base técnica e científica, melhores práticas para a GRS, considerando as barreiras encontradas em transferências anteriores, como o aspecto financeiro da atividade (Valencia-Vázquez *et al.*, 2014). Desse modo, difundir os conhecimentos obtidos e experiências com a transferência de tecnologia para práticas mais sustentáveis de GRS se torna benéfico.

A gestão adequada dos resíduos sólidos se torna relevante, ao ponto que falhas neste controle podem afetar a saúde, contaminar as águas e gerar níveis de gases de efeito estufa inapropriados, entre outros poluentes (Tseng, 2011). A GRS é um obstáculo global, principalmente para as autoridades de países em desenvolvimento, devido aos altos custos para sua gestão e a falta de conhecimento quanto ao sistema de gerenciamento (Guerrero, Maas, & Hogland, 2013). Além disso, nesse países, os sistemas de descarte têm baixo controle, com regulamentos leves a moderados, tornando-se um problema, pois um grande volume de resíduos permanece não tratados e muitas vezes não recolhidos (Kassim, 2012).

Por necessitarem atenção em seu gerenciamento, é preciso que exista armazenamento, coleta, transporte, tratamento e descarte apropriados dos resíduos sólidos afim de diminuir as ameaças ao meio ambiente e à saúde do ser humano (Kassim, 2012). Devido à grande expansão urbana, o volume de resíduos gerados, principalmente de produtos relacionados ao estilo de vida da população, tem aumentado rapidamente (Hannan *et al.*, 2015), como destacado na Tabela 1.

Tabela 1. População urbana e taxa de geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) de diferentes regiões do globo para 2012 e 2025 (estimativa).

Região	Nº de países inclusos	2012		2025 (Projeção)	
		População urbana (milhões)	Geração RSU (kg/per capita/dia)	População urbana (milhões)	Geração RSU (kg/per capita/dia)
África	42	261	0.65	518	0.85
Ásia Oriental e Pacífico	17	777	0.95	1230	1.52
Europa e Ásia Central	19	227	1.12	240	1.48
América Latina e Caribe	33	400	1.09	466	1.56
Oriente medio e Norte da África	16	162	1.07	257	1.43
Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico	27	729	2.15	842	2.07
Sul da Ásia	7	426	0.45	734	0.77

Fonte: Hannan *et al.* (2015).

Conforme Makarenko e Budak (2017), devido às pressões da população por uma qualidade de vida mais alta, a atenção para a poluição promovida pelos aterros vem ganhando visibilidade, já que esses contêm grandes quantidades de tóxicos em potencial, ameaçando a sustentabilidade de todos os componentes ambientais, podendo deteriorar o estado sanitário dos solos, a qualidade das águas e do ar.

Os diferentes cenários em que aterros são realizados, e seus impactos para o ambiente, são discutidos na literatura. Vaverková *et al.* (2018) afirma que o aterro não tem influência direta e significativa sobre o meio ambiente e a qualidade da água devido às condições as quais o aterro é construído; a coleta do resíduo na base do aterro e sua destinação não proporcionam poluição, e a taxa de evapotranspiração gerenciada pela recultivação biológica reduzindo a proporção de chorume. Já Makarenko e Budak (2017) discutem que os aterros são nocivos, e em seu estudo foi detectado que a contaminação promovida pelo aterro municipal de resíduos sólidos se espalhou para além da zona de proteção sanitária existente, necessitando de um melhor monitoramento dos impactos dessa atividade. Dessa forma, para que o impacto negativo do aterro seja reduzido é necessário a aplicação de tecnologias de proteção e tecnologias adequadas à GRS (Vaverková *et al.*, 2018).

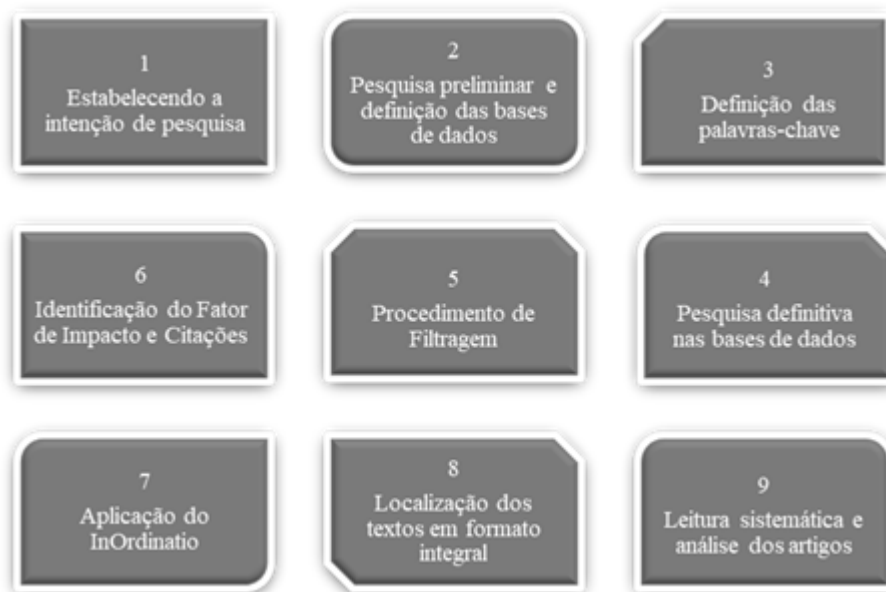
Diante do cenário apresentado, este artigo tem como objetivo, realizar uma revisão sistemática dos estudos que abordam a transferência de tecnologia em práticas de gestão de resíduos sólidos, visando promover maior conhecimento dessas estratégias para as autoridades responsáveis e para a comunidade. Isto permitirá que os conhecimentos gerados por outros pesquisadores possam ser replicados em diversos países.

2 Metodologia

Este estudo é caracterizado como uma revisão sistemática da literatura sobre transferência de tecnologia em práticas de gestão de resíduos sólidos. Para realizar essa revisão, o protocolo de Pagani, Kovaleski e Resende (2015), *Methodi Ordinatio*, foi utilizado. Trata-se de uma

metodologia multicritério que permite ordenar artigos, por meio da equação InOrdinatio, considerando para isso três variáveis: fator de impacto, número de citações e ano de publicação, obtendo um portfólio final para realização das coletas e análises. A metodologia baseia-se em nove etapas, descritas na Figura 1.

Figura 1. Fluxograma a partir do Methodi Ordinatio.



Fonte: Adaptado de Pagani; Kovaleski; Resende, (2015).

Etapa 1 - Foi estabelecida a intenção de pesquisa, onde foi definida a temática: “Transferência de tecnologia em práticas de gestão de resíduos sólidos”.

Etapa 2 - Foram feitos os testes preliminares dos eixos da pesquisa nas bases de dados, definindo como fonte para os artigos as bases Scopus, Science Direct e Web of Science, que retornaram um maior número de documentos referentes ao tema.

Etapa 3 - Foram definidas as palavras-chave usadas na seleção dos artigos analisados neste estudo, no Quadro 1, apresenta-se os resultados encontrados para cada combinação:

Quadro 1. Número de artigos encontrados nas bases de dados.

Palavras chave	Base de dados			TOTAL
	Science Direct	W.O.S.	Scopus	
“technology transfer” AND “waste solid management”	Resultados obtidos: 99 artigos	Resultados obtidos: 4 artigos	Resultados obtidos: 14 artigos	117 Artigos
“technology transfer AND practices” AND “waste solid management”	Critérios de busca:	Critérios de busca:	Critérios de busca:	

“technology transfer AND mechanisms” AND “waste solid management”	- Título; - Resumo; - Palavras chave; - Sem recorte temporal;	- Todos os campos; - Sem recorte temporal; - Artigos e revisões.	- Título; - Resumo; - Palavras chave; - Sem recorte temporal; - Artigos e revisões.	
“technology transfer AND techniques” AND “waste solid management”	- Artigos e revisões.			
TOTAL	99	4	14	

Fonte: Elaboração própria.

Etapa 4 - Foram feitas as buscas definitivas nas bases de dados selecionadas, com as respectivas palavras-chave e com o seguinte critério de inclusão, “Artigos ou Artigos de Revisão” selecionados pelo “Título, Resumo e Palavras-Chave”, onde obteve-se uma amostra inicial de 117 documentos.

Etapa 5 - Iniciou-se o procedimento de filtragem dos artigos, por meio dos critérios de exclusão: artigos duplicados (5 documentos) e artigos que não se enquadravam na temática, a partir da leitura do título e resumo (93 documentos), resultando em uma amostra final de 19 estudos analisados para a revisão sistemática proposta neste trabalho.

Etapa 6 - Foram identificados o fator de impacto e o número de citação de cada artigo selecionado, itens que compõem os dados da próxima etapa.

Etapa 7 - Aplicou-se a fórmula InOrdinatio para ordenar as pesquisas que integram este estudo.

Etapa 8 - Foram localizados os textos em seu formato integral.

Etapa 9 - Foi feita a leitura sistemática e análise dos artigos.

3 Resultados e Discussões

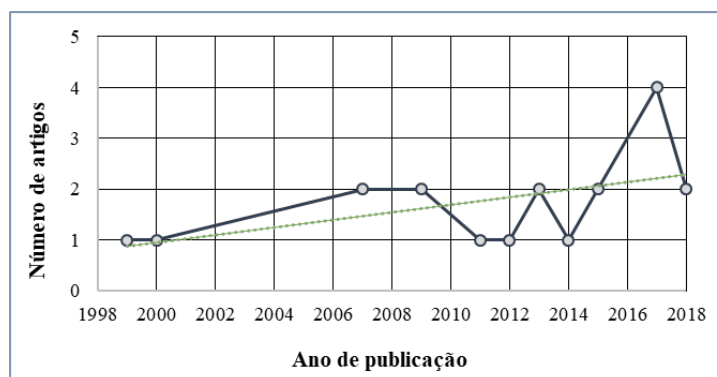
Com relação a transferência de tecnologia em práticas de gestão de resíduos sólidos, foram analisados 19 artigos, ordenados pela equação InOrdinatio, de acordo com o Fator de impacto do periódico, ano e número de citações. Estes trabalhos selecionados estão apresentados no Quadro 2 (Apêndice).

Os documentos que compõe o portfólio, apresentam em seu Título, Palavras-Chave ou Resumo, alguma relação direta com a transferência de tecnologia e/ou gestão de resíduos sólidos e foram utilizados para dados apresentados nas seções seguintes.

3.1 Análise quantitativa dos dados

Verificou-se com a análise dos estudos, inúmeros fatores que reforçam a relevância da temática aqui apresentada. Entre os dados encontrados, destacam-se itens como: Número de artigos por ano de publicação, país de afiliação do primeiro autor, classificação das palavras-chave, número de artigos por abordagem das palavras-chave, tipos de resíduos abordados nos artigos, tipo de metodologia utilizada em cada artigo, JCR dos periódicos com publicação no tema e relação dos trabalhos com a transferência de tecnologia. Sendo que, inicialmente o Figura 2, apresenta os artigos e seus respectivos anos de publicação.

Figura 2. Número de artigos por ano de publicação.



Fonte: Elaboração própria.

Observou-se uma tendência de crescimento nas publicações relacionadas ao tema proposto, e mesmo que o número de artigos publicados no ano de 2018 não tenha superado o ano anterior, há um aumento significativo nas publicações desde o ano de 1998. Além disso, caracteriza-se por ser uma temática atual, concentrando 40% dos artigos publicados nos últimos três anos.

A fim de mapear os termos centrais dos artigos selecionados, as palavras-chave do portfólio foram coletadas, analisadas e classificadas conforme sua abordagem. Como destacado no Quadro 3.

Quadro 3. Classificação das palavras-chave.

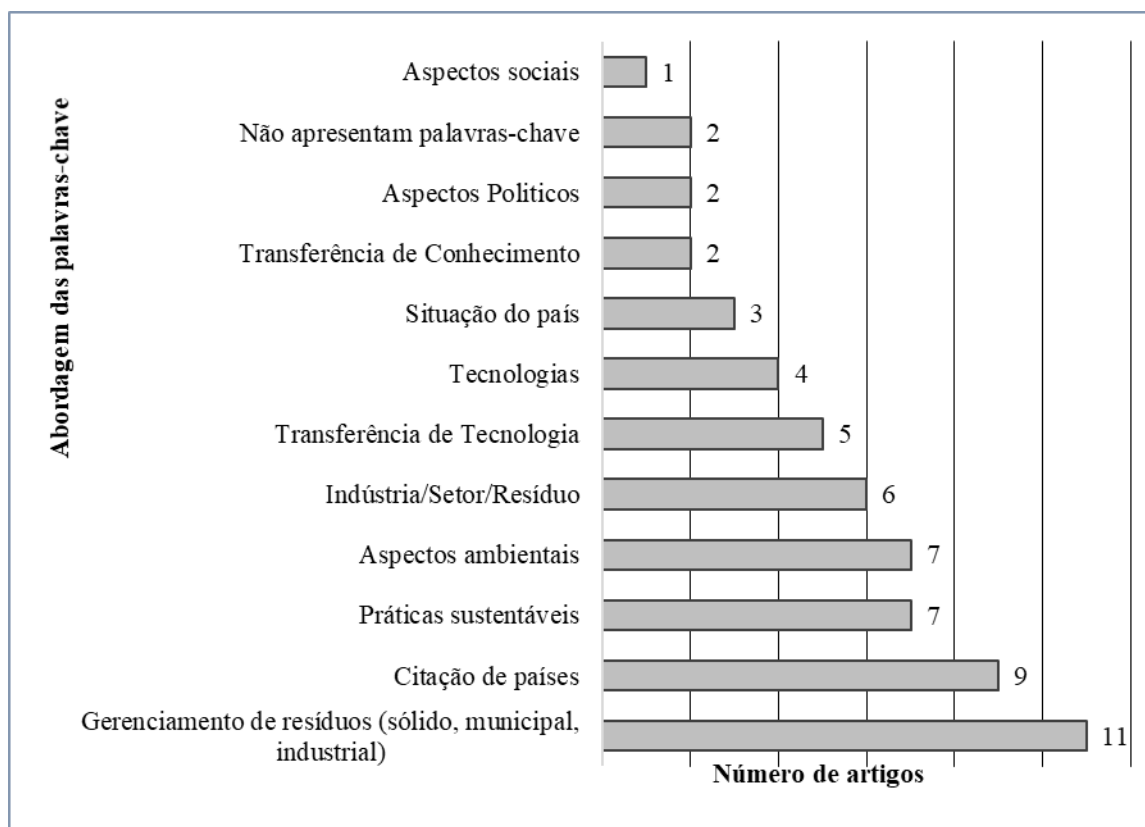
Classificação	Palavras chave
Gerenciamento de resíduos (sólido, municipal, industrial)	Management, (municipal solid waste (MSW); solid waste management (SWM)), Waste management, (Solid waste; Management), Solid Waste Management, waste management, (Municipal solid waste; Waste management), Solid waste, integrated municipal solid waste management, MSW, Municipal solid waste management, industrial waste management, waste management.
Citação de países	China; Jordan; India, South Africa; Philippines; Thailand; Europe; Latin America; Indonesia; Japan; Malaysia; Romania.
Práticas sustentáveis	(E-waste recycling; Take-back; Extended producer responsibility), CDM, Waste-to-energy, (Sustainable urbanization; Best practice), co-processing, City-to-city cooperation, Recycling.
Aspectos ambientais	Environmental management, Environmental impacts, environmental governance, Environmental service, Environmental, GHG emissions, contaminated sites.
Indústria/Setor/Resíduo	E-waste, Cement, (Incinerators; Gasification), (Composting worms; Vermicomposting; Vermifilters; Vermiculture), Coal fired plant, (Private sector, informal sector).
Transferência de Tecnologia	Technology transfer
Tecnologias	(Sustainable technologies), (Integrated solid waste management systems (ISWM-S); waste-to-energy technologies (WTE-T)), Technological challenges, Technology decision matrix.
Situação do país	Developing countries
Transferência de Conhecimento	Knowledge transfer, know-how transfer.
Aspectos Políticos	Power purchase agreement, Climate change policy.

Não apresentam palavras-chave	-
Aspectos sociais	Community perception,

Fonte: Elaboração própria.

Após a coleta, análise e classificação das palavras-chave, obteve-se o número de artigos que apresentam cada palavra de acordo com sua abordagem, demonstrado no Figura 3.

Figura 3. Número de artigos por abordagem das palavras-chave.



Fonte: Elaboração própria.

Conforme ilustrado, o tema central do portfólio de artigos é o gerenciamento de resíduos sólidos, sendo abordado como urbano ou industrial. O segundo termo mais frequente como palavra-chave é o país em que o estudo foi realizado. Seguido das práticas sustentáveis, como reciclagem, transformação de resíduo em energia, urbanização sustentável e cooperação entre cidades. Da mesma forma, com 7 artigos do portfólio, aspectos ambientais são temas com grande frequência, abordando impactos ambientais, gerenciamento ambiental, emissão de gases de efeito estufa, entre outros. Por outro lado, os aspectos sociais e políticos, são abordados, com pouca frequência. Logo, nota-se que o aspecto ambiental tem maior valorização para publicações, em relação aos aspectos sociais e políticos do tripé da sustentabilidade. Outro fator a ressaltar, é que a transferência de tecnologia é abordada como temática secundária nas pesquisas, quando aliada ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Analisando as combinações mais frequentes de palavras-chave, conclui-se que o foco dos artigos são os aspectos ambientais, como o gerenciamento dos resíduos, que aparece nas palavras-

chave de mais de 50% dos artigos, as práticas sustentáveis, como reciclagem; cooperação entre cidades; coprocessamento, e outros, presente nas palavras-chave de quase 40% dos artigos, seguido de aspectos ambientais, com pouco mais de 30% dos artigos. A definição dos países em que o estudo foi realizado também se apresenta como palavra-chave frequente, com quase 50% dos artigos do portfólio. Assim, observa-se que a abordagem de tecnologias e conhecimentos para o gerenciamento dos resíduos, aparecerem como tema secundário nas pesquisas, sendo que os termos relacionados a tecnologia e sua transferência aparecem nas palavras-chave de pouco mais de 20% dos artigos. Por fim, em relação ao mapeamento das palavras-chave, constatou-se que as variáveis do tripé da sustentabilidade aparecem nas palavras-chave dos artigos, entretanto o aspecto ambiental é sete vezes mais citado que o aspecto social, já o aspecto econômico não é citado.

A transferência de tecnologia apresenta três artigos quando combinado com o termo gerenciamento de resíduos sólidos, aparecendo com menor frequência quando associado aos termos país, aspectos ambientais, tecnologias, situação do país, e outros. Com a análise dos estudos, obteve-se também o tipo de resíduo abordado em cada pesquisa, como demonstrado no Quadro 4.

Quadro 4. Tipos de resíduos abordados nos artigos.

Tipos de resíduos abordados	Número de artigos
Resíduos sólidos urbanos	12
Resíduo específico (eletrônico, orgânico, usinas de carvão, couro, biomassa)	5
Gases de Efeito Estufa (GEE)	3

Fonte: Elaboração própria.

Constata-se que em sua maioria, a temática central dos artigos do portfólio é em relação ao gerenciamento de resíduos urbanos. Outro ponto relevante, relacionado ao estudo dos dados, é o tipo de metodologia utilizada em cada artigo, destacado a seguir no Quadro 5.

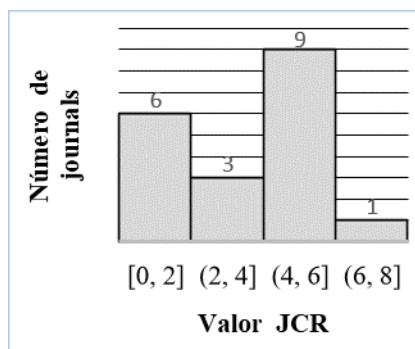
Quadro 5. Tipo de metodologia dos artigos.

Metodologia	Número de artigos	%
Estudo de caso	12	63%
Revisão de literatura	7	37%

Fonte: Elaboração própria.

Nota-se que os estudos são abordados, em 63% dos casos, de forma aplicada. E mesmo que, revisões sistemáticas representam uma porcentagem considerável dos trabalhos que fazem parte desta amostra. Torna-se necessário novos trabalhos de revisão que de alguma forma apresentem dados e práticas atualizadas do tema em questão. Em seguida, foram coletados os fatores de impacto das revistas, conforme Figura 4.

Figura 4. JCR dos periódicos.



Fonte: Elaboração própria.

Observou-se que em relação aos artigos analisados, há uma maior concentração de publicações em periódicos com $JCR > 4$, mostrando assim, a importância da temática para comunidade científica, além da relevância do assunto, para a manutenção do meio ambiente onde o ser humano está inserido. Concluindo esta seção, o Quadro 6, apresenta a relação da transferência de tecnologia com os estudos selecionados e traz uma síntese das abordagens encontradas nesta revisão.

Quadro 6. Relação com a transferência de tecnologia.

Abordagem	Relação com a Transferência de Tecnologia	Autores	Nº de artigos
Somente cita a Transferência de Tecnologia	Transferência de Tecnologia como auxílio para tratar resíduos (Eletrônico, resíduos em geral, resíduo sólido urbano).	-Sthiannopkao e Wong (2013); -Tan et al. (2017); -Sukholthaman e Shirahada (2015)	3
	Falta da Transferência de tecnologia (entre os países para transformar resíduos sólidos urbanos em energia; determinadas técnicas como vermicompostagem para tratar resíduos orgânicos).	-Moya et al. (2017); -Furlong et al. (2017)	2
	Comparação de tecnologias para tratamento de resíduos	-Rezaei et al. (2018)	1
	Demanda da Transferência de Tecnologia por países desenvolvidos para eficiência energética e redução de gases de efeito estufa	-Stafford et al. (2015)	1
	Transferência de Tecnologia do Sul para o Sul para sistema gaseificador	-Hosier e Sharma (2000)	1
Transferência de Tecnologia abordado como tema central	Desenvolvimento de parcerias entre investidores, municípios e cidadãos para melhorar a Transferência de Tecnologia e a deliberação local sobre os benefícios do desenvolvimento	-Forsyth (2007)	1
	Simulação para análise de viabilidade de Transferência de Tecnologia, considerando os benefícios ambientais, e análise do cenário em que a tecnologia será implantada.	-Chen et al. (2011)	1
	Como a Transferência de conhecimento e de Tecnologias é implantado em projetos de instalações adequadas para aquisição de equipamentos e veículos	-Valencia-Vázquez et al. (2014)	1
	Transferência de Tecnologia para economias em transição (países do Sul para gerenciamento de resíduos sólidos e locais contaminados; do Norte	-Bezama et al. (2007); -Thomas (1999); -Kurniawan et al. (2013)	3

	para o sul para redução dos resíduos sólidos urbanos;		
	Transferência de tecnologias limpas (para redução de emissão de gases de efeito estufa (GEE) em usinas a carvão; considerando o contexto energético do país receptor)	-Van der Gaast, Begg, e Flamos (2009); -Othman et al. (2009); - Dorn et al. (2012)	3
Não cita	-	-Shatnawi (2018); -Ferronato et al. (2017)	2

Fonte: Elaboração própria.

Com a análise e ordenação dos estudos que apresentam relação com a transferência de tecnologia em práticas de gestão de resíduos sólidos, criou-se as seções subsequentes, com o intuito de evidenciar os trabalhos que abordam práticas de descarte de resíduos, transferência de tecnologia, entre outros temas, referentes ao gerenciamento de resíduos.

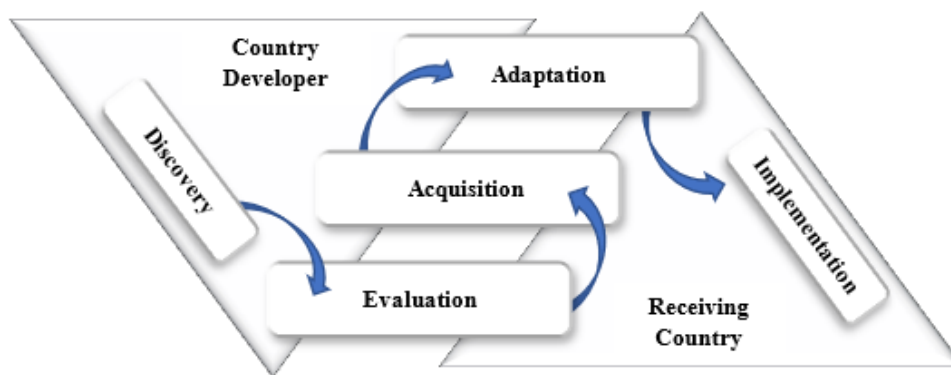
3.2 Análise qualitativa dos dados

Segundo Dorn *et al.* (2012) a transferência de tecnologia pode ser considerada uma troca de habilidades, conhecimentos, métodos e melhores práticas, com a finalidade de assegurar que o desenvolvimento científico e tecnológico alcance diversas pessoas. Corroborando Bezama *et al.* (2007) comentam que a partir do momento que novas tecnologias são definidas e atestadas, por meio de sua aplicação bem-sucedida, recomenda-se que sejam transferidas para outras localizações e/ou objetivos.

Os resíduos sólidos urbanos podem ser uma grande fonte de energia para países desenvolvidos e em desenvolvimento, mas notavelmente, há escassez de transferência de tecnologia entre os países, criando barreiras para inúmeras tecnologias de produção de energia (Moya *et al.*, 2017). Nesse sentido, a transferência de tecnologia torna-se um fator relevante na manutenção do gerenciamento de resíduos sólidos, permitindo às autoridades um planejamento antecipado com base técnica e científica adequada (Valencia-Vázquez *et al.*, 2014).

De acordo com Bezama *et al.* (2007) a transferência de tecnologia entre países, cidades ou localidades ocorre por meio das seguintes etapas: descoberta, avaliação, aquisição, adaptação e implementação. Como destacado na Figura 5.

Figura 5. Transferência de tecnologia geográfica.



Fonte: Adaptado de Bezama *et al.* (2007).

Kurniawan *et al.* (2013) comentam que normalmente existem barreiras técnicas relacionadas à adequação das tecnologias, sendo que o problema não está na maneira como é transferida, mas como pode ser melhor aproveitada na parte receptora. Bezama *et al.* (2007) sugerem que para uma transferência de tecnologia eficiente entre localidades, algumas etapas devem ser executadas. Como apresentado no Quadro 7.

Quadro 7. Etapas da Transferência de tecnologia geográfica.

Etapa	Ação
1	Análise de custos e benefícios da tecnologia (incluindo aquisição de tecnologia, custos de instalação e operação, manutenção, rentabilidade, valor agregado, etc.).
2	Inventário e classificação de instituições, órgãos e / ou quaisquer partes possivelmente relacionadas ao gerenciamento das atividades de transferência de tecnologia.
3	Análise do nível de conhecimento (ou seja, "capital humano") na região receptora, bem como das universidades e institutos de pesquisa, para determinar o apoio científico e técnico através do ciclo de vida da tecnologia.
4	Análise da disponibilidade de matérias-primas necessárias para a implementação, operação e manutenção da tecnologia analisada na região receptora.
5	Pesquisa e avaliação das condições atuais e futuras do mercado.
6	Estimativa dos possíveis efeitos futuros no desenvolvimento social e impactos associados ao meio ambiente resultantes da transferência de tecnologia.

Fonte: Adaptado de Bezama *et al.* (2007).

Sukholthaman e Shirahada (2015) enfatizam ainda que abordar essas preocupações, quando se trata de transferência de tecnologia em práticas de gerenciamento de resíduos, é mais relevante e complexo do que escolher a tecnologia mais adequada para o processo sustentável e eficaz. Não há uma tecnologia ou solução que sirva para todos os desafios encontrados nas diversas aéreas, necessitando a discussão sobre questões relacionadas a sustentabilidade dos serviços para gestão dos desperdícios. Sendo assim, o presente trabalho pode auxiliar nessa tarefa, já que apresentou o objetivo de disseminar/transferir os conhecimentos, práticas e tecnologias já mencionadas na literatura, com o intuito de permitir que outras entidades os repliquem.

3.2.1 Descarte de Resíduos Sólidos

Com a conscientização da sociedade em relação ao meio ambiente houve um crescimento do número de leis ambientais, o que muitas vezes se torna um desafio para a gestão de resíduos (Kassim, 2012). Em um cenário mais recente, são gerados 1,3 bilhão de toneladas/ano de resíduos sólidos, e de acordo com estimativas terão um crescimento de quase 70% até 2025, chegando a 2,2 bilhões de toneladas/ano (Moya *et al.*, 2017). Em vista disso, desde o ano de 2004, na cúpula do G8, que reúne os países mais industrializados, o Japão promove a iniciativa 3R's "Reduzir, reutilizar, reciclar" fomentando o uso do método no mercado nacional e internacional, destacando como prioridade o termo "Reduzir", que evita a criação de mais resíduos (Sthiannopkao & Wong, 2013).

Em relação ao lixo eletrônico, nos anos de 1970 a 1980 em países desenvolvidos, foram divulgadas leis abrangentes para gerir o tratamento de resíduos sólidos perigosos, acompanhadas de regulamentações sobre o uso de produtos químicos no ambiente. A iniciativa só se deu após o acúmulo destes resíduos e pelo reconhecimento destes necessitarem de tratamento especial para o descarte em aterros. Dessa forma, os países desenvolvidos começaram a utilizar-se da prática de containerização, que se baseia em enviar para além dos limites do país todo o resíduo produzido e recolhido (Sthiannopkao & Wong, 2013). Segundo Kassim (2012), embora haja falta de espaço, a prática de aterros sanitários é comum em países em desenvolvimento, o que requer grandes operações e tecnologia para amenizar seus poluentes.

No início da década de 1990 um dos países que começou a aceitar contêineres de lixo foi a China, que para tal operação cobrava uma taxa de US\$ 50/tonelada, foi então que agências de regulamentação e controle de resíduos promulgaram algumas iniciativas (Sthiannopkao & Wong, 2013). Uma das iniciativas foi a Convenção da Basiléia sobre o Controle de Resíduos Perigosos e sua Eliminação, que estabeleceu que os resíduos perigosos deveriam permanecer em países capazes de gerir seu lixo eletrônico (Sthiannopkao & Wong, 2013).

Quando se trata de resíduo orgânico, Furlong *et al.* (2017) definem como todo ou qualquer resíduo decorrente de fontes animais ou vegetais, incluindo lodo de esgoto e de fezes, além de resíduos agrícolas e de processamento de alimentos. Estimasse que a população mundial produza aproximadamente 800 milhões de toneladas de lixo orgânico, demandando tratamento para processar, reciclar e reduzir os efeitos negativos causados no descarte ao meio ambiente (Furlong *et al.*, 2017). Como exemplo, a cidade de Bangkok, na Tailândia, tem inúmeros problemas com a gestão dos resíduos sólidos municipais devido ao aumento de resíduos, passando de 48 milhões de toneladas em 1982 para 65 milhões em 2012, sobrecarregando seu sistema de reutilização e reciclagem (Sukholthaman & Shirahada, 2015).

Sistemas e técnicas de gerenciamento estão sendo desenvolvidos, com objetivo de minimizar a carga ambiental da geração de resíduos, mas é fundamental que sejam apresentados sistemas sustentáveis de gestão que realmente colaborem com o bem-estar da população (Sukholthaman & Shirahada, 2015). Dessa forma, a produção de energias de biomassa e biogás, mesmo sendo emissores de GEE durante seu uso, podem ser mais adequadas em alguns casos, podendo ser integradas as práticas locais (Forsyth, 2007).

Com relação aos GEE é discutido o chamado dividendo de desenvolvimento, termo usado por negociadores sobre a política das mudanças climáticas para apresentar os benefícios sociais e de desenvolvimento ao reduzir os GEE, evidenciando a prática de transferir tecnologia para outros países uma forma de contribuir com o desenvolvimento do planeta (Forsyth, 2007).

Segundo Van Der Gaast, Begg e Flamos (2009) essa prática de transferência de tecnologia de energia sustentável, com o intuito de minimizar os efeitos da poluição em especial nos países industrializados para países menos desenvolvidos, foi formulada no Artigo 4.5 da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (UNFCCC) e com os Acordos de Marrequeche de 2001, onde o COP-7 incorporou regras e ações eficazes na sua implementação.

Além disso, existem normas, formuladas no Protocolo de Kyoto, que permitem investimentos de países desenvolvidos em projetos de redução de emissão de GEE em países pouco industrializados, tudo por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (CDM), no qual os projetos, na maioria das vezes, convertem-se em uma transferência de tecnologia de redução dos GEE em troca de créditos de carbono (Van der Gaast, Begg, & Flamos, 2009).

A partir da revisão proposta, pôde-se identificar os principais tipos de resíduos abordados nos artigos, Quadro 4, anteriormente. Além disso, foram mapeadas algumas práticas, ferramentas e tecnologias utilizadas na gestão desses resíduos, podendo ser práticas voltadas a sustentabilidade ou não, podendo ser transferidas ou compartilhadas entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, como destacado no Quadro 8.

Quadro 8. Práticas para Gestão de Resíduos Sólido.

Gestão de Resíduos Sólidos	
Práticas-Ferramentas-Tecnologias	Abordagem
3R's (Reduzir, reutilizar, reciclar)	Iniciativa japonesa fomentada nos anos 2000, com o intuito de melhorar a gestão dos resíduos sólidos em todo o planeta.
Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (CDM)	O CDM possibilita a criação de projetos de desenvolvimento sustentável, que bem-sucedidos, retornam em créditos de carbono aos países envolvidos.
Containerização	Trata-se do envio, por meio de contêineres, dos resíduos sólidos produzidos de um país para outro.
Encapsulamento	Visa o tratamento de resíduos industriais, com o intuito de transformá-los em materiais com melhores formas de manuseio, transporte e destinação.
Coprocessamento	Integração de dois processos: queima de resíduos sólidos industriais e a produção de novos produtos por meio de processos produtivos que necessitam de temperatura elevada na fabricação.
Vermicompostagem	Processamento de resíduos orgânicos baseado em vermes.
Conversão de Biomassa	Biomassa como fonte que pode fornecer energia (calor ou eletricidade) com zero emissões líquidas de carbono.
Tratamento biológico	Usado na fabricação de biogás, que quando queimado produz calor e/ou energia elétrica.
Pirólise	Degradação térmica de resíduos sólidos na ausência de oxigênio.
Gasificação	Este bioprocessamento envolve a oxidação parcial e seu principal produto é o gás combustível.
Incineração	Os resíduos são queimados diretamente na câmara de combustão a uma temperatura adequada (900-950 ° C).
Aterros sanitários	Destino final para os resíduos sólidos para que ocorra a decomposição.

Fonte: Elaboração própria.

Esforços globais estão sendo empregados para reorganizar a gestão de resíduos sólidos rumo a um planeta sustentável, porém, cada país trata a questão de acordo com seus objetivos e status econômico (Shekdar, 2009). Assim, pode-se notar que algumas práticas mencionadas nos artigos não são consideradas sustentáveis, sendo somente soluções viáveis encontradas pelos países para tratar seus resíduos. Dessa forma, com o intuito de promover o desenvolvimento sustentáveis, os órgãos governamentais devem fomentar a aplicação de práticas mais sustentáveis para o gerenciamento dos resíduos, bem como os países devem escolher métodos mais sustentáveis ao invés de práticas que acarretam mais problemas ambientais e sociais.

4 Conclusões

Este estudo teve como objetivo identificar a transferência de tecnologia em práticas de gestão de resíduos sólidos. Para tanto, foi realizada uma revisão sistemática de literatura por meio da metodologia Methodi Ordinatio, utilizando-se das bases de dados Scopus, Science Direct e Web of Science.

Constatou-se que países desenvolvidos ainda utilizam-se de práticas de gestão de resíduos sólidos consideradas ineficientes para o planeta. Como exemplo a containerização, que baseia-se em enviar o resíduo gerado em seu país para outro país, não tratando o resíduo, somente transferindo o problema para outro país. Outra prática destacada é a técnica de encapsulamento, que visa compactar os resíduos para um melhor manuseio e armazenagem.

Dessa forma, o estudo apresentou diferentes técnicas e práticas, utilizadas por diferentes localidades, para o tratamento de resíduos sólidos. Entretanto, os resultados obtidos demonstraram que, ainda hoje, medidas insustentáveis estão sendo aplicadas, demonstrando ainda mais a importância de se disseminar e discutir assuntos como o desenvolvimento sustentável, mudança climática, problemas ambientais e sociais, e, por fim, disseminar melhores práticas que tenham como objetivo minimizar/eliminar os problemas mencionados.

Nesse contexto, a transferência de tecnologia em práticas de gestão de resíduos sólidos é um dos caminhos para promover a sustentabilidade, mas, para isso, sua aplicação deve alinhar os objetivos das entidades envolvidas com os do desenvolvimento sustentável, para que não sejam transferidas tecnologias ou práticas que acarretem mais problemas ambientais e sociais.

Uma das limitações do estudo, foi o baixo retorno de artigos relacionados ao tema em algumas bases de dados. Como a proposta da pesquisa não é esgotar a investigação, trabalhos futuros podem utilizar-se de outras metodologias e auxiliar a esclarecer questões relacionadas às políticas nacionais e internacionais de gestão dos resíduos sólidos e práticas adotadas por diversos países.

5 Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

6 Referências

AHMED, S. A., & ALI, M. (2004). *Partnerships for solid waste management in developing countries: linking theories to realities*. *Habitat International*, 28(3), 467–479. doi:10.1016/s0197-3975(03)00044-4

- BARBIERI, J. C. Produção e transferência de tecnologia. Editora Ática, 1990.
- BEZAMA, A., SZARKA, N., NAVIA, R., KONRAD, O., & LORBER, K. E. (2007). *Lessons learned for a more efficient knowledge and technology transfer to South American countries in the fields of solid waste and contaminated sites management*. Waste Management & Research, 25(2), 148–161. doi:10.1177/0734242x06072494
- BOZEMAN, B. (2000). *Technology transfer and public policy: a review of research and theory*. Research Policy, 29(4-5), 627–655. doi:10.1016/s0048-7333(99)00093-1
- BLIZNETS, I., KARTSKHIYA, A., & SMIRNOV, M. (2018). *Technology Transfer in Digital Era: Legal Environment*. Journal of History Culture and Art Research, 7(1), 354-363. doi: <http://dx.doi.org/10.7596/taksad.v7i1.1466>
- BRASIL. Câmara dos Deputados. Política nacional de resíduos sólidos. 2. ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, Série legislação, 81, 2012.
- CHEN, X., XI, F., GENG, Y., & FUJITA, T. (2011). *The potential environmental gains from recycling waste plastics: Simulation of transferring recycling and recovery technologies to Shenyang, China*. Waste Management, 31(1), 168–179. doi:10.1016/j.wasman.2010.08.010
- DORN, T., NELLES, M., FLAMME, S., & JINMING, C. (2012). *Waste disposal technology transfer matching requirement clusters for waste disposal facilities in China*. Waste Management, 32(11), 2177–2184. doi:10.1016/j.wasman.2012.05.038
- FERRONATO, N., TORRETTA, V., RAGAZZI, M., & RADA, E. C. (2017). *Waste mismanagement in developing countries: A case study of environmental contamination*. UPB Sci. Bull, 79, 185-196.
- FORSYTH, T. (2007). *Promoting the “Development Dividend” of Climate Technology Transfer: Can Cross-sector Partnerships Help?* World Development, 35(10), 1684–1698. doi:10.1016/j.worlddev.2007.06.001
- FURLONG, C., RAJAPAKSHA, N. S., BUTT, K. R., & GIBSON, W. T. (2017). *Is composting worm availability the main barrier to large-scale adoption of worm-based organic waste processing technologies?* Journal of Cleaner Production, 164, 1026–1033. doi:10.1016/j.jclepro.2017.06.226
- GUERRERO, L. A., MAAS, G., & HOGLAND, W. (2013). *Solid waste management challenges for cities in developing countries*. Waste Management, 33(1), 220–232. doi: 10.1016/j.wasman.2012.09.008
- HANNAN, M. A., ABDULLA AL MAMUN, M., HUSSAIN, A., BASRI, H., & BEGUM, R. A. (2015). *A review on technologies and their usage in solid waste monitoring and management systems: Issues and challenges*. Waste Management, 43, 509–523. doi:10.1016/j.wasman.2015.05.033
- HOSIER, R., & SHARMA, M. (2000). *Global Environment Facility support for modernized biomass energy: experiences from UNDP and the World Bank*. Energy for Sustainable Development, 4(3), 83–89. doi:10.1016/s0973-0826(08)60256-2
- KASSIM, S. M. (2012). *The importance of recycling in solid waste management*. In: Macromolecular Symposia. Weinheim: WILEY-VCH Verlag, 43-50.
- KURNIAWAN, T. A., PUPPIM DE OLIVEIRA, J., PREMAKUMARA, D. G. J., & NAGAISHI, M. (2013). *City-to-city level cooperation for generating urban co-benefits: the case of technological cooperation in the waste sector between Surabaya (Indonesia) and Kitakyushu (Japan)*. Journal of Cleaner Production, 58, 43–50. doi:10.1016/j.jclepro.2013.08.002
- MOYA, D., ALDÁS, C., LÓPEZ, G., & KAPARAJU, P. (2017). *Municipal solid waste as a valuable renewable energy resource: a worldwide opportunity of energy recovery by using Waste-To-Energy Technologies*. Energy Procedia, 134, 286–295. doi:10.1016/j.egypro.2017.09.618

- OTHMAN, M. R., MARTUNUS, ZAKARIA, R., & FERNANDO, W. J. N. (2009). *Strategic planning on carbon capture from coal fired plants in Malaysia and Indonesia: A review*. *Energy Policy*, 37(5), 1718–1735. doi:10.1016/j.enpol.2008.12.034
- PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. (2015). *Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citations, and year of publication*. *Scientometrics*, 105(3), 2109-2135.
- RAJEEV, A., PATI, R. K., PADHI, S. S., & GOVINDAN, K. (2017). *Evolution of sustainability in supply chain management: A literature review*. *Journal of Cleaner Production*, 162, 299–314. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.05.026
- SHEKDAR, A. V. (2009). *Sustainable solid waste management: an integrated approach for Asian countries*. *Waste management*, 29(4), 1438-1448.
- REZAEI, M., GHOBADIAN, B., SAMADI, S. H., & KARIMI, S. (2018). *Electric power generation from municipal solid waste: A techno-economical assessment under different scenarios in Iran*. *Energy*, 152, 46–56. doi:10.1016/j.energy.2017.10.109
- SHATNAWI, R. S. (2018). *Solid Waste Management: Classification and Public Perception on Management Options at Applied Science University*. *Jordan journal of civil engineering*, 12(3), 379-388.
- STHIANNOPKAO, S., & WONG, M. H. (2013). *Handling e-waste in developed and developing countries: Initiatives, practices, and consequences*. *Science of The Total Environment*, 463-464, 1147–1153. doi:10.1016/j.scitotenv.2012.06.088
- STAFFORD, F. N., VIQUEZ, M. D., LABRINCHA, J., & HOTZA, D. (2015). *Advances and Challenges for the Co-processing in Latin American Cement Industry*. *Procedia Materials Science*, 9, 571–577. doi:10.1016/j.mspro.2015.05.032
- SUKHOLTHAMAN, P., & SHIRAHADA, K. (2015). *Technological challenges for effective development towards sustainable waste management in developing countries: Case study of Bangkok, Thailand*. *Technology in Society*, 43, 231–239. doi:10.1016/j.techsoc.2015.05.003
- TAN, Y., XU, H., JIAO, L., OCHOA, J. J., & SHEN, L. (2017). *A study of best practices in promoting sustainable urbanization in China*. *Journal of Environmental Management*, 193, 8–18. doi:10.1016/j.jenvman.2017.01.058
- THOMAS, C. (1999). *Waste management and recycling in Romania: a case study of technology transfer in an economy in transition*. *Technovation*, 19(6-7), 365–371. doi:10.1016/s0166-4972(99)00028-0
- TSENG, M. L. (2011). *Importance–performance analysis of municipal solid waste management in uncertainty*. *Environmental Monitoring and Assessment*, 172(1-4), 171–187. doi:10.1007/s10661-010-1325-7.
- VALENCIA-VÁZQUEZ, R., PÉREZ-LÓPEZ, M. E., VICENCIO-DE-LA-ROSA, M. G., MARTÍNEZ-PRADO, M. A., & RUBIO-HERNÁNDEZ, R. (2014). *Knowledge and technology transfer to improve the municipal solid waste management system of Durango City, Mexico*. *Waste Management & Research*, 32(9), 848–856. doi:10.1177/0734242x14546035
- VAN DER GAAST, W., BEGG, K., & FLAMOS, A. (2009). *Promoting sustainable energy technology transfers to developing countries through the CDM*. *Applied Energy*, 86(2), 230–236. doi:10.1016/j.apenergy.2008.03.009
- VAVERKOVÁ, M. D., ADAMCOVÁ, D., RADZIEMSKA, M., VOBĚRKOVÁ, S., MAZUR, Z., & ZLOCH, J. (2017). *Assessment and Evaluation of Heavy Metals Removal from Landfill Leachate by *Pleurotus ostreatus**. *Waste and Biomass Valorization*, 9(3), 503–511. doi:10.1007/s12649-017-0015-x

Apêndice

Quadro 2. Portfólio final de artigos ordenados.

Autor	Título	Ano	Revista	InOrdinatio
Sthiannopkao, S. and Wong, M.H.	Handling e-waste in developed and developing countries: Initiatives, practices, and consequences	2013	Science of the total environment	290
van der Gaast, W., Begg, K. and Flamos, A.	Promoting sustainable energy technology transfers to developing countries through the CDM	2009	Applied energy	111
Moya, D., Aldás, C., López, G. and Kaparaju, P.	Municipal solid waste as a valuable renewable energy resource: a worldwide opportunity of energy recovery by using Waste-To-Energy Technologies	2017	Energy procedia	102
Rezaei, M., Ghobadian, B., Samadi, S.H. and Karimi, S.	Electric power generation from municipal solid waste: A techno-economical assessment under different scenarios in Iran	2018	Energy	100
Tan, Y., Xu, H., Jiao, L., Ochoa, J.J. and Shen, L.	A study of best practices in promoting sustainable urbanization in China	2017	Journal of environmental management	100
Shatnawi, R.S.	Solid waste management: Classification and public perception on management options at Applied Science University	2018	Jordan journal of civil engineering	100
Ferronato, N., Torretta, V., Ragazzi, M. and Rada, E.C.	Waste mismanagement in developing countries: A case study of environmental contamination	2017	Scientific bulletin	96
Furlong, C., Rajapaksha, N.S., Butt, K.R. and Gibson, W.T.	Is composting worm availability the main barrier to large-scale adoption of worm-based organic waste processing technologies?	2017	Journal of cleaner production	92
Forsyth, T.	Promoting the “Development Dividend” of Climate Technology Transfer: Can Cross-sector Partnerships Help?	2007	World development	90
Chen, X., Xi, F., Geng, Y. and Fujita, T.	The potential environmental gains from recycling waste plastics: Simulation of transferring recycling and recovery technologies to Shenyang, China	2011	Waste management	85
Stafford, F.N., Viquez, M.D., Labrincha, J. and Hotza, D.	Advances and Challenges for the Co-processing in Latin American Cement Industry	2015	Procedia materials science	81
Sukholthaman, P. and Shirahada, K.	Technological challenges for effective development towards sustainable waste management in developing countries: Case study of Bangkok, Thailand	2015	Technology in society	80
Kurniawan, T.A., Puppim de Oliveira, J., Premakumara, D.G.J. and Nagaishi, M.	City-to-city level cooperation for generating urban co-benefits: the case of technological cooperation in the waste sector between Surabaya (Indonesia) and Kitakyushu (Japan)	2013	Journal of cleaner production	67
Othman, M.R., Martunus, Zakaria, R. and Fernando, W.J.N.	Strategic planning on carbon capture from coal fired plants in Malaysia and Indonesia: A review	2009	Energy policy	64
Valencia-Vazquez, R., Perez-Lopez, M.E., Vicencio-de-la-Rosa, M.G., Martinez-Prado, M.A. and Rubio-Hernandez, R.	Knowledge and technology transfer to improve the municipal solid waste management system of Durango City, Mexico	2014	Waste management & research	63
Dorn, T., Nelles, M., Flamme, S. and Jinming, C.	Waste disposal technology transfer matching requirement clusters for waste disposal facilities in China	2012	Waste management	49
Bezama, A., Szarka, N., Navia, R., Konrad, O. and Lorber, K.E.	Lessons learned for a more efficient knowledge and technology transfer to South American countries in the fields of solid waste and contaminated sites management	2007	Waste management & research	-1
Thomas, C.	Waste management and recycling in Romania: A case study of technology transfer in an economy in transition	1999	Journal technovation	-73
Hosier, R. and Sharma, M.	Global Environment Facility support for modernized biomass energy: experiences from UNDP and the World Bank	2000	Energy for sustainable development	-76

Fonte: Elaboração própria.