

Análise sintética da aplicação da técnica Waste-to-Energy (Wte) e das legislações brasileiras pertinentes

NATÁLIA DADARIO

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO" - UNESP TUPÃ

MARIO MOLLO NETO

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO" - UNESP TUPÃ

FELIPE ANDRÉ DOS SANTOS

CAMILA PIRES CREMASCO

Resumo

A disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos (RSU) é um dos maiores problemas ambientais enfrentados na atualidade. Uma das técnicas utilizadas para destinação final dos mesmos é a incineração. Apesar deste procedimento ainda ser muito polêmico no Brasil, alguns estudos recentes divulgados na Europa revelam o alto grau de desinformação desta técnica. Sendo assim o presente estudo tem como objetivo fazer uma análise sintética sobre a técnica de incineração dos resíduos sólidos urbanos e as legislações brasileiras pertinentes.

Palavras Chave

Resíduos sólidos urbanos. , Incineração., Mass burning.

ANÁLISE SINTÉTICA DA APLICAÇÃO DA TÉCNICA WASTE-TO-ENERGY (WTE) E DAS LEGISLAÇÕES BRASILEIRAS PERTINENTES

RESUMO

A disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos (RSU) é um dos maiores problemas ambientais enfrentados na atualidade. Uma das técnicas utilizadas para destinação final dos mesmos é a incineração. Apesar deste procedimento ainda ser muito polêmico no Brasil, alguns estudos recentes divulgados na Europa revelam o alto grau de desinformação desta técnica. Sendo assim o presente estudo tem como objetivo fazer uma análise sintética sobre a técnica de incineração dos resíduos sólidos urbanos e as legislações brasileiras pertinentes.

Palavras-chave: Resíduos sólidos urbanos. Incineração. Mass burning.

1. INTRODUÇÃO

Denominado como “*mass burning*”, no mundo todo o método de incineração de resíduos sólidos urbanos vem se apresentando como um meio apto de recuperação da matéria não biodegradável cuja proporção de umidade é mínimo, sendo ainda, de acordo com Soares, Miyamaru e Martins (2017), desnecessária a intervenção através de processo de tratamento ou mesmo uma benesse preliminar.

Em que pese a existência de outras medidas tecnológicas hábeis em fase de pesquisa científica, tais como a gaseificação e a pirólise, é possível compreender que a incineração configura até o presente momento o meio mais atrativo para recuperar energeticamente os resíduos sólidos urbanos, considerando principalmente o custo-benefício ao mercado, de modo que as demais findam por ser aparentemente inviáveis (TISI, 2019).

Importante ressaltar que o descarte inadequado de resíduos sólidos no meio ambiente são responsáveis por uma emissão alarmante de gases de efeito estufa, tal como ocorre nos lixões, aterros e aterros sanitários cuja captação e queima de biogás não é realizada (IPCC, 2014). Por outro lado, o *mass burning* não somente possibilita uma recuperação energética de resíduos em larga escala, com também promove a redução considerável de emissão dos referidos gases prejudiciais à atmosfera.

Inobstante, no tocante ao investimento necessário às usinas de incineração de resíduos sólidos urbanos, reconhecidas como usinas “*Waste-to-Energy*” (WtE), é fundamental destacar que em virtude da sua vida útil, que perfaz 30 anos ou mais, finda por ser economicamente mais rentável em relação ao aterro sanitário diante da capacidade de produção de energia elétrica em maior escala, ainda que a referida modalidade de aterro apta captar gás metano seja trinta por cento menos onerosa em uma análise prévia.

Segundo dados do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (2014), e conforme assegurado por Lino e Ismail (2018), é possível compreender que devido ao fato de já se encontrar fortemente empregada em dezenas de países ao longo do mundo, o método de incineração tem-se revelado como uma tecnologia muito estudada no Brasil pelos especialistas da área energética, observando assim principalmente o seu custo-benefício, como já afirmado acima.

Ainda assim, segundo Tisi (2019), no Brasil existem apenas dois projetos destas usinas, denominados simplesmente como Unidade de Recuperação Energética (URE), as quais se encontram localizadas em Barueri/SP, cuja previsão de processamento é de 825 toneladas de

resíduos sólidos urbanos incinerados diariamente com potência de 25 Mega Watt (MW), e em Mauá/SP, com a capacidade de transformar 3.000 toneladas por dia, com 80 MW.

Ante todo o panorama apresentado, o presente artigo tem por objetivo realizar uma análise sintética sobre a técnica de incineração dos resíduos sólidos urbanos e as respectivas legislações brasileiras aplicáveis.

2. FUNDAMENTAÇÃO E DISCUSSÃO

2.1 Resíduos Sólidos Urbanos

O termo “lixo” passou a ser substituído por “resíduos sólidos” (RS), devido a mudanças de paradigma de que os resíduos sólidos não representam somente rejeitos ou subprodutos de uma produção sem valor agregado, presentes no modelo de “economia linear” (fabricar, consumir e descartar), mas sim, são produtos com valor econômico, que devem ser reinseridos na sociedade a fim de causar o menor impacto possível sobre o meio ambiente (DEMAJOROVIC, 1995).

Uma das classificações de resíduos existentes na PNRS (BRASIL, 2010) é a que os distingue quanto à sua origem. Nesta categorização os resíduos podem ser classificados em: (a) Resíduos Domiciliares, (b) Resíduos de Limpeza Urbana, (c) Resíduos Sólidos Urbanos, (d) Resíduos de Estabelecimentos Comerciais e Prestadores de Serviços, (e) Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico, (f) Resíduos Industriais, (g) Resíduos de Serviço de Saúde, (h) Resíduos da Construção Civil, (i) Resíduos Agrossilvopastoris, (j) Resíduos de Serviços de Transportes, (k) Resíduos de Mineração.

Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), objeto de estudo desta pesquisa, pode ser compreendido como aquele proveniente de resíduos domiciliares, que são originários de atividades domésticas em residências urbanas, e de resíduos proveniente de limpeza urbana, que são originários da varrição, limpeza de logradouros e de vias públicas e outros serviços de limpeza urbana (BRASIL, 2010).

2.1.1. Panorama do Brasil

Segundo dados oficiais da última Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2010), realizada em 2008, aproximadamente 183.488 toneladas de RSU foram coletados diariamente em todo o Brasil.

Os Panoramas dos Resíduos Sólidos no Brasil realizado pela Abrelpe (2008; 2009; 2010; 2011; 2012; 2013; 2014; 2015; 2016; 2017; 2018), confirmam o aumento crescente na geração de RSU no Brasil ao longo dos últimos anos, conforme aponta a Figura 1.

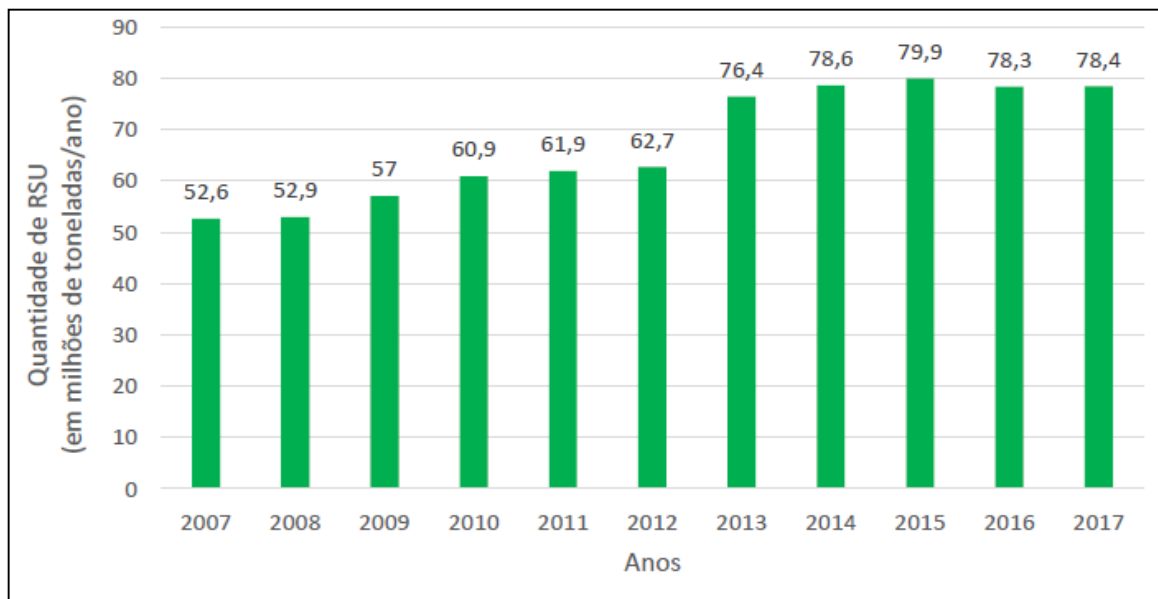
No tocante a composição gravimétrica dos RSU, pode-se notar com base na Figura 2, que a fração orgânica ainda corresponde a um pouco mais da metade de todo o RSU gerado.

Com relação a cobertura de coleta no ano de 2017, 91,2% dos RSU foram objeto de coleta no Brasil. Apesar deste número ser considerado relativamente bom, quando comparamos com a disposição final, somente 59,1% foi disposto em aterros sanitários, o restante (que corresponde a 29 milhões de toneladas de resíduos em 3.352 municípios brasileiros) foi disposto em locais inadequados, como lixões e aterros controlados, que não possuem medidas de proteção ao meio ambiente e consequentemente afetam a saúde de milhões de pessoas (ABRELPE, 2018).

Os dados oficiais do SNIS (2019) são ainda mais preocupantes (Figura 3).

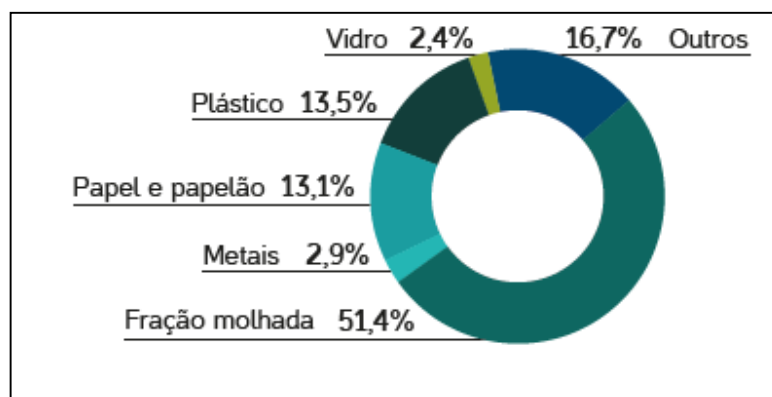
A partir da Figura 3 nota-se que somente 36,8% dos municípios dão uma destinação final ambientalmente adequada aos resíduos, e estão concentrados na região Sul e Sudeste do país. Assim, 63,2% dos municípios ainda se encontram em situação irregular e precisam solucionar o problema da disposição final dos RSU.

Figura 1 – Geração de RSU no Brasil ao longo dos últimos anos



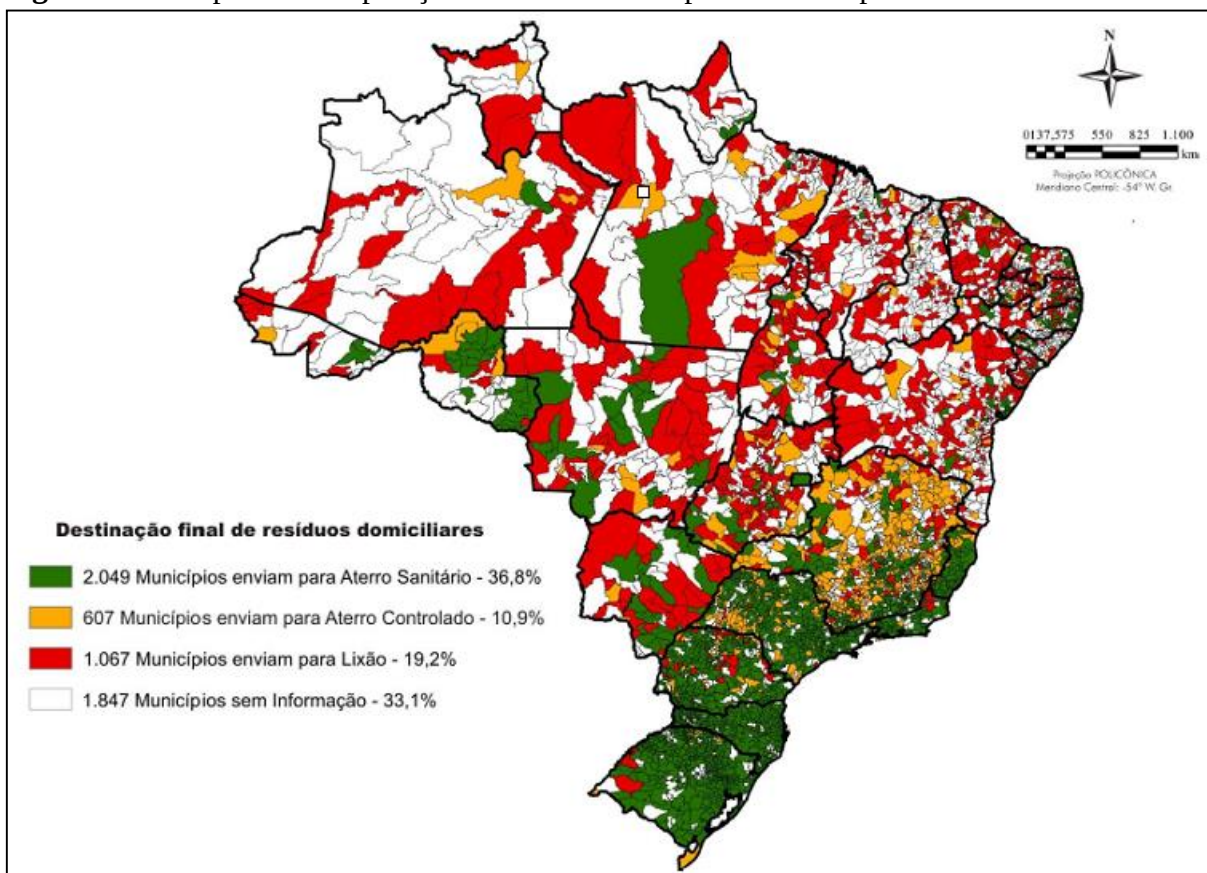
Fonte: elaborado pela autora com base na Abrelpe (2008; 2009; 2010; 2011; 2012; 2013; 2014; 2015; 2016; 2017; 2018)

Figura 2 – Gravimetria dos resíduos sólidos urbanos



Fonte: Cempre (2019)

Figura 3 – Tipos de disposição final utilizada pelos municípios brasileiros em 2017.



Fonte: SNIS (2019)

2.1.2 Incineração

A incineração é uma técnica aplicada ao tratamento térmico de resíduos realizada em fornos submetidos a altas temperaturas, entre 750°C e 1.100°C, com presença de oxigênio. O objetivo principal da técnica, quando utilizada para os RSU, é a degradação dos mesmos para diminuição de seu peso e do volume (BEYENE; WERKNEH; AMBAYE, 2018). Segundo Tabasová *et al.* (2012), atualmente é possível reduzir o volume inicial dos RSU em 90% e o seu peso em 75%, dependendo da composição e grau de recuperação dos materiais.

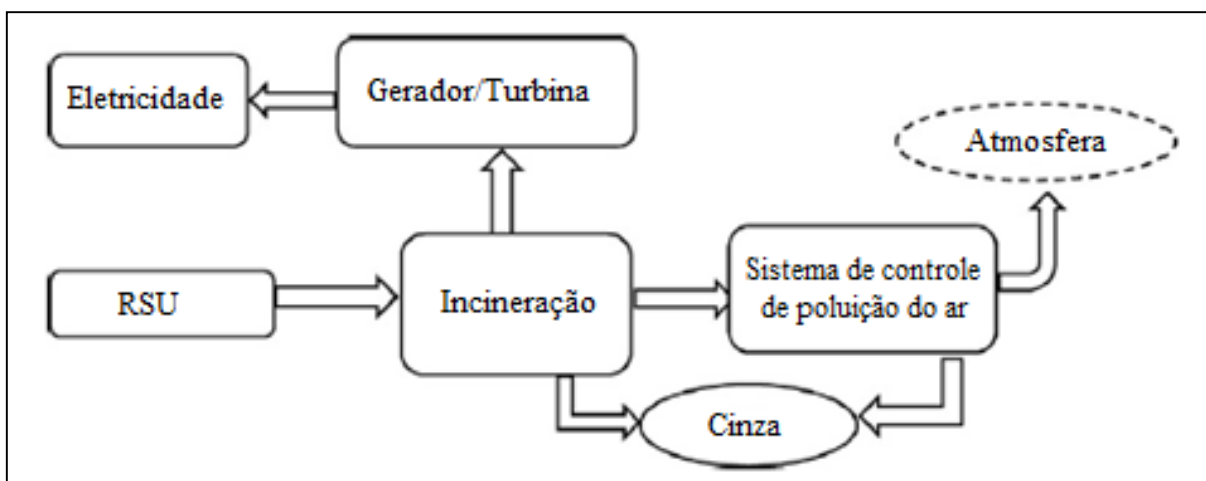
Outra vantagem da técnica é que ela é capaz de aceitar uma ampla variedade de resíduos, de diversos tamanhos e fontes (ASTRUP *et al.*, 2015). Além da destinação dos RSU, o processo também tem o benefício de geração de energia. Incineradores modernos conseguem recuperar energeticamente em torno de 50 à 70% da energia presente nos RSU, de tal maneira que de 15 à 25% desta energia se transforma em energia elétrica e o restante é transformado em energia térmica (JUCÁ *et al.*, 2014).

Apesar da recuperação energética não ser o foco do método de incineração de resíduos sólidos urbanos, de acordo com Sebastian, Kumar e Alappat (2019), trata-se de uma benesse extra, haja vista que confere grande auxílio na manutenção operacional, tornando-a ainda mais viável, considerando principalmente que a técnica possui um custo alto. Assim, conforme compreende Jucá *et al.* (2014), visando o atendimento das normas ambientais aplicáveis, tais usinas necessitam estar equipadas tecnologicamente a fim de controlar eficazmente a poluição atmosférica, fato este que finda por ocasionar custo maior.

A poluição gerada por esta técnica advém das cinzas (ou também denominadas por escórias) e também das emissões gasosas geradas pelo processo como óxidos de enxofre (SO_x), óxidos de carbono (CO_x), óxidos de nitrogênio (NO_x), Hidrocarbonetos Poliaromáticos (HPA) e metais perigosos que necessitam de um tratamento adicional no sistema de limpeza de gases de combustão, antes da emissão atmosférica (BEYENE; WERKNEH; AMBAYE, 2018).

A Figura 4 apresenta, de forma ilustrativa as etapas mencionadas em um processo de incineração.

Figura 4 - Esquema do Processo de Incineração



Fonte: traduzido de Beyene, Werkneh e Ambaye (2018)

A Figura 5 exemplifica os principais equipamentos e um diagrama esquemático de uma unidade de recuperação energética de RSU.

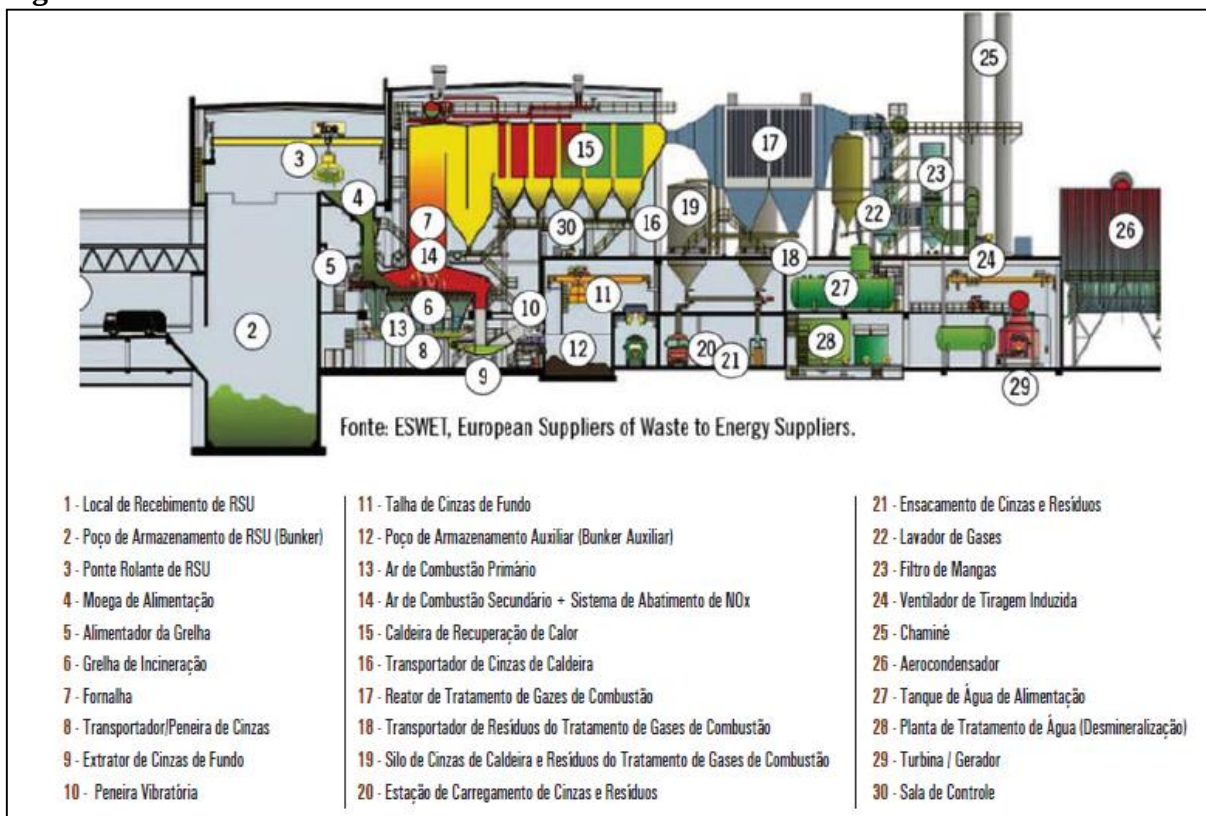
Como pode-se observar pela Figura 5, o processo de incineração não é um processo simples, por isso uma desvantagem desta técnica é ela possuir um alto custo de implementação e operação. Outro inconveniente são as potenciais emissões desagradáveis de poluentes provenientes da incineração, como mencionada anteriormente, mas estas, conforme Sebastian, Kumar e Alappat (2019) podem ser minimizadas com tecnologias avançadas de controle de poluição atmosférica e segregação de fluxos de resíduos.

Insta salientar que muito embora o método de incineração possa ser considerado como uma trajetória para a obter gestão sustentável de resíduos, esta não pode, em contrapartida ser vislumbrada como uma técnica hábil para efetuar o descarte, considerando para tanto a verificação de características dos respectivos resíduos a ser incinerados, cujos materiais são fortemente influenciados pela questão da demografia, aspecto social no tocante às distinções antropológicas, bem como o fluxo sazonal e questões topográficas (RAJAEIFAR *et al.*, 2017). Desta forma, os resíduos com alto teor de umidade e com baixo poder calorífico acarretam por tornar o método inviável, uma vez que minoram o grau de eficácia procedimental. Em vista disso, revela-se fundamental que ao estudar o grau de viabilidade do respectivo processo, seja considerada esta variável de “composição gravimétrica” do resíduo sólido urbano, em observância a sua intervenção na eficiência na queima realizada no decorrer do processo.

Todavia, a técnica é dotada também de vantagens, principalmente por não necessitar de área de grande porte para construção em comparação aos aterros sanitários. Ademais, a alimentação do material de resíduos é ininterrupta, reduzindo de forma drástica o volume de resíduos, sendo tal vantagem como a mais imprescindível no processo de incineração.

O Quadro 1 resume as principais vantagens e desvantagens do processo de incineração de RSU.

Figura 5 – Incinerador de RSU



Fonte: SESWET, *European Suppliers of Waste to Energy Suppliers* apud Jucá et al. (2014).

Quadro 1 – Vantagens e desvantagens da incineração de RSU

Vantagens	Desvantagens
Redução no volume dos RSU.	Elevado custo de instalação e operação.
Potencial de recuperação de energia superior aos aterros.	Elevado custo de manutenção do tratamento de resíduos.
Necessidade de menor área para instalação.	Necessidade de equipamento auxiliar para manter a combustão.
Processamento relativamente sem ruídos e sem odores.	Inviabilidade de produção em caso de resíduos com umidade excessiva, pequeno poder calorífico ou clorados.
Alimentação contínua de resíduos.	Possibilidade de metais tóxicos nas cinzas.

Fonte: elaborado pela autora com base em GONÇALVES (2007) e Jucá et al. (2014)

Mediante o Quadro 1, pode-se notar que as vantagens e desvantagens do método são bem equilibradas, sendo difícil decidir se a incineração é a melhor técnica para tratamento e destinação final de resíduos. Assim, a questão é determinar se a incinerabilidade do RSU é a opção mais viável para cada localidade, a depender das características daquele contexto.

2.1.3 Legislações pertinentes ao processo de incineração

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), conhecida por PNRS, autoriza em seu Art. 9º, § 1º, tecnologias que visem a recuperação energética dos RSU. Entretanto, deixa claro, que deve haver comprovação de viabilidade técnica e ambiental e

implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos, a ser aprovado pelo órgão ambiental.

A PNRS estabelece ainda graus de prioridade na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, a saber: “não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (BRASIL, 2010, p. 15). Sendo assim, salienta que o tratamento e a disposição final, os quais se insere a incineração, devem ser os últimos estágios, ou seja, essas etapas devem ser utilizadas somente para o rejeito – “resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada” (BRASIL, 2010, p. 11).

Além da PNRS, a NBR 11.175 (ABNT, 1990) também aborda a incineração de resíduos sólidos, mas com uma abordagem de padrões de desempenho. Entretanto, como a Norma é antiga ela somente se aplica aos resíduos perigosos, estando obsoleta para os RSU. Para estes, tem-se a Resolução CONAMA nº 316 (BRASIL, 2002), de que dispõe sobre procedimentos e critérios para funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos, e salienta que para a queima dos RSU possa ocorrer, é necessário que aconteça a reciclagem em no mínimo 30% desses resíduos.

No estado de São Paulo, existe ainda a Resolução SMA-079 (SÃO PAULO, 2009, p. 44-45) que “Estabelece diretrizes e condições para a operação e o licenciamento da atividade de tratamento térmico de resíduos sólidos em Usinas de Recuperação de Energia – URE”.

Como pode-se observar são poucas as legislações brasileiras e estaduais que se referem a tecnologia da incineração para os RSU e isto se deve, principalmente, ao Brasil estar iniciando modelos de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos ambientalmente adequados, haja vista que a primeira legislação que regulamenta o setor é de 2010 (PNRS).

3. CONCLUSÃO

O presente trabalho possibilitou uma análise sintetizada acerca dos resíduos sólidos urbanos em relação a aplicação da técnica de incineração, em especial na viabilidade de instalação no Brasil, através de artigos científicos que fundamentam todo o conjunto técnico sobre o assunto, além das normas brasileiras em vigor que versam sobre o assunto.

Verifica-se que o método de incineração de resíduos sólidos urbanos se caracteriza como uma técnica com notória visibilidade perante a comunidade internacional, considerando principalmente as tecnologias utilizadas no processo que fazem majorar a eficácia e a capacidade de se adequar às diretrizes de proteção ambiental.

Visando estabelecer um novo marco para o saneamento básico em todo o território brasileiro, o Novo Marco Legal do Saneamento Básico (BRASIL, 2020) advém justamente para estimular o aspecto econômico no âmbito dos resíduos sólidos, fato este que promove um interesse empresarial do referido setor WtE apto a investir nesta técnica em diversas localidades brasileiras, em especial àquelas regiões cujo índice populacional é maior.

Outrossim, em que pese haver uma tendência em ampliar o uso desta referida técnica, a mesma é dotada de obstáculos para a sua instalação em massa, observando principalmente o custo de implementação, que não é evidentemente baixo. Ocorre que, a técnica deve ainda assim ser considerada pelos países de conjuntura populacional alta (tal como o Brasil), haja vista que se faz imprescindível observar as benesses econômicas obtidas a longo prazo, de modo que superam de forma nítida os resultados do aterro sanitário, fato este que pode ser constatado por intermédio de levantamentos de dados já analisados.

Deve ainda ser objeto de análise a questão da sustentabilidade ambiental que decorre desta técnica em comparação aos aterros sanitários, consoante o fato que aquela possibilita uma

recuperação energética de alto nível, bem como gera uma emissão de gases de efeito estufa para a atmosfera.

Ainda assim, necessita uma revisão pelo Poder Público brasileiro as legislações aplicáveis, em virtude de que estas são mais flexíveis em comparação com outras nações, de maneira que findaria por gerar um grande risco à saúde pública, razão pela qual merece uma atenção especial.

O destaque final que se faz é sobre a contribuição em larga escala para a recuperação energética que esta técnica acarretaria ao Brasil. Para tanto, mister se faz considerar que o Brasil precisa claramente diversificar a matriz energética nacional diante do fato de ser um país em ainda desenvolvimento, buscando assim a independência plena de energia e, portanto, deter uma segurança energética apta a promover o desenvolvimento agroindustrial, visto que o agronegócio consubstancia-se como o setor de maior importância no que tange ao crescimento do índice econômico.

4. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2007**. São Paulo: Abrelpe, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2008**. São Paulo: Abrelpe, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2009**. São Paulo: Abrelpe, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2010**. São Paulo: Abrelpe, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2011**. São Paulo: Abrelpe, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2012**. São Paulo: Abrelpe, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2013**. São Paulo: Abrelpe, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2014**. São Paulo: Abrelpe, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2015**. São Paulo: Abrelpe, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2016**. São Paulo: Abrelpe, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2017**. São Paulo: Abrelpe, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR – 11.175: Incineração de resíduos sólidos perigosos - padrões de desempenho**. Rio de Janeiro: ABNT, 1990.

ASTRUP, T. F.; TONINI, D.; TURCONI, R.; BOLDRIN, A. Life cycle assessment of thermal Waste-to-Energy technologies: Review and recommendations. **Waste management**, v. 37, p. 104-115, 2015.

BEYENE, H. D.; WERKNEH, A. A.; AMBAYE, T. G. Current updates on waste to energy (WtE) technologies: a review. **Renewable Energy Focus**, v. 24, p. 1-11, 2018.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Dispõe sobre a Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm> Acesso em: 25 set. 2021.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. **Atualiza o marco legal do saneamento básico e dá outras providências**. 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm. Acesso em: 25 set. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 316, de 29 de outubro de 2002**. Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/CONAMA/res/res02/res31602.html>>. Acesso em: 25 set. 2021.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM - CEMPRE. **Cempre Review 2019**. 2019. Disponível em: <www.cempre.org.br>. Acesso em: 25 set. 2021.

DEMAJOROVIC, J. Da política tradicional de tratamento do lixo à política de gestão de resíduos sólidos: As novas prioridades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 88-93, 1995.

GONÇALVES, A. T. T. **Potencialidade Energética dos Resíduos Sólidos Domiciliares e Comerciais do Município de Itajubá – MG**. Itajubá: UNIFEI, 2007. 190 p. Dissertação (mestrado) – programa de Pós-Graduação em Engenharia da Energia, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. AR 5 **Climate Change 2014**. Mitigation of Climate Change. Chapter 10 – Industry. 2014. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter10.pdf>. Acesso em: 25 set. 2021.

JUCÁ, J. F. T. *et al.* **Análise das diversas tecnologias de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão**. Jaboatão dos Guarapes, PE: Grupo de Resíduos Sólidos – UFPE, 2014.

LINO, F. A. M; ISMAIL, K. A. R. Evaluation of the treatment of municipal solid waste as renewable energy resource in Campinas, Brazil. **Sustainable Energy Technologies and Assessments**, v. 29, p. 19-25, 2018.

RAJAEIFAR, M. A., GHANAVATI, H., DASHTI, B. B., HEIJUNGS, R., AGHBASHLO, M., TABATABAEI, M. Electricity generation and GHG emission reduction potentials through different municipal solid waste management technologies: a comparative review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 79, p. 414-439, 2017.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Gabinete do Secretário e Assessorias. **Resolução SMA 079, de 04 de novembro de 2009**. Estabelece diretrizes e condições para a operação e o licenciamento da atividade de tratamento térmico de resíduos sólidos em Usinas de Recuperação de Energia – URE. Diário Oficial do Estado de São Paulo. São Paulo, 2009.

SEBASTIAN, R. M.; KUMAR, D.; ALAPPAT, B. J. A technique to quantify incinerability of municipal solid waste. **Resources, Conservation & Recycling**. v. 140, p. 286-296, 2019.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2017**. Brasília: Ministério das Cidades. SNSA, 2019. 194 p.

SOARES, R. R.; MIYAMARU, E. S.; MARTINS, G. Environmental performance of the allocation and urban solid waste treatment with energetic reuse through life cycle assessment at CTR – Caieiras. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 5, p. 993-1003, 2017.

TABASOVÁ, A.; KROPÁ, J.; KERMES, V.; NEMET, A.; STEHLÍK, P. Waste-to-energy technologies: Impact on environment. **Energy**, v. 44, n. 1, p. 146 – 155, 2012.

TISI, Y. S. A. B. **Waste-to-Energy**: recuperação energética como forma ambientalmente adequada de destinação dos resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro: Synergia, 2019.