



APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA CIDADE DE CAXIAS DO SUL

Evelyn Trentin Melek ^{a*}, Karen Menger da Silva Guerreiro ^b

^a Pós-graduada em Administração de Empresas pela Fundação Getúlio Vargas (FGV); bacharela em Administração pelo Centro Universitário da Serra Gaúcha (FSG).

^b Doutora em Administração pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Mestre em Administração pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); bacharela em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Informações de Submissão

*evelyn.trentin@gmail.com
Rua Prontolaje, 112/301 - Caxias do Sul - RS -
CEP: 95096-630

Palavras-chave:

Recuperação energética. Aproveitamento energético. Resíduos sólidos urbanos. Biogás. Incineração.

Resumo

O gerenciamento de resíduos sólidos urbanos (RSU) é um grande desafio para os gestores públicos. Com o aumento da população e do consumo de itens com vida útil cada vez menor, o número de resíduos gerados também cresceu de forma que é necessário pensar em alternativas para lidar com tal problema. Neste sentido, a recuperação energética de resíduos sólidos urbanos vem ganhando destaque como parte da solução, gerando receita e reduzindo consideravelmente a quantidade de rejeitos destinados aos aterros sanitários, aumentando sua vida útil. Entretanto, existem alguns limitadores para implementação dessas alternativas, que muitas vezes impedem sua realização. O presente estudo tem por objetivo verificar as possibilidades de se realizar o aproveitamento energético de RSU no município de Caxias do Sul. Para isso, foi realizada pesquisa documental e revisão bibliográfica, bem como entrevistas com responsáveis técnicos de projetos de recuperação energética de resíduos sólidos urbanos.

1 INTRODUÇÃO

Segundo um estudo realizado em 2015 pela CRVR – Companhia Riograndense de Valorização de Resíduos, cada gaúcho gera em torno de 305,15 Kg de lixo ao ano. Isso significa que são gerados, somente no estado do Rio Grande do Sul, mais de 3 bilhões de quilos de lixo por ano (GIRONDI, 2015). Este número aumenta a cada ano em virtude do

crescimento da população e aumento da geração de resíduos, que acontece em maior percentual em relação ao crescimento populacional, uma vez que também é fortemente impactado pelo comportamento social.

Hoje estão disponíveis no mercado um grande número de materiais descartáveis e/ou de menor durabilidade, aumentando o tamanho do problema da grande geração de resíduos (ABRELPE; PLASTIVIDA, 2012). Soma-se a isso a forma com que os resíduos são descartados e manejados, misturando-se diversos tipos e classes de resíduos, fazendo com que materiais orgânicos sejam contaminados e materiais que poderiam ser reciclados já não sirvam mais para este fim por estarem sujos e também contaminados com outros resíduos. Há no Brasil este problema cultural onde ainda não se separa efetivamente os resíduos de forma ampla, o que só agrava o problema do gerenciamento dos mesmos e da destinação ambiental, social e economicamente adequadas.

De acordo com estudo realizado pela ABRELPE e pela Plastivida (2012), o Brasil apresentava, naquele ano, 42% de inadequação de destinação de resíduos. No Rio Grande do Sul, 98 dos 497 municípios ainda não destinam corretamente seus resíduos para aterros sanitários (PEGRSM, 2015). A destinação final ambientalmente adequada é uma imposição legal e os estados precisam apresentar um planejamento neste sentido.

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), através da Lei 12.305/2010, deixa claro e não impede que se realize a recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos (RSU), desde que se atendam normas ambientais específicas. O objetivo deste trabalho é verificar as possibilidades de aproveitamento energético dos RSU na cidade de Caxias do Sul, trazendo, para isto, informações acerca dos tipos de tratamento e destinação, discorrendo sobre vantagens e desvantagens dos tipos de aproveitamento energético, quais são as dificuldades ou limitadores da implementação de um projeto neste sentido, a fim de responder se é possível realizar aproveitamento energético de RSU na cidade de Caxias do Sul.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A problemática da geração e destinação de resíduos sólidos urbanos (RSU) vem ganhando cada vez mais a atenção por sua importância e consequências, tanto ao meio ambiente quanto à própria economia e política do mundo inteiro. Conforme Barros (2012), os

países mais desenvolvidos perceberam essa questão mais cedo que os demais, como o Brasil, e estão muito à frente destes, uma vez que reconhecem e valorizam estes itens.

Para que se possa discorrer e ser claro a respeito de um tema, algumas definições se fazem necessárias. Neste caso, é preciso esclarecer o que são, de fato, resíduos sólidos. Barros (2012) explica que se trata de resíduos sólidos e semissólidos provenientes de atividades da comunidade, tendo origem doméstica, comercial, agrícola, de varrição, industrial e hospitalar. São objetos ou itens resultantes de atividades pelos quais a população está disposta a se desfazer, mas que não desaparece após a destinação. Diferentemente do termo “lixo”, o resíduo ainda possui alguma possível valorização. Guardabassio e Pereira (2015), a palavra “lixo” se refere a algo que não possui mais utilidade, enquanto resíduo é aquilo que ainda pode ser reutilizado como matéria-prima ou como composto orgânico para o solo. O lixo é aquele destinado à situação final, caso não exista tecnologia capaz de reaproveitá-lo e que seja economicamente e ambientalmente viável (BARROS, 2012). Guardabassio e Pereira (2015) citam que, no Brasil, apenas 1,4% das 189 mil toneladas de resíduos sólidos que são gerados diariamente são reciclados. Se fossem reaproveitados, esses resíduos poderiam gerar uma receita de aproximadamente oito bilhões de reais por ano.

Para melhor entendimento sobre o tema proposto, as seções subsequentes deste referencial teórico versam sobre as possibilidades de tratamento e destinação de resíduos sólidos urbanos e geração de energia.

2.1 Logística reversa

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, conceitua logística reversa como:

[...] instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada. (LEI 12.305/2010, Art. 3º, XII).

Na atualidade, observa-se um crescente número de compra de produtos em função de novas tecnologias e diversificações de itens. Dessa forma, o ciclo de vida mercadológica desses produtos tem sido cada vez menor, uma vez que não são utilizados em sua totalidade,

sendo substituídos por outros mais modernos e tornando obsoletos aqueles anteriores (LEITE, 2012). A principal função da logística reversa, diante deste cenário, é obter o retorno desses produtos obsoletos e dar a destinação adequada, retomando algum valor existente.

A população em geral já percebe os impactos da grande quantidade de produtos obsoletos e suas consequências, e por isso também se tornaram clientes mais exigentes. Assim, cabe às empresas modernas incluir a sustentabilidade ambiental em suas estratégias competitivas, como é o caso da logística reversa. Conforme esclarece Philippi Jr. (2012), são diversas as razões para as empresas adotarem a logística reversa. Dentre elas, destaca-se a recaptura de valor de componentes e materiais, a proteção da imagem da empresa e sua marca e o cumprimento da legislação. De forma gradativa, legislações ambientais vão sendo criadas para desobrigar os governos e responsabilizar as empresas pelo fluxo reverso dos seus produtos (LEITE, 2012).

Por fim, a Política Nacional de Resíduos Sólidos fala em responsabilidade compartilhada em relação ao ciclo de vida dos produtos, envolvendo toda a cadeia: fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e serviços públicos de limpeza, para que se minimize a geração destes resíduos, assim também reduzindo os impactos ao meio ambiente e à saúde humana (LEI 12.305/2010).

2.2 Aterros

Constitucionalmente, as prefeituras são responsáveis pelos serviços de limpeza pública. Assim, caberia também ao poder público incentivar e difundir à população ações que visem reduzir a quantidade de resíduos gerados e seus possíveis destinos para reaproveitamento, com a reciclagem (BARROS, 2012). Entretanto, sempre será necessária a existência de aterros, embora fosse fundamental que fossem em número bastante reduzido. Isto porque, mesmo após os tratamentos e reutilizações de resíduos, sempre há alguma sobra, que deveria estar inerte para ser destinada ao aterro. Inerte quer dizer que o resíduo foi devidamente tratado para que não seja nocivo ao meio ambiente (BARROS, 2012).

O aterro sanitário é uma obra de engenharia que depende de uma série de requisitos. Precisa atender normas e critérios específicos para sua implantação a fim de que não prejudique o solo e o meio ambiente, reduzindo odores e outros inconvenientes (ABRELPE; GO ASSOCIADOS, 2015). Nos últimos anos foram feitos alguns progressos em relação à

adequação de aterros sanitários, mas ainda existem aterros controlados e a céu aberto (lixões) em grandes quantidades no mundo inteiro, o que gera grandes impactos ambientais. De acordo com Barros (2012), há algumas alternativas para a destinação correta dos resíduos, que não o simples depósito em aterros: segregação dos diversos componentes do lixo para fins de reciclagem e compostagem; ou a incineração, que visa a redução do volume e à inertização do resíduo com possível recuperação de energia.

Em resumo, os aterros sanitários, por mais que sejam considerados adequados, trazem impactos negativos ao meio ambiente e à saúde humana, além de demandarem enormes áreas para sua utilização. No Brasil os aterros sanitários ainda são maioria na questão da destinação final de resíduos sólidos (BARROS, 2012).

2.3 Compostagem

Uma opção bastante viável para a matéria orgânica dos resíduos sólidos urbanos é a compostagem. Esta técnica é conhecida e utilizada em caráter semi-artesanal em pequenas cidades ou cidades com pouca renda. Para trabalhar com compostagem em escalas maiores, são necessárias tecnologias e organizações mais estruturadas, tendo um cuidado maior em relação à qualidade do composto resultante (BARROS, 2012).

Através de processos biológicos e químicos controlados, a compostagem consiste em transformar o material orgânico dos RSU em um condicionador orgânico chamado de composto.

Dito de outra forma, a compostagem é um processo controlado de estabilização de resíduos orgânicos promovido por uma colônia mista de microrganismos normalmente aeróbios, e que envolve a ação humana para acelerar a decomposição destes resíduos, através da manipulação dos vários materiais e do próprio processo, obtendo assim um produto bastante útil. (BARROS, 2012, p. 301).

O método da compostagem é bastante recomendado, uma vez que diminui a quantidade de resíduos orgânicos que precisariam ser dispostos em local adequado e também pelo composto resultante, insumo que pode ser comercializado e utilizado para desenvolvimento e preservação de vegetações (BARROS, 2012).

2.4 Reciclagem

A reciclagem envolve a valorização de resíduos. Quando se fala em redução de geração de resíduos, pensa-se que devem ser reciclados através de reutilização ou de recuperação dos mesmos, fazendo com que vá para destinação final em aterros o mínimo possível de resíduos (BARROS, 2012). O item XIV do artigo 3º da Lei nº 12.305/2010 conceitua reciclagem como “processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, (...)”. Barros (2012) explica que a reciclagem é o processo de reintrodução de parte da matéria no sistema econômico, evitando que se tornasse lixo e ficasse, portanto, inaproveitada.

Para fazer reciclagem, os RS são separados, coletados e processados; assim desviados, são usados como matéria-prima na manufatura de bens, feitos anteriormente com matéria-prima virgem, desse modo aliviando o comprometimento dos recursos naturais devido às várias etapas do processo de consumo [...]. (BARROS, 2012, p. 254).

Dentre os materiais que podem ser reciclados, os mais comuns incluem papel, papelão, plásticos e metais. Importante ressaltar que, para que ocorra o processo de reciclagem, os municípios precisam dar condições para que a população descarte seletivamente os materiais, o que inclui reservatórios adequados, lugares definidos para descarte, frequência adequada de recolhimento e condições econômicas, remuneração justa e campanhas de conscientização (BARROS, 2012).

2.5 Incineração

A incineração é um método utilizado para reduzir os resíduos sólidos em peso e volume através de combustão controlada e monitorada, para posterior disposição final do material resultante, já inerte (BARROS, 2012). Esta é a técnica indicada para resíduos perigosos, e exige a existência de grande quantidade de materiais secos que queimam com mais facilidade, como papel e plástico.

Reduzindo os RS em até 70% em peso e até 90% em volume, a incineração é uma opção que diminui os custos totais da gestão de resíduos, necessitando de quantidades menores de áreas de aterros para disposição final. Entretanto, por ser uma tecnologia de tratamento de resíduos e não disposição final, sempre dependerá de aterramento final (BARROS, 2012).

Através deste método é possível a recuperação de energia, uma vez que “o vapor produzido a partir do resfriamento dos gases de combustão é aproveitado para geração de energia elétrica, aquecimento industrial ou calefação domiciliar.” (BARROS, 2012, p. 294). Entretanto, como o resultante da incineração não é o desaparecimento dos resíduos e sim sua mudança de estado para gases como CO₂, SO₂, N₂ e O₂, estes resultantes acabam por causar problemas à poluição atmosférica, liberando, por exemplo, substâncias cancerígenas como dioxinas e furanos, dependendo do tipo de resíduo que está sendo incinerado (BARROS, 2012). Contudo, são partes integrantes do processo os equipamentos de controle de poluição, que objetivam dar conta dos cuidados com as emissões de gases e de material sólido como rejeito. Tais equipamentos encarecem o tratamento, e os resultados dos impactos acumulados ainda é alarmante.

Trata-se de uma alternativa bastante polêmica, pois, apesar de demandar menor quantidade de área de aterramento, ainda oferece riscos ambientais do próprio processo. Os defensores do método destacam como vantagens a possibilidade de se gerar energia através da incineração e a logística.

2.5.1 Recuperação energética dos RSU através da incineração / *Mass Burning*

A recuperação energética depende de alguns fatores como a composição, a umidade e o poder calorífico dos RSU, podendo acontecer de duas maneiras: com excesso de oxigênio ou com déficit de oxigênio no processo (gaseificação/pirólise), sendo o modo mais utilizado mundialmente e menos custoso o modo com excesso de oxigênio, que vem a ser a incineração ou *Mass Burning* (ABRELPE; PLASTIVIDA, 2012).

Neste método, os resíduos não precisam passar por nenhum pré-tratamento, sendo armazenados num fosso, onde, através de grandes garras, são dosados em um sistema alimentador de fornos ou caldeiras que farão o processo de incineração, cujos tubos gerarão

vapor em altas temperaturas e pressão para serem utilizados em geradores de energia elétrica ou para se realizar uso térmico (ABRELPE; PLASTIVIDA, 2012).

Em relação aos poluentes resultantes do processo de incineração *Mass Burning*, a ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – e a Plastivida explicam que:

Antes de serem lançados na atmosfera, os gases decorrentes do processo de combustão passam por uma série de sistemas de controle ambiental para abatimento dos poluentes. As emissões exigidas para o *Mass Burning* são as mais restritivas entre todas as fontes de geração de energia (carvão, bagaço de cana, óleo combustível e gás natural). (ABRELPE; PLASTIVIDA, 2012, p. 11).

Na Europa e na Ásia encontram-se as melhores referências no método *Mass Burning*, bem como o que há de mais avançado em termos de legislação ambiental no sentido de sempre buscar melhorar o processo, visando a segurança para o meio ambiente e a maturidade tecnológica necessária (ABRELPE; PLASTIVIDA, 2012). A ABRELPE e a Plastivida (2012) citam diversas vantagens do método, dentre os quais se destacam:

- a) aumento da vida útil dos aterros em função da redução dos rejeitos resultantes do processo, diminuindo em 90% seu volume e 75% em peso;
- b) otimização da logística de transporte, por poderem ser instalados em locais não muito distantes dos centros urbanos;
- c) ser uma solução de saneamento básico, uma vez que evita efeitos indesejáveis da disposição inadequada de resíduos em aterros e lixões, como contaminação do solo, geração de gás metano e transmissão de doenças;
- d) diminuição de gases de efeito estufa.

É importante ressaltar e relembrar que este processo está de acordo com os objetivos e diretrizes do PNRS, que define como destinação final ambientalmente adequada:

[...] destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos. (LEI 12.305/2010, Art. 3º)

Ainda, cabe reforçar que esta é uma solução de saneamento básico, e que a geração de energia é um subproduto, o que difere as Usinas de Recuperação Energética de RSU das Usinas Hidrelétricas e Termoelétricas.

2.6 Geração de energia elétrica através do biogás

Segundo o MMA – Ministério do Meio Ambiente, através do PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (2010) no glossário do Resumo Executivo relativo a um estudo de potencial energético, o biogás é definido como “gás produzido na fase de gaseificação do processo de digestão – degradação anaeróbica da matéria orgânica” e é uma fonte de energia renovável.

Há poucos incentivos ainda no Brasil para geração de energia elétrica através de outras fontes que não as tradicionais – hídricas. Tanto o poder público quanto o privado demonstram pouco interesse em função de algumas características como o alto custo e a insuficiente capacidade de pesquisas tecnológicas, além de restrições das próprias regulamentações (MMA; PNUD, 2010). Todavia, apesar do custo elevado, a geração de energia através do biogás é uma fonte de receita pela comercialização desta energia e também pela comercialização de créditos de carbono.

Uma usina térmica movida a biogás pode ser do município ou ainda uma usina de um autoprodutor, atendendo a necessidade de consumo do próprio produtor, podendo ser comercializada caso haja excedente de energia, sendo autorizado pela ANEEL (MMA; PNUD, 2010). No caso de ser municipal, a energia destinar-se-ia à demanda do próprio município.

Gomes, Mancio e Schmeier (2016) explicam que esta forma de aproveitamento energético ainda é pouco utilizada no Brasil levando-se em consideração que a maioria da população brasileira está concentrada nos centros urbanos. Assim, o aproveitamento do biogás poderia ser muito maior. Eles esclarecem que isso não acontece devido ao fato de que a maior fonte de energia utilizada no país ainda é hidrelétrica, representando 65,2% em 2014. No entanto, esta é uma realidade que estará se alterando nos próximos anos, visto que é diretamente impactada pelas restrições ambientais cada vez mais expressivas em relação às construções de hidrelétricas, bem como a diminuição da disponibilidade de recursos hídricos,

o que faz com que precisem ser acionadas usinas térmicas para abastecimento de energia, o que impacta negativamente nos custos de produção, encarecendo a energia para a população. (GOMES; MANCIO; SCHMEIER, 2016). O estudo de Gomes, Mancio e Schmeier (2016) demonstra que a geração de biogás é uma fonte alternativa de aproveitamento energético para o Brasil, mas que ainda apresenta algumas questões a serem esclarecidas nos quesitos técnicos, regulatórios, operacionais e institucionais para viabilizar o uso dessa tecnologia no país.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa se caracteriza como qualitativa e documental, uma vez que trata do tema através de revisão bibliográfica, dados informativos do município de Caxias do Sul, do estado do Rio Grande do Sul e do Brasil como forma de demonstrar que a problemática não se restringe apenas à cidade e sim ao país como um todo. A pesquisa documental, conforme Mascarenhas (2012) caracteriza-se pelo uso de informações registradas em documentos, como por exemplo, documentos oficiais disponibilizados por órgãos públicos.

Como forma de coleta de dados, além da pesquisa documental, este estudo busca conhecer a realidade da gestão de resíduos sólidos urbanos do município através de entrevistas com a coordenação da CODECA – Companhia de Desenvolvimento de Caxias do Sul, empresa responsável pelo gerenciamento dos resíduos produzidos pela população da cidade. Segundo Barros e Lehfeld (2007, p. 109), a entrevista dá “oportunidade de obter dados relevantes e mais precisos sobre o objeto de estudo.” A mesma foi realizada na sede da empresa com o engenheiro civil e supervisor técnico, que atua há 18 anos na instituição.

Foram pesquisadas outras empresas que atuam com aproveitamento energético em Minas do Leão no estado do Rio Grande do Sul, além de uma empresa que possui projeto pronto para aproveitamento energético de RSU através de incineração, no município de Barueri, estado de São Paulo. Na unidade de Minas do Leão foi contatado o gerente de operações, que atua profissionalmente com biogás há mais de 10 anos. Oceanógrafo, engenheiro ambiental e mestre em tecnologias ambientais, o gerente respondeu um questionário aberto sobre a usina de Minas do Leão, sua capacidade de geração de energia, vantagens, desvantagens, limitadores do projeto e opiniões sobre o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. À URE Barueri foi enviado breve questionário e contatos por telefone, mas

não houve retorno em tempo hábil para esta explanação. Por isso, foram utilizadas informações disponibilizadas no site da empresa e da própria usina.

Trata-se de um estudo de caráter exploratório, posto que investiga como ocorre um determinado fenômeno numa região previamente escolhida, apresentando, desta forma também, características de um estudo de caso do município. Para tal, foi pesquisado acerca das formas de tratamento e destinação final dos RSU, quais dessas formas são utilizadas atualmente na cidade de Caxias do Sul e se existe atualmente alguma forma de aproveitamento energético destes resíduos no município e, se não existe, quais seriam as possibilidades e quais seriam os limitadores da implementação de um programa de recuperação energética na cidade em questão.

Por fim, como forma de analisar os dados coletados em documentos, artigos científicos, legislações e entrevistas, foi utilizada a técnica de análise de conteúdo, pois pensou-se ser a técnica mais assertiva para o tipo de estudo exploratório.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

De acordo com o Programa Estadual de Gestão dos Resíduos Sólidos no Âmbito Municipal – PEGRSM (2015), num levantamento realizado em 2014, dos locais de disposição final de resíduos em operação, o estado do Rio Grande do Sul contava com 19 aterros sanitários adequados licenciados e 41 inadequados como aterros controlados e lixões, que não possuem licenciamento pelos órgãos ambientais como a FEPAM. A proposta do PEGRSM para reduzir este problema até eliminá-lo é a criação de aterros sanitários licenciados de menor porte para atender aos municípios com menor demanda. Propõe ainda que esses municípios, com o apoio da Secretaria do Meio Ambiente, criem projetos de coleta seletiva e compostagem orgânica para diminuir o volume a ser depositado nos aterros sanitários.

Apesar de ser considerado ambientalmente adequado enquanto destinação final de resíduos sólidos urbanos, o aterro sanitário não é a solução ideal, uma vez que requer grandes espaços de um solo que precisa atender determinadas características e demandar uma série de procedimentos. Ainda assim, todo tipo de pré-tratamento de resíduos gerará rejeitos que precisam de um destino adequado, que vem a ser o aterro sanitário. Dito isso, cabe ressaltar que algumas opções descritas neste estudo resultam em relevante redução do volume de resíduos inertes, o que faria com que a vida útil dos aterros sanitários existentes fossem mais

longas e se reduziria a quantidade de aterros sanitários necessários futuramente. A figura 1 apresenta o fluxo de serviços de limpeza urbana de acordo com a PNRS, para facilitar o entendimento:

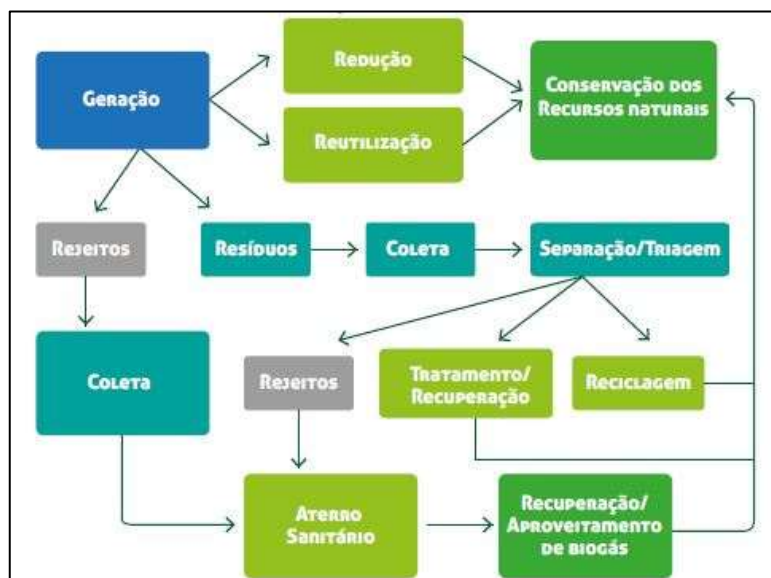


Figura 1: Fluxo de serviços de limpeza urbana conforme PNRS
Fonte: ABRELPE e GO Associados (2015)

As alternativas exploradas neste estudo estão contempladas nas fases de tratamento e recuperação/aproveitamento do fluxo apresentado na figura; opções que são amparadas pela PNRS enquanto destinações finais ambientalmente adequadas.

4.1 Compostagem

Embora pareça uma opção mais simples de ser implantada, a compostagem orgânica poderia ser realizada em maior escala no estado. Dados fornecidos pelo Ministério do Meio Ambiente em 2012 apontam que mais de 50% dos resíduos gerados no Brasil são compostos de matéria orgânica, entretanto, a utilização da compostagem ainda é tímida. Muito se dá pela forma de coleta dos resíduos no país, devido ao fato de o resíduo orgânico não ser coletado separadamente – no caso o resíduo orgânico puro, não misturado a outros resíduos que o contaminam. Dessa forma, acabam sendo destinados diretamente aos aterros sanitários (ABRELPE; GO ASSOCIADOS, 2015). O Plano Estadual de Resíduos Sólidos – PERS (2014) prevê que em 2019 o estado do Rio Grande do Sul esteja gerando em torno de 386.559

toneladas/ano de composto orgânico, num planejamento que vai até o ano de 2034, onde se prevê um potencial de 605.438 toneladas/ano deste composto, gerando aproximadamente 22 milhões de reais. Em relação a este planejamento, o PERS-RS explica que:

Durante a implementação do PERS-RS está prevista a realização de estudo de seleção de tecnologias e de viabilidade técnica econômica para a recuperação da fração orgânica do RSU, a serem consolidados nos planos de cada região. Considerando-se a compostagem como tecnologia para a recuperação orgânica de RSU deve ser implantada a segregação e a coleta diferenciada dessa fração para destinação às usinas de compostagem, devendo os custos relacionados a esses serviços estarem incluídos na taxa de limpeza urbana. (PERS-RS, 2014, p. 447-448).

Em entrevista com o supervisor técnico e engenheiro civil da CODECA – Companhia de Desenvolvimento de Caxias do Sul, o mesmo apresentou exemplos de países que trabalham com a compostagem e que geram um volume significativo de composto orgânico para comercialização e uso na vegetação local. Um exemplo bastante interessante e considerado por ele como um modelo do que se tem hoje em termos de tecnologias de tratamentos de RSU é o encontrado no Canadá, numa cidade chamada Edmonton, onde há em operação um local de grande extensão que atua como diversos tipos de tratamentos dos RSU, desde compostagem até aproveitamento energético através de incineração, produção de biodiesel e logística reversa para algumas empresas. Eles recebem resíduos do Canadá e possuem o maior centro de compostagem do mundo. No mesmo local é feita a reciclagem de algodão, madeira e outros. Todo o tipo de resíduo é recebido neste local e tudo é aproveitado, sobrando apenas rejeitos dos processos.

4.2 Biotérmica Minas do Leão

Uma forma de aproveitamento energético encontrado no estado do Rio Grande do Sul é a usina biotérmica instalada em Minas do Leão, a 80 km de Porto Alegre. O projeto do aterro sanitário foi favorecido pela área de mineração do carvão, além de uma adequada condição hidrogeológica para sua segura implantação. A Central de Resíduos do Recreio dispõe de 73 hectares para receber os resíduos de Porto Alegre e mais 130 municípios do estado e foi projetada para 23 milhões de toneladas em sua capacidade total (CRVR, 2016; SETOR ENERGÉTICO, 2016). Em 2007 a CRR foi autorizada a realizar captura e queima

controlada de biogás, reduzindo aproximadamente 170 mil toneladas de CO₂. A capacidade da biotérmica pode chegar a 17 MW, que atenderia um município de cerca de 200 mil habitantes (SETOR ENERGÉTICO, 2016).

A usina biotérmica de Minas do Leão é um empreendimento totalmente privado, do Grupo Solví e Copelmi Mineração, controlado pela CRVR – Companhia Riograndense de Valorização de Resíduos e seu aterro foi um dos primeiros a obter crédito de carbono no Brasil (GRUPO SOLVÍ, 2016). Para sua implementação foram investidos 28,5 milhões de reais com financiamento do BNDES. O gerente de operações da Solvi Participações esclareceu algumas questões sobre a usina, explicando que não houve limitadores para a construção e início das operações da usina, mas que encontraram alguma dificuldade em relação ao licenciamento pelo fato de ser uma tecnologia nova no estado do Rio Grande do Sul. A unidade de Minas do Leão foi a primeira Usina Termelétrica do estado e apresentou dificuldade na conexão com a concessionária de energia. Apesar disso, atualmente a UTE está em funcionamento com 6 motores geradores instalados em contêineres, gerando 8,55MW/h de energia, o suficiente para atender a demanda de cerca de 100.000 habitantes. O engenheiro destacou que essa tecnologia produz energia limpa e estabilidade da rede, não apresentando nenhuma desvantagem.

Em relação a outras tecnologias de recuperação energética, o engenheiro ambiental da Solví expõe que a empresa tem projetos, mas nada implantado. Ele defende que, devido ao fato de o Brasil ainda contar com muita destinação inadequada de resíduos (aproximadamente 50% de lixões), o foco deve ser inicialmente mudar este cenário, e que o aterro sanitário ainda é o mais barato e mais bem aceito no âmbito nacional. Por fim, opina que cada município deve ser estudado separadamente, pois existem aqueles em que o aterro sanitário se torna inviável devido às características topográficas e de terreno (Amazônia, por exemplo), outros pela distância do aterro sanitário que o torna cada vez mais caro (cidade de São Paulo, por exemplo). Para ele, o ideal seria que fosse para os aterros sanitários somente aquilo que não é aproveitável.

Muitos resíduos depositados em aterros sanitários geram gás metano durante sua decomposição, e este gás acaba sendo lançado na atmosfera, o que é mais prejudicial ao meio-ambiente do que o dióxido de carbono (CO₂). Uma usina como a de Minas do Leão, que realiza a queima controlada do biogás ajuda a minimizar a emissão de gases de efeito estufa e gera energia.

4.3 Incineração – projeto URE Barueri

Em relação à recuperação energética através de incineração, um projeto pioneiro no Brasil é o projeto URE Barueri. A Usina de Recuperação Energética de Barueri está projetada para tratamento térmico de até 825 toneladas de resíduos por dia. No bunker de recepção, os resíduos sólidos são transportados por guindastes até a câmara de combustão. Após a queima os gases são resfriados a ar, removendo, efetivamente, componentes ácidos, metais e dioxinas dos gases de combustão. Em seguida, através de filtros específicos, são retiradas poeiras e partículas (URE BARUERI, 2016; FOXX HAZTEC, 2016).

Esta unidade terá capacidade para gerar em torno de 17 MW de energia elétrica, o suficiente para abastecer 80 mil residências, ou 240 mil habitantes, sendo que 87% da energia produzida será fornecida para a rede de energia. O início das operações estava previsto para o ano de 2016, porém até o momento não está em funcionamento.

As emissões de gases de efeito estufa e outros tipos de gases é um dos principais motivos da polêmica que envolve este tipo de tratamento de resíduos, por isso existe um controle muito grande e muito rígido. O projeto da URE Barueri segue padrões exigidos por convenções internacionais (ONU). O objetivo desta unidade é solucionar o problema dos passivos ambientais de forma que se gere energia elétrica e aumente o tempo de vida útil dos aterros sanitários, uma vez que os atuais aterros estão comprometidos, existe escassez de locais adequados para construção de novos aterros e seus custos estão cada vez mais elevados em função da distância em que estão localizados.

4.4 Perspectivas para o município de Caxias do Sul

Em Caxias do Sul, a empresa responsável pela limpeza urbana, pavimentação e obras é a CODECA – Companhia de Desenvolvimento de Caxias do Sul. Como forma de conscientizar a população, a CODECA trabalha com projetos em escolas públicas municipais e com troca de resíduos secos recicláveis por alimentos. Segundo dados divulgados no Plano

Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Sul – PERS-RS (2014), Caxias do Sul possui 530.000 habitantes, sendo a segunda cidade mais populosa do estado. Está entre as dez cidades que mais geram resíduos no estado e é um dos municípios que possui destinação de RSU ambientalmente adequada e licenciada. Ainda conforme o PERS-RS (2014), Caxias do Sul conta com 19 entidades como associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis, abrangendo em torno de 332 catadores organizados. Esses dados referem-se apenas aos catadores vinculados a alguma entidade.

Os catadores de materiais recicláveis possuem um papel importante no gerenciamento dos resíduos de um município e, conforme mencionado em entrevista com a CODECA, sentem-se ameaçados quando se trata de alternativas como incineração para recuperação energética. Uma vez que o processo exige a presença de materiais com poder calorífico, os catadores sentem que podem acabar perdendo parte de seu mercado.

O que o engenheiro da CODECA considera como ideal de solução para a cidade de Caxias do Sul é o tratamento mecânico biológico, que consiste em separar tudo o que é resíduo seco e reciclar, tudo o que for orgânico escolher entre compostagem, digestão anaeróbia, etc., e por fim, tudo o que for rejeito ser destruído termicamente produzindo energia.

4.4.1 Coletas e destinação dos resíduos em Caxias do Sul

Caxias do Sul trabalha atualmente com a coleta seletiva de resíduos, além de contar com um ecoponto onde a população pode descartar lixo eletrônico e outros tipos de materiais que não podem ser misturados por conterem produtos perigosos e prejudiciais ao meio-ambiente. Em relação ao lixo orgânico, o entrevistado esclarece que é preciso entender que há diferença: lixo orgânico puro é aquele resíduo que é biodegradável, que pode ser usado para fazer compostagem e biodigestão. Essa diferenciação é importante para se entender com que tipo de resíduo é possível fazer determinado tratamento. O lixo orgânico como é coletado atualmente no município contém outros resíduos misturados que contaminam os demais, impedindo que estes sejam transformados em compostos orgânicos. O mesmo ocorre com o lixo reciclável, que muitas vezes é recebido com outros resíduos que os contaminam, impedindo a reciclagem.

Atualmente, o lixo orgânico é coletado em Caxias do Sul diariamente nas áreas onde há coleta mecanizada – centro e bairros adjacentes – e três vezes por semana nos demais bairros e loteamentos. Isso soma cerca de 360 toneladas diárias, segundo o site da CODECA. Estes resíduos são enviados ao Centro de Tratamento de Resíduos Rincão das Flores, distrito de Vila Seca. Este depósito tem capacidade de armazenamento estimado em 30 anos, estando ativo desde 2010 (CODECA, 2016).

A ideia para melhorar a questão dos resíduos na cidade é fazer uso de um conjunto de tecnologias conforme cada tipo de resíduo. Na entrevista o engenheiro frisou diversas vezes que a solução é a não geração de resíduo, mas como isso praticamente não é possível então é necessário incentivar a diminuição dessa geração. Outro ponto destacado na entrevista se refere à separação correta dos resíduos. O município já conta com a coleta separada de lixo orgânico e reciclável, porém, para que se pudesse aproveitar melhor, seria necessário, por exemplo, que o lixo orgânico puro fosse coletado separadamente já na fonte, ou seja, que a população realizasse essa separação em suas residências e isso fosse coletado e destinado para uma usina de compostagem ou outra tecnologia como digestão anaeróbia. Assim também com o lixo seco, pois sendo separado corretamente na fonte sem mistura com outros materiais, será mais bem aproveitado para reciclagem, gerando menos rejeitos.

4.4.2 Biogás

A opção de aproveitamento energético através do biogás gerado pelo aterro sanitário é levada em consideração pela administração pública da cidade, tendo um projeto encaminhado e em vias de ter edital lançado para licitação. Por não ter a alta capacidade de investimento que o projeto exige, uma alternativa seria ceder o projeto para a iniciativa privada. Algumas comitativas de Caxias do Sul realizaram viagens a outros países a fim de conhecer as tecnologias existentes. No ano de 2015 uma companhia canadense contatou a prefeitura para apresentar sua tecnologia, com o intuito de ingressar no Brasil; as passagens foram pagas pela empresa canadense que realizou o convite, e a comitativa viajou no mês de junho.

O engenheiro da CODECA explica que o aterro sanitário gera gás metano, que é vinte vezes mais prejudicial ao meio ambiente do que o CO₂. Realiza-se uma espécie de queima deste gás, que se transforma em CO₂. Entretanto não se faz recuperação energética deste gás. O engenheiro diz que, ao início da operação da usina de energia a partir de biogás do aterro,

pensa-se que gerará no mínimo 5MW de energia, que provavelmente será destinada à rede de distribuição. O metano, de qualquer forma, está sendo produzido dia após dia, só precisa ser transformado em biogás e ser aproveitado em forma de energia elétrica.

4.4.3 Incineração

Em relação ao aproveitamento energético a partir da incineração, o entrevistado explica que essa tecnologia envolve altos custos, e este é um dos prováveis limitadores da implementação de projetos neste sentido. Para um município como Caxias do Sul se torna inviável economicamente, pois, além do alto custo, precisaria receber pelo menos 1000 toneladas de resíduos por dia, enquanto atualmente recebe em torno de 400 toneladas. Essa tecnologia assim como outras, são bastante caras para um município arcar sozinho, depende de investidores. O alto custo se deve, entre outros fatores, ao fato de a tecnologia ser importada.

4.4.4 Compostagem

Além da alternativa do aproveitamento do biogás do aterro sanitário, que está encaminhado, a compostagem seria outra alternativa viável para o município. Para essa opção, seria necessário que o resíduo orgânico puro fosse separado dos demais que o contaminam. A CODECA entende que isso envolve toda a comunidade, com estratégias de conscientização e a adaptação da forma de separação de lixo a que a população está acostumada. Poderia se iniciar em grandes geradores de resíduos como restaurantes, indústrias, etc., por exemplo. O entrevistado citou que está para ser lançada uma resolução do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente regularizando o uso de compostos orgânicos provenientes de resíduos orgânicos para a produção de alimentos. Isso certamente envolverá uma série de exigências quanto ao tratamento destes resíduos e processo de compostagem, mas valorizará a compostagem como forma de aproveitamento de resíduos orgânicos, incentivando sua prática.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todas as formas de tratamento e destinação de resíduos sólidos urbanos geram impactos ambientais e sociais, e devem ser analisados em suas particularidades, de forma que esses impactos prejudiquem o menos possível o meio ambiente e a população. Para que um projeto de aproveitamento energético de RSU seja aprovado em um município, muitas são as etapas a serem vencidas. Uma delas envolve a própria opinião dos habitantes da cidade através de audiências públicas, por exemplo. Outra fase se refere aos licenciamentos para construção e operação do projeto, o que por si só já é um processo demorado, quanto mais para projetos que envolvem novas tecnologias até então não utilizadas no município e/ou estado.

Existem muitas críticas em relação às tecnologias já adotadas em outros países, especialmente em relação à incineração. É preciso entender que cada tecnologia impacta o meio ambiente de uma forma, mas que existem inúmeras exigências para seu funcionamento, especialmente no que diz respeito à emissão de gases de efeito estufa e outros subprodutos do processo. Para se ter uma ideia, alguns países que atuam com esta tecnologia contam com um sistema em que são informados simultaneamente as emissões que estão ocorrendo no processo e, caso estejam fora dos padrões exigidos, o processo é interrompido. Dessa forma, entende-se que, sim, essas opções impactam o meio ambiente, mas se forem feitas da forma correta, atendendo padrões ambientais rígidos e monitorados, o saldo ainda é positivo.

Observa-se que a questão do aproveitamento energético de resíduos sólidos urbanos não é apenas uma questão técnica, mas sim social e política, em qualquer lugar. Para Caxias do Sul não é diferente. Após pesquisar exemplos existentes de tecnologias disponíveis para este fim e entrevistar técnicos especialistas no assunto, conclui-se que seria sim possível realizar a recuperação energética de RSU no município. Por já possuir um dos maiores aterros sanitários do estado, o município possui grande parte da “matéria-prima”, mas seria necessário poder contar com o recebimento de resíduos provenientes de outros municípios para que se viabilizasse o processo em função da quantidade de resíduos necessários. Este provavelmente seria um entrave, pois precisariam ser estudados os impactos ambientais, políticos e sociais do aumento de resíduos que o município receberia.

O licenciamento também poderia ser um complicador por tratar de novas tecnologias e, portanto, demandar mais tempo. Mas o principal obstáculo talvez seja o alto custo do investimento, que requereria parceria com a iniciativa privada. O projeto que existe para o aproveitamento energético do biogás já é um grande passo para Caxias do Sul, mas

tecnologias como incineração talvez levem mais tempo para serem realidade no Brasil. Em relação ao alto custo dessas tecnologias a nível Brasil, é preciso pensar que a construção e manutenção de uma hidrelétrica também envolve muito investimento, provavelmente mais do que um incinerador, além de depender de recursos hídricos que são cada vez mais limitados.

Inevitavelmente o Brasil terá que lidar com esta problemática do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. A extinção dos lixões e aterros não licenciados deve ser o primeiro passo, mas é preciso avançar nessa questão de forma a se destinar aos aterros sanitários somente o que não é possível aproveitar. Este estudo buscou explanar alternativas para solucionar este problema, limitando-se a abordar perspectivas para o município de Caxias do Sul e apresentando alguns exemplos existentes no Brasil. Em relação ao município, sugerem-se novas análises após início de operação de aproveitamento energético do biogás. Por ser um tema de extrema relevância para o mundo todo, é muito importante que existam novos estudos e pesquisas constantes.

6 REFERÊNCIAS

ABRELPE; PLASTIVIDA. **Caderno informativo: recuperação energética – resíduos sólidos urbanos**. São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/_download/informativo_recuperacao_energetica.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2016.

ABRELPE; GO ASSOCIADOS. **Estimativas dos custos para viabilizar a universalização da destinação adequada de resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo, 2015. Disponível em <http://www.abrelpe.org.br/arquivos/pub_estudofinal_2015.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2016.

BARROS, Aidil Jesus da Silveira; LEHFELD, Neide Aparecida de Souza. **Fundamentos de metodologia científica**. 3 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos. **Elementos de gestão de resíduos sólidos**. Belo Horizonte: Tessitura, 2012.

CODECA – COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE CAXIAS DO SUL. **As coletas**. Disponível em: <http://www.codeca.com.br/servicos_coletas_as_coletas.php>. Acesso em: 08 nov. 2016.

CRVR – COMPANHIA RIOGRANDENSE DE VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS. **Central de Resíduos do Recreio**. Disponível em: <<http://www.crvr.com.br/UnidadeMinasLeao.html>>. Acesso em: 03 nov. 2016.

FOXX HAZTEC. **Energia**. Disponível em: <<http://haztec.com.br/solucoes-ambientais-completas/index.php/solucoes/unidades-de-recuperacao-energetica>>. Acesso em: 18 out. 2016.

GIRONDI, Leomyr de Castro. **Disposição de resíduos sólidos urbanos no RS** – cenários e perspectivas. SEMINÁRIO DE GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS – CIDADE BEM TRATADA. Porto Alegre, 2015. Disponível em: <http://www.cidadebemtratada.com.br/wp-content/uploads/2015/05/cbt2015_19mai2015_10h45_CRVR.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2016.

GOMES, Luciana Paulo; MANCIO, Maurício; SHMEIER, Nara Paula. **Geração e uso de biogás a partir de resíduos sólidos urbanos**: revisão sobre os desafios e oportunidades de pesquisa e desenvolvimento. FÓRUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <<http://www.institutoventuri.org.br/7firs/br/trabalhos-cientificos.html>>. Acesso em: 25 out. 2016.

GRUPO SOLVÍ. Grupo Solví inaugura primeira termelétrica a biogás de aterro sanitário do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.solvi.com/gas-total/>>. Acesso em 11 out. 2016.

GUARDABASSIO, Eliana Vileide; PEREIRA, Raquel da Siva. Gestão pública de resíduos sólidos urbanos na região do grande ABC. **Gestão e Regionalidade**, v. 31, n. 93, p. 127-143, 2015.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística reversa na atualidade**. In: PHILIPPI JR, Arlindo (Org.). **Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. Barueri, SP: Manole, 2012.

LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 27 ago. 2016.

MASCARENHAS, Sidnei Augusto. **Metodologia científica**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Política nacional de resíduos sólidos**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; PNUD – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Resumo executivo** – estudo sobre o potencial de geração de energia a partir de resíduos de saneamento básico (lixo, esgoto), visando incrementar o uso de biogás como fonte alternativa de energia renovável. São Paulo, 2010.

PEGRSM – PLANO ESTADUAL DE GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO ÂMBITO MUNICIPAL. Porto Alegre, 2015. Disponível em: <<http://www.pers.rs.gov.br/documentos.html>>. Acesso em: 18 out. 2016.

PERS-RS – PLANO ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO RIO GRANDE DO SUL 2015-2034. Porto Alegre, 2014. Disponível em: <<http://www.pers.rs.gov.br/arquivos/ENGB-SEMA-PERS-RS-40-Final-rev01.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2016.

PHILIPPI JR, Arlindo (Org.). **Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. Barueri, SP: Manole, 2012.

SETOR ENERGÉTICO. **Usina biotérmica vai gerar energia limpa para região do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <<http://www.setorenergetico.com.br/energia/usina-biotermica-vai-gerar-energia-limpa-para-regiao-do-rio-grande-do-sul/5489/>>. Acesso em 11 out. 2016.

URE BARUERI. Disponível em: <<http://www.urebarueri.com.br/>>. Acesso em: 08 nov. 2016.