

## A COMPOSTAGEM COMO ALTERNATIVA DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS ORGÂNICOS – CONSIDERAÇÕES PARA PROJETOS FUTUROS DE UNIDADES DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM

Patrícia Tomedi Caprara (\*), Geraldo Antônio Reichert

\* Universidade de Caxias do Sul – pattytomedi@yahoo.com.br

### RESUMO

Com o aumento crescente da geração de resíduos sólidos urbanos, aliado à necessidade de dispor somente os rejeitos em aterros sanitários, faz-se necessário avaliar técnicas que contribuam para a destinação correta dos resíduos gerados no país. Os municípios brasileiros enfrentam atualmente um quadro deficiente em relação ao tratamento e a disposição final de seus resíduos. No Brasil, mais de 50% da composição dos resíduos urbanos é matéria orgânica suscetível a compostagem. Considerada por vários pesquisadores como uma das melhores alternativas, ou a melhor delas para o tratamento de resíduos orgânicos, a compostagem apresenta baixo custo e relativa simplicidade de operação. Ainda, unidades de triagem e compostagem dão ênfase a valorização dos resíduos, ou seja, a venda do composto obtido através da compostagem e a venda dos recicláveis obtidos nos processos de triagem. Dados recentes apontam que menos de 2% dos resíduos sólidos urbanos (RSU) tem tratamento por compostagem no Brasil. Nesta pesquisa buscou-se a opinião de diversos especialistas, técnicos e operadores da área de resíduos sólidos, a respeito de elementos e princípios que devam estar presentes em projetos futuros de unidades de compostagem para a realidade brasileira, buscando a não repetição dos erros do passado na utilização dessa tecnologia. Dentre os fatores que devem ser levados em consideração para projetos futuros de unidades de triagem e compostagem deve-se destacar a existência de coleta seletiva, da educação ambiental, da segregação na origem e de fontes de financiamento, que se inexistirem aumentam a probabilidade do insucesso não só do projeto, mas também da operação e manutenção dessas unidades.

**PALAVRAS-CHAVE:** opinião de especialistas, questionário, compostagem, projetos.

### INTRODUÇÃO

O aumento crescente da geração de resíduos sólidos urbanos nos municípios brasileiros vem ocasionando consequências graves ao meio ambiente. Uma das causas desta geração excessiva, deve-se a alguns fatores, os quais podemos citar: o desenvolvimento econômico do país e o aumento das taxas de venda e consumo, o que acarreta um agravamento nos problemas sanitários dos municípios devido a destinação incorreta dos resíduos sólidos ali gerados.

Mesmo após ser sancionada a Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010), que instituiu a Política Nacional dos Resíduos Sólidos no Brasil, muitos municípios brasileiros ainda não apresentam um sistema de tratamento e destinação final adequados. Uma das principais diretrizes estabelecidas por essa lei, o estabelecimento de uma ordem de prioridade em gestão e gerenciamento, que caracteriza a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

A destinação final ambientalmente adequada é descrita pela Política Nacional dos Resíduos sólidos, como a destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético, bem como 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 (BRASIL, 2010).

O problema maior no que se refere ao tratamento dos resíduos é falta de relação entre a comunicação e a percepção do poder público, isto é, o Brasil possui uma lei muito boa que descreve formas de tratamento e disposição final aos resíduos, mas essa não é aplicada, pois em muitos casos os gestores utilizam a forma mais barata de destinação (aterros sanitários) e não a maneira correta, uma vez que ainda há sistemas frágeis de controle.

De acordo com Kiehl (2004), a compostagem é um processo controlado de decomposição microbiana, de oxidação e de oxigenação de uma massa heterogênea de matéria orgânica no estado sólido e úmido. Mais de 50% da massa de resíduos gerados pelos municípios brasileiros, disposto em aterros sanitários é de origem orgânica biodegradável, resíduo este que poderia ser compostado, aumentando assim a vida útil dos aterros sanitários e também gerando renda com a venda do composto produzido (ABRELPE, 2013).

Nas unidades de triagem e compostagem, os resíduos provenientes da coleta são triados e selecionados por tipologia, sendo que os potencialmente recicláveis são comercializados ou doados, os resíduos orgânicos biodegradáveis são encaminhados para o processo da compostagem, e os rejeitos são encaminhados para aterros sanitários.

Segundo os dados fornecidos pela ABRELPE, os municípios brasileiros geraram, em 2012, aproximadamente 29.072.794 toneladas de resíduos orgânicos potencialmente recicláveis, sendo que 0,4%, ou seja, apenas 116.291,2 toneladas foram enviadas para unidades de compostagem para tratamento (ABRELPE, 2012). Observa-se que em 2013, o número fornecido pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, (SNIS) em relação a tratamento é bem menor, apenas 0,02% do resíduo orgânico biodegradável foi encaminhado para tratamento via compostagem, ou seja, apenas 10.676 toneladas.

Sabe-se que no Brasil as unidades de compostagem enfrentam problemas operacionais e de gestão, sendo que a maioria das plantas apresentam problemas de operação, ineficiências e baixa qualidade do composto, o que prejudica sua comercialização.

Lelis e Pereira Neto (2001), já apontavam que havia muita desinformação acerca deste sistema como alternativa para o tratamento dos resíduos sólidos urbanos no país que, aliado aos erros cometidos no passado e às falhas ainda presentes em projetos atuais, tem contribuído para que haja a formação de um pré-conceito sobre estes sistemas, o qual muitas vezes acaba não refletindo a realidade.

Maribondo *et al.* (1999), descrevem que no passado foram adquiridos projetos de países industrializados e com características de resíduos diferentes das nossas. Mais tarde, observou-se, ainda segundo os autores, que a maioria desses projetos estavam parados, desativados ou funcionando com baixa eficiência, chegando-se a conclusão que estes projetos não foram escolhidos para a realidade das condições técnicas, sociais e econômicas do país. Menciona também, que além destes fatores, a falta de recursos técnicos e financeiros, juntamente com a falta de compromisso político causou um efeito negativo não só com relação a novos projetos, mas também em relação com a política de reciclagem e compostagem no país.

Barreira (2005), concluiu em sua pesquisa que além das limitações impostas pela falta de coleta seletiva, o problema com a qualidade do composto produzido na unidade avaliada, também estavam associados às condições inadequadas do processo no pátio de compostagem, não à estrutura da unidade; problemas que facilmente se resolveriam com a introdução de maquinários simples para retirada de rejeitos, contaminantes e outras impurezas. O monitoramento da compostagem através de análises físicas, químicas e biológicas são extremamente importantes como forma de classificá-lo segundo a legislação para sua adequada utilização (REIS, 2005).

Observa-se que poucas são as referências e informações existentes em relação ao processo e o estado em que se encontram as unidades de triagem e compostagem no Brasil, por isso, a realização de estudos para identificação de novas diretrizes operacionais e novos critérios de projeto, que são fundamentais para que o uso da compostagem se consolide como uma técnica de tratamento de RSU no Brasil.

## OBJETIVO

Nesta pesquisa buscou-se conhecer, os elementos e os fatores que devem estar presentes em projetos futuros de unidades de compostagem para a realidade brasileira, sem que sejam repetidos os erros do passado na utilização dessa tecnologia, por meio da opinião de diversos especialistas, técnicos e operadores da área de resíduos sólidos.

## METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta pesquisa buscou-se na literatura dados sobre as unidades de triagem e compostagem no Brasil, e com os resultados obtidos, foi elaborado um questionário através do aplicativo virtual denominado Google Docs, contendo perguntas fechadas de escolha simples e questões abertas, onde os respondentes puderam contribuir com suas opiniões pessoais em relação ao tema abordado.

O objetivo principal desta pesquisa foi coletar o maior número possível de opiniões e críticas dos profissionais sobre aspectos por eles considerados importantes para a construção de projetos futuros de unidades de triagem e compostagem, visando o sucesso de tal empreendimento.

Antes de realizar o envio dos questionários, pré-testes foram realizados para validação do mesmo, sendo este enviado para profissionais da área de resíduos sólidos. As respostas obtidas nos questionários pré-testes não foram consideradas nos resultados da pesquisa. Após revisão originada no pré-teste o questionário ficou em condições de ser aplicado eficazmente na pesquisa (CHAGAS, 2000).

O questionário foi enviado em dois momentos, o primeiro envio foi em 1º de abril de 2015, com o envio de 468 e-mails, onde constava uma pequena introdução falando sobre a pesquisa e contendo o link de acesso ao questionário, com um prazo estabelecido de 20 dias para o retorno dos mesmos, este prazo não foi mencionado no e-mail, mas sim foi estipulado pelo próprio pesquisador.

O segundo envio foi feito após os 20 dias, sendo enviado novamente aos destinatários contidos no primeiro envio, sendo excluídos os que já haviam respondido o questionário no primeiro momento da pesquisa. Ressalta-se também que, para cada destinatário foi solicitado sugestões de contatos de profissionais que atuassem na área de resíduos sólidos e que possuíssem experiência com compostagem, ampliando a abrangência da pesquisa, somando-se então, juntamente com os novos contatos fornecidos, foram enviados no total 584 e-mails. Fundamenta-se o grande número de questionários enviados, pois, a proposta da pesquisa era buscar um número significativo e uma representatividade das respostas.

Os contatos dos profissionais foram retirados em lista e e-mail de diversas instituições que trabalham com resíduos sólidos, outros e-mails foram retirados de sites oficiais de municípios que possuem unidades de triagem e compostagem listados pelo Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos (SNIS, 2013), dando continuidade com a sugestão de contatos solicitada através do questionário, conforme **Tabela 1**.

**Tabela 1: Procedência dos contatos para a realização da pesquisa – Fonte: Elaborado pelo autor.**

ORIGEM	DESCRIÇÃO	Nº DE CONTATOS
SNIS 2013	Municípios que informaram ter unidade de compostagem, em 2013, segundo o Sistema de Informações em Saneamento do Ministério da Cidades	34
Prosab	Lista de participantes do Prosab – Programa de Pesquisas em Saneamento Básico, da Finep	88
CTRS ABES	Membros da Câmara Técnica de Resíduos da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental	139
Projeto BNDES	Participantes de estudos sobre rotas tecnológicas de RSU para o Brasil, patrocinado pelo BNDES em 2013	41
GT1 – PNRS/MMA	Lista de participantes do GT1 (Grupo Técnico 1) que trata da implantação da PNRS, no MMA	39
Curso DA	Lista de participantes em curso sobre viabilidade da digestão anaeróbia de RSU realizado em São Paulo em 2014	42
Curso Aterros	Lista de participantes em cursos sobre aterros sanitários proferido por um dos autores	30
Compostagem MMA	Lista de participantes sobre normalização da compostagem realizada em Brasília, no MMA, em 2014	39
Outros contatos	Contatos pessoais dos autores não presentes em nenhuma das outras listas	88
Novos contatos	Novos contatos fornecidos pelos respondentes no primeiro envio do questionário	44
<b>TOTAL</b>		<b>584</b>

Após a definição dos contatos ou entrevistados, deu-se continuidade à pesquisa, onde se partiu para a primeira avaliação sobre quais seriam as principais etapas da implantação de uma unidade de triagem e compostagem, que, segundo MMA (2010), podem ser divididas em duas fases principais, o planejamento e a implantação para a operação. Primeiro avaliou-se a fase de planejamento, após foi feita a avaliação da fase de implantação para operação, as quais ocorreram da seguinte maneira: foi solicitado aos respondentes que atribuissem notas de 0 a 5, considerando o grau de importância de forma ascendente, para cada etapa do processo. Foram propostos dez itens descrevendo as etapas de Planejamento e seis itens descrevendo a etapa de Implantação para a operação onde os respondentes deveriam realizar suas avaliações pessoais de quais seriam as etapas mais importantes (**Figuras 1 e 2**).

20. A implantação de uma unidade de compostagem pode ser dividida em duas etapas principais: o planejamento e a implantação para a operação, atribua uma nota levando em consideração o grau de importância das etapas do processo citadas abaixo:

a) Planejamento  
Marcar apenas uma oval por linha.

	0	1	2	3	4	5
diagnóstico da situação dos RSU	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
definição de objetivos e metas (curto e longo prazo)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
definição de projetos e ações para alcançar o objetivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
definição de estrutura física e gerencial	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
programas de capacitação técnica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
programas de educação ambiental	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
sistema de cálculo de custos e forma de cobrança	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ações para emergência	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
sistema de avaliação da eficácia através de indicadores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
elaboração de projeto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura 1: Modelo de questão aplicada para a fase de *Planejamento*  
Fonte: Elaborado pelo autor.

b) Implantação para operação  
Marcar apenas uma oval por linha.

	0	1	2	3	4	5
realização de obra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
capacitação da equipe envolvida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
articulação de parcerias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
negociação para venda do composto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
operação da coleta diferenciada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
operação das unidades	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

20.1 Justifique:

Figura 2: Modelo de questão aplicada para a fase de *Implantação para operação*  
Fonte: Elaborado pelo autor.

Objetivando-se buscar a opinião pessoal dos respondentes, realizou-se a seguinte pergunta: “Considerando o novo cenário nacional, onde a compostagem atenda a PNRS, que fatores você considera importantes para projetos futuros de unidades de triagem e compostagem?”.

Na próxima questão a ser respondida, os respondentes deveria fazer a escolha de método de compostagem por quantidade de habitantes que o município possui, observa-se que o número de habitantes que constituem uma cidade pode ser um fator significativo na hora do planejamento de uma unidade de triagem e compostagem, pois é através dela que será possível identificar a quantidade de resíduos que será gerada no município, juntamente com uma investigação social e econômica que levará ao gestor e ao projetista adotar uma técnica, e optar pelo melhor sistema disponível de acordo com a necessidade e os recursos da comunidade, sendo assim foi solicitado aos respondentes que descrevessem de modo geral, qual método de compostagem utilizariam para cada faixa populacional descrita, e a seguir justificasse a sua escolha, **Figura 3**.

22. Que método de compostagem você indicaria para cada faixa de população atendida descrita abaixo:  
 Marcar apenas uma oval por linha.

	1. Leira convencional aerada	2. Leira estática aerada	3. Compostagem em túnel ou garagem	4. "in vessel" ou reatores biológicos
< 5.000 hab.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5.000 a 15.000 hab.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15.000 a 40.000 hab.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
40.000 a 100.000 hab.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
> 100.000 hab.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura 3: Modelo de questão aplicada para método de compostagem por faixa populacional  
 Fonte: Elaborado pelo autor.

A utilização da técnica da compostagem resulta em um material caracterizado como composto, a produção de um composto orgânico de boa qualidade requer matéria orgânica não contaminada e que não seja compostada juntamente com substâncias tóxicas. O grau de qualidade do composto orgânico irá indicar seu uso mais apropriado (PEREIRA NETO, 1999). Para classificar a importância das características que um composto de qualidade deve apresentar, foi solicitado aos respondentes que atribuísem notas de 1 a 5, para cada característica fornecida na tabela, a seguir que se menciona outra característica que considerasse importante e que não se localizava na mesma **Figura 4**.

23. Considerando o grau de importância, atribua uma nota de 1 a 5 para as características que um composto de qualidade deva apresentar:  
 Marcar apenas uma oval por linha.

	1	2	3	4	5
umidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
concentração de NPK	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
coloração	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
tamanho das partículas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
teor de matéria orgânica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
quantidade de contaminantes (vidro, plásticos)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
inexistência de odor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura 4. Modelo de questão aplicada para método de compostagem por faixa populacional  
 Fonte: Elaborado pelo autor.

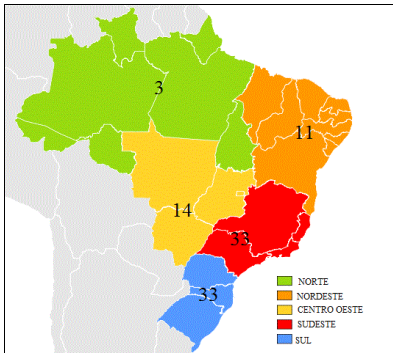
A normatização sobre a qualidade sanitária de um composto depende de legislação específica, que é variável em cada país. Pereira (1999), descreveu que, no Brasil, o composto orgânico dificilmente teria problemas de mercado, pois as opções de uso seriam variadas, destacando a importância da prefeitura no caso de sistemas municipais, como primeiro usuário do composto. Mas não é o que se observa atualmente, pois constata-se que um dos fatores para o abandono do processo é a falta de mercado para o composto.

Duas questões foram levantadas para finalizar a pesquisa, a primeira foi solicitada aos respondentes que ordenassem pelo grau de importância fatores que de alguma forma influenciam ou prejudicam a demanda do composto no Brasil e, foi solicitada a opinião dos respondentes sobre a existência de uma normatização específica para comercialização do composto no mercado brasileiro, seguindo com sua justificativa para tal.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

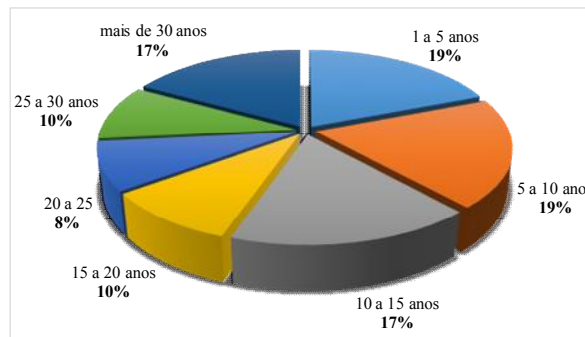
O ciclo de envio dos questionários e recebimento de respostas durou 20 dias em sua primeira fase. A segunda fase também teve a duração 20 dias entre envio e recebimento de respostas. Dos 468 e-mails enviados para a participação na pesquisa, 53 respondentes retornaram suas opiniões na primeira fase, sendo que na segunda fase onde foram enviados 584 e-mails, obteve-se o retorno de 44 respondentes.

Ao final somaram-se 94 retornos, salientando que o número elevado de questionários foi com o objetivo de se obter o maior número de respostas para melhor avaliação do tema proposto. Obteve-se respostas de profissionais de todas as regiões do Brasil, como observa-se na **Figura 5**.



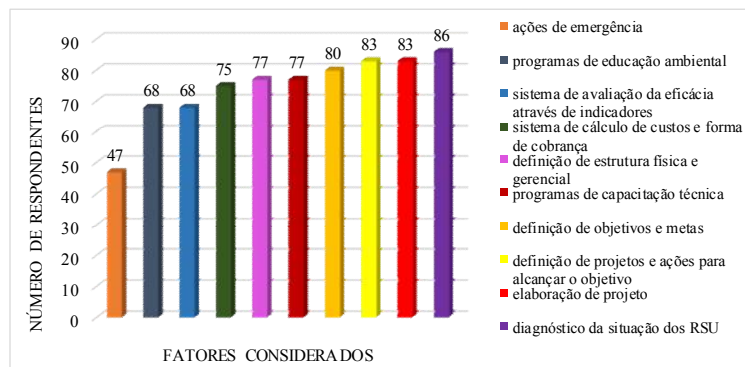
**Figura 5. Quantidade de respondentes por região do país**  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Observa-se que a predominância de respondentes é das regiões sul e sudeste, que são também as regiões que apresentam as melhores práticas de gerenciamento de RSU do país, com índices de iniciativas de coleta seletiva que ficam em 81,9% e 82,6%, respectivamente (ABRELPE,2013). Independentemente do número de respondentes por região nota-se que um dos objetivos da pesquisa pode ser observado, pois houve pelo menos um respondente de cada região do país. Constatou-se na pesquisa que o tempo de experiência profissional dos respondentes varia de 2 a 40 anos, conforme apresentado na **Figura 6**.



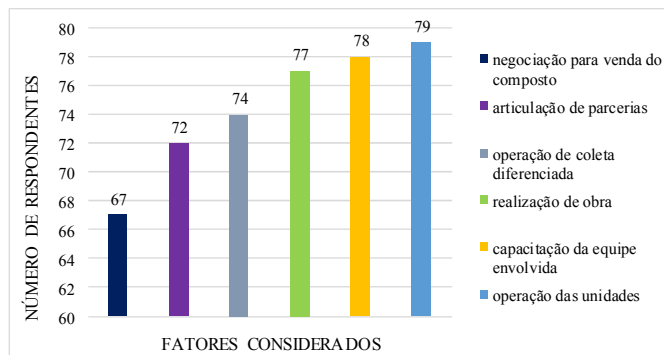
**Figura 6. Tempo de experiência profissional relatada pelos respondentes**  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Para qualificação e avaliação das respostas do questionário foi utilizado o método da frequência absoluta das variáveis, define-se frequência absoluta de um valor da variável como sendo o número de vezes que esse valor ocorre na amostra (MORAIS, 2005). Analisou-se a quantidade de vezes que as notas máximas 4 e 5 foram submetidas a cada fator, ou seja, para Planejamento (**Figura 7**) e para implantação para operação (**Figura 8**).



**Figura 7. Etapas do processo de planejamento qualificados pelos respondentes**  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Ao realizar a análise pela frequência absoluta das variáveis, percebe-se que os fatores que obtiveram menor nota na avaliação foram: *ações de emergência, programas de educação ambiental, sistema de avaliação da eficácia através de indicadores e sistema de cálculo de custos e forma de cobrança.*



**Figura 8. Etapas do processo de implantação para operação qualificados pelos respondentes**  
Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao realizar a análise dos dados das respostas sobre a etapa do processo de implantação, por meio da frequência absoluta das variáveis, percebe-se que os fatores que obtiveram menor avaliação foram: *negociação para venda do composto, articulação de parcerias e operação da coleta diferenciada.*

Em justificativa pela avaliação considerada, os respondentes descrevem em geral que “*não veem sentido em ranqueá-las, pois nenhuma das etapas é menos importante que a outra*” e, citam que, para que opere eficazmente, a implementação da coleta seletiva, juntamente com a educação ambiental, reforçado com a garantia permanente de recursos financeiros a fim de sustentar a implementação e operação da unidade, é essencial.

Observa-se na questão sobre os elementos considerados importantes pelos respondentes para projetos futuros de unidades de triagem e compostagem, que diversos fatores mencionados por eles aparecem repetidamente, foram listados no total 185 elementos, para melhor apresentação foram classificados pela frequência em que ocorreram nas respostas, e definidos como os de maior importância, **Tabela 2.**

**Tabela 2: Fatores descritos pelos respondentes como importantes para projetos futuros, considerando o novo cenário nacional. Fonte: Elaborado pelo autor.**

FATORES IMPORTANTES PARA PROJETOS DE UTC	FREQUÊNCIA
Planejamento Consistente e Projeto Adequado	20
Capacitação de Operadores e Gestores	16
Segregação na Origem	15
Educação Ambiental	13
Diagnóstico	11
Mercado para composto e recicláveis	10
Coleta Seletiva	9
Comprometimento da Gestão Pública	8
Eficiência Operacional	8
Fontes de Financiamento/Incentivos Governamentais	8
Comunicação Social	7
Aplicação da Legislação	4
Articulação com outros setores	4
Qualidade do composto	4
Aproveitamento de energia	2
Metas Claras	2
<b>TOTAL</b>	<b>141</b>

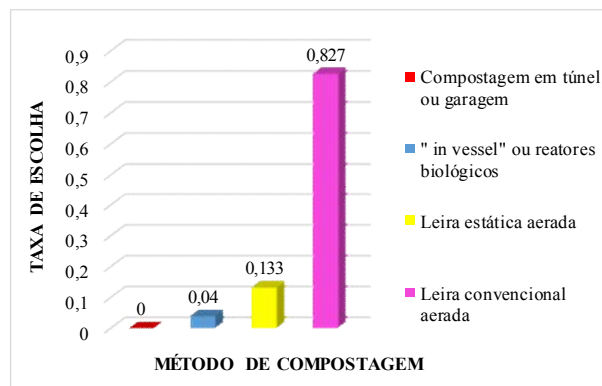
Outros fatores como: “*cobrança de tarifas que sustentem a operação e manutenção das unidades, credibilidade do projeto junto à população, existência de aterro de rejeitos, colaboração da população, demonstração das vantagens da*

*compostagem em relação aos aterros sanitários*”, foram citados pelos respondentes, não repetitivamente, mas devem ser levados em consideração na tomada de decisão sobre os fatores que devem ser incluídos na hora de projetar uma UTC, pois de acordo com Lelis e Pereira Neto (2001), locais onde se encontram unidades desativadas ou paralisadas foram locais onde não ocorreu trabalho de conscientização da população. Deve-se desenvolver programas de educação ambiental e estimular a participação da comunidade.

## MÉTODOS DE COMPOSTAGEM POR FAIXA POPULACIONAL

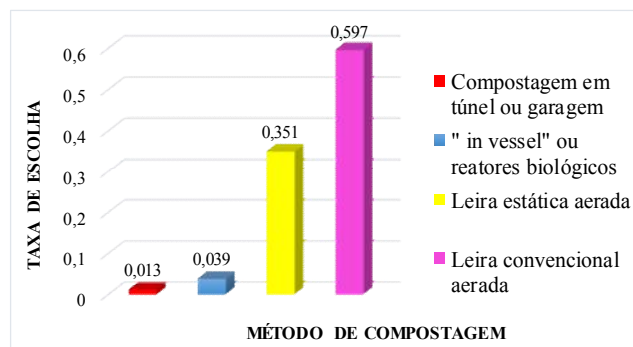
A caracterização prévia sobre a quantidade de resíduos gerados nos municípios antes do projeto e operação de uma unidade de triagem e compostagem é de fundamental importância, pois pode acarretar sérios problemas, como unidades que não atendam a capacidade projetada, ou então investir em uma unidade maior do que o necessário, onde estes recursos poderiam ser voltados a equipamentos e manutenção. É interessante observar a faixa populacional dos municípios a fim de caracterizar também qual método se adaptaria melhor as condições de cada local. Observa-se a escolha dos respondentes para cada faixa populacional atendida (**Figuras 9 a 13**).

Maribondo *et. al* (1999) citam que em locais onde não há existência de máquinas e equipamentos mecânicos para o processamento dos resíduos, necessitando de uso intensivo da força humana, o melhor método a ser utilizado é o de leiras convencionais aeradas, onde observa-se o emprego deste tipo de projeto em municípios de até 40.000 habitantes.



**Figura 9. Métodos de compostagem indicados pelos respondentes, por faixa populacional (< 5.000 hab.)**  
Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que, a medida em que a população aumenta, o método de compostagem escolhido também muda, onde observa-se que para faixas populacionais menores o método sugerido é “leira convencional aerada e leira estática aerada” (**Figuras 9 e 10**).



**Figura 10. Métodos de compostagem indicados pelos respondentes por faixa populacional (5.000 a 15.000 hab.)**  
Fonte: Elaborado pelo autor.

Como justificativa tem-se que os métodos: leira convencional aerada e leira estática aerada são mais economicamente viáveis e mais fáceis de serem operados, tendo em vista que em municípios menores as condições financeiras e os



recursos para implantação e manutenção também são menores. Sugere-se á municípios menores, segundo os respondentes que “*estes não devem investir isoladamente, e sim, agir em conjunto, e se possível amparados por municípios maiores através de consórcios intermunicipais*”.

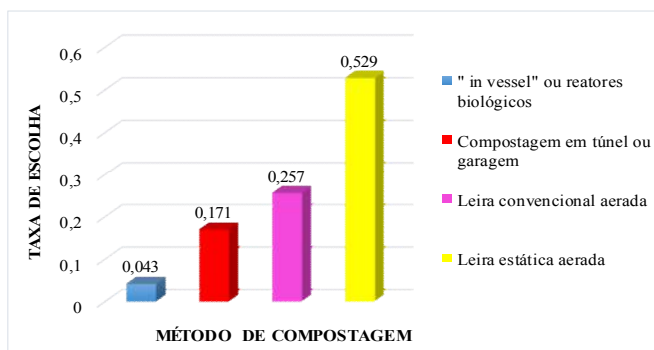


Figura 11. Métodos de compostagem indicados pelos respondentes por faixa populacional (15.000 a 40.000 hab.)  
Fonte: Elaborado pelo autor.

Em outro momento um dos respondentes cita que “*deve-se previamente considerar mais de uma opção, inclusive fazer análise técnica de viabilidade*”, e que “*é melhor começar com métodos simples e aprimorar à medida que a situação melhore como um todo, ou seja, ocorra a participação da população...*”.

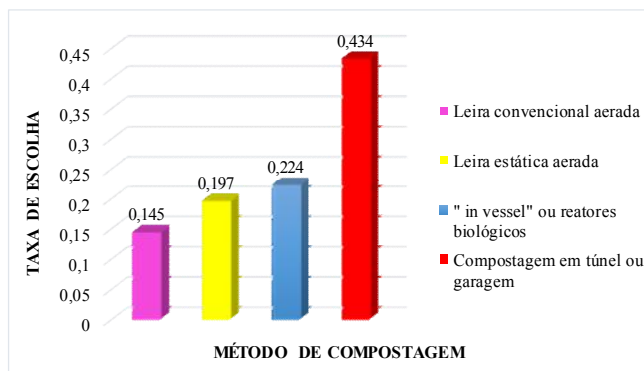


Figura 12. Métodos de compostagem indicados pelos respondentes por faixa populacional (40.000 a 100.000 hab.)  
Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que para a população compreendida entre 40.000 hab. a 100.000 hab. sugere-se preferencialmente o método de compostagem em “*túnel ou garagem ou “in vessel” ou reatores biológicos*”, (Figura 12), como justificativa pode-se ressaltar que através deste método pode-se realizar o aproveitamento do biogás, e em locais onde há ocorrência de muita chuva um sistema coberto tem grande vantagem operacional, inclusive na minimização do chorume, em contrapartida são sistemas com tecnologia mais cara.

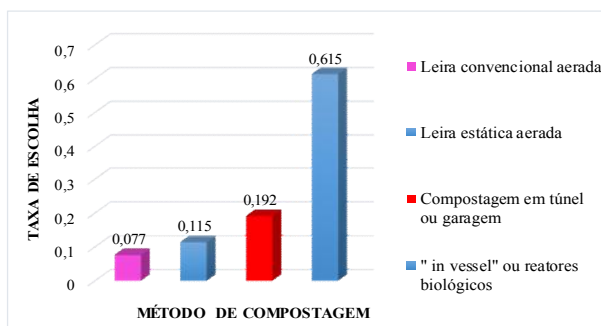


Figura 13. Métodos de compostagem indicados pelos respondentes por faixa populacional (100.000 hab.)  
Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a faixa populacional acima de 100.000 hab., sugere-se sistemas de reatores biológicos “in vessel”, (**Figura 13**) em justificativa, um dos respondentes cita que “*a princípio os reatores biológicos para RSU se viabilizam apenas para municípios de médio a grandes portes (acima de 400 mil hab.)*” e que “*quando aumenta a quantidade da população, aumenta a demanda de orgânicos, e a compostagem precisa ser mecanizada*”.

## CARACTERÍSTICAS E DEMANDA DO COMPOSTO NO BRASIL

Para ser considerado um produto de qualidade, o composto deve apresentar características adequadas tais como, o teor de matéria orgânica, umidade, concentração de nutrientes, tamanho das partículas, coloração, quantidade de contaminantes até a inexistência de odor do produto final.

Os respondentes citam que “*atender a legislação faz com que se tenha uma garantia sanitária do produto, fazendo com que melhore a sua qualidade e consequentemente o seu preço de venda e assim passa mais segurança para quem vai utilizá-lo*”.

Em relação a legislação, ainda existem muitos entraves a respeito, pois mesmo com a existência da Instrução 25/2009 do MAPA, observa-se através da opinião dos respondentes que esta norma seja simples (de fácil utilização), onde apresente padrões mínimos de qualidade para comercialização do composto e de segurança ao consumidor.

Em resposta a questão sobre a importância da existência de normatização específica para comercialização do composto no mercado brasileiro, 92% dos respondentes responderam que sim, que é importante que haja uma lei específica. Em justificativa descrevem que “*é necessário normatização para padronização e comercialização do produto*”, “*para valorizar e garantir a sua qualidade*”, em outro momento um dos respondentes julga necessário “*simplificar as classificações do MAPA*” e “*acho a normatização existente insuficiente para garantir a produção em larga escala e com qualidade do composto de RSU, por tratar de forma indistinta a coleta seletiva de orgânicos da coleta mista (ou coleta seletiva de secos, apenas)*”.

Em contrapartida os 8% que responderam que não consideram a existência da normatização importante, justificam que “*deve se estabelecer sim um padrão de qualidade para o composto, mas se esta exigir alto investimento como tecnologia para controle dos parâmetros, taxas de registro e se cobrado impostos sobre a venda, a prática será desestimulada*”, e que “*já existem muitas normas sem seu cumprimento, é preciso simplificar*”.

Na sequência descreve-se a opinião dos respondentes sobre os fatores que afetam a demanda do composto no Brasil, os quais podemos citar, por ordem de importância definida pelos respondentes:

- Qualidade do produto
- Falta de conhecimento sobre a utilização do produto
- Transporte/Distância
- Falta de regulamentação e política
- Competição/Produtos complementares

Nota-se que todos os fatores mencionados podem ser classificados como fatores que afetam a demanda do composto, desde o transporte, que ocorre das unidades até o local que será comercializado, por muitas vezes sendo longas distâncias, seguindo pela falta de regulamentação que exija padrões mínimos para utilização e comercialização, incluindo a falta de conhecimento por parte dos usuários em relação a utilização do produto, e sua competição com produtos complementares.

## CONCLUSÕES

O índice de retornos de respostas ficou dentro do esperado, sendo que 94 retornos podem ser considerados um número bom, obtendo-se ainda retornos de todas as cinco regiões geográficas do país. Dentre as sugestões de fatores que devem ser levados em consideração para projetos futuros de unidades de triagem e compostagem deve-se destacar o fato que repetidamente aparecem os fatores *Coleta Seletiva, Educação Ambiental, Segregação na Origem e Fontes de Financiamento*, devendo ser destacados que a inexistências desses fatores possivelmente implicará no insucesso do empreendimento. Sendo assim, como proposta maior a ser destacada para o aperfeiçoamento de projetos futuros de

unidades de triagem e compostagem, tem-se a necessidade da implantação de uma coleta seletiva efetiva, havendo a necessidade de os gestores investirem em comunicação social para educação ambiental.

Conscientizar a população sobre a importância da segregação na origem representaria uma mudança significativa em relação aos resíduos que seriam enviados as unidades, consequentemente melhorando a qualidade do composto ao final do processo da compostagem, e também contribuindo para materiais recicláveis mais limpos e com menor percentual de perda e contaminação. A coleta seletiva de orgânicos é um processo que deve ser incentivado e melhorado, pois só assim é que se começará a perceber mudanças na qualidade do composto que é produzido nas unidades.

A falta de profissionais qualificados que contribuam para o melhoramento das unidades e monitoramento frequente da qualidade do composto faz com que o processo acabe sendo cada vez mais desacreditado. Por isso, é necessário que os gestores busquem por profissionais responsáveis e que contribuam para o melhoramento e aperfeiçoamento da técnica.

A busca por fontes de financiamento para manter as unidades em funcionamento também é caracterizada como essencial, pois elas mesmas comprovadamente, por si só não se sustentam com a venda dos recicláveis e do composto que por muitas vezes não apresenta a qualidade mínima exigida por lei, esta que após relatos dos respondentes, conclui-se que deve ser melhorada afim de facilitar o mercado, tornando não só a venda, mas a produção do composto mais eficaz.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRELPE. *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2012*. São Paulo: ABRELPE, 2012.
2. ABRELPE. *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2013*. São Paulo: ABRELPE, 2013.
3. BARREIRA, L. P. *Avaliação das usinas de compostagem do estado de São Paulo em função da qualidade dos compostos e processos de produção*. USP, 187f, 2005. Tese de Doutorado – Universidade de São Paulo, 2005.
4. BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. *Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos - 2013*. Brasília: Ministério das Cidades, 2013. 154p.
5. BRASIL. *Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010*. Diário oficial. Brasília, DF, 23 de dezembro de 2010.
6. CHAGAS, A.T.R. *O questionário na pesquisa científica*. Administração On Line, São Paulo, v.1, n.1, jan. /fev. /mar. 2000. Disponível em: <[http://www.fecap.br/adm\\_online/art11/anival.htm](http://www.fecap.br/adm_online/art11/anival.htm)>. Acesso em: 07 de outubro de 2014.
7. KIEHL, E. J. *Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto*. 4.ed. Piracicaba: E. J. Kiehl, 2004, 173p.
8. LELIS, M. P. N, PEREIRA NETO, J. T. *Usinas de reciclagem de lixo: porque não funcionam*. In: 21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Anais. João Pessoa: ABES; p. 1-9, 2001.
9. MARIBONDO, J.F. et al. *Concepção de um projeto de unidade de processamento de resíduos sólidos domiciliares, destinado a pequenos municípios*. In: 15º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA MECÂNICA. Águas de Lindóia, São Paulo. Disponível em: <<http://www.abcm.org.br/app/webroot/anais/cobem/1999/pdf/AAAEFD.pdf>>. Acesso em 03/09/2015.
10. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. *Manual para implantação de compostagem e de coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos*. 2010. Disponível em [http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu\\_urbano/\\_arquivos/3\\_manual\\_implantao\\_compostagem\\_coleta\\_seletiva\\_cp\\_125.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_arquivos/3_manual_implantao_compostagem_coleta_seletiva_cp_125.pdf)> acesso em 30.01.2014.
11. MORAIS, C.M. *Escalas de Medida, Estatística Descritiva e Inferência Estatística*. 2005. Escola Superior de Educação. Instituto Politécnico de Bragança. Bragança. 2005.
12. PEREIRA NETO, J. T. *Gerenciamento de Resíduos Sólidos em Municípios de Pequeno Porte*. Revista Ciência e Ambiente, número 18, Santa Maria – RS, 1999. 42-52p.
13. REIS, M.F.P. *Avaliação do processo de compostagem de resíduos sólidos urbanos*, p. 239. Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. UFRGS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS, 2005.