



676 - ANÁLISE MERCADOLÓGICA DA UTILIZAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS PARANAENSES PELA COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ - SANEPAR

Charles Carneiro

799.914.329-49 / charlessanepar@gmail.com / (41) 99671-7030 / Brasil / Sanepar

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Mestre em Ciências do Solo pela UFPR. Doutor em Geologia – Geoquímica de Águas pela UFPR. Pós-Doutor em Engenharia e Ciências da Água pela UNESCO-IHE – Holanda. Engenheiro na Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar).

Gabriela Tieme Suetomi Kondo

083.065.779-73 / gabrielatskondo@gmail.com / (41) 99955-7715 / Brasil / Sanepar

Graduanda em Engenharia Química da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR). Estagiária na Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar).

Endereço: Rua Engenheiros Rebouças, 1376 – Bairro Rebouças – Curitiba - PR

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo principal realizar uma análise mercadológica da utilização dos aterros sanitários paranaenses pela Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar, em função de contratos vigentes entre 2020 e 2023 para disposição de lodos. O escopo de abrangência considerou as 20 gerências regionais da companhia, contemplando todo o estado. Para tal, foram avaliados os preços praticados, o rol de serviços inclusos nos contratos e a distância média de origem-destinação. Estas variáveis foram analisadas individual e coletivamente, e seus valores médios comparados por meio de gráficos de dispersão. Dentre os principais resultados foi possível verificar as discrepâncias de preços praticados em função do aterro sanitário contratado; as variações de preços aplicadas por um mesmo CNPJ para um mesmo tipo de lodo em função da gerência regional; e as diferenças de serviços contratados em cada contrato. A tentativa de balizar preços regionalmente por tipo de resíduo a ser destinado não foi bem-sucedida. De toda forma, acredita-se, que o estudo realizado vai contribuir em futuros processos licitatórios da companhia envolvendo a contratação de aterros sanitários. Cabe destacar, contudo, que já há diretrizes e ações em desenvolvimento para que esta alternativa de disposição deixe de ser empregada para os lodos.

PALAVRAS-CHAVE: Aterros sanitários; resíduos sólidos; lodo; destinação; disposição; serviços.

INTRODUÇÃO

O gerenciamento adequado dos resíduos sólidos continua sendo um dos principais desafios dentro do setor de saneamento no Brasil. As companhias de saneamento, sejam elas públicas ou privadas, têm dificuldade com a gestão de resíduos gerados nos processos, devido ao grande volume e às características físico-químico-biológicas destes materiais, por vezes de elevado nível de contaminação e riscos. Dentre estes vários subprodutos

originados pelos processos de tratamento de esgoto e de água, os lodos são gerados em grande quantidade e têm elevada complexidade de manuseio.

No tratamento de esgoto, praticamente todas as etapas geram resíduos sólidos, desde aqueles mais simples e em menor quantidade no tratamento preliminar, como os sólidos grosseiros de gradeamento e a areia de desarenador; até aqueles gerados em maior proporção durante as principais etapas do tratamento, como a espuma e, principalmente, os lodos. Há vários tipos de lodos decorrentes dos tratamentos, mas cabe destacar os anaeróbios, os aeróbios, aqueles de decantadores primários; e aqueles provenientes de precipitação química.

No tratamento de água também são gerados resíduos sólidos, como o lodo pastoso dos tratamentos principais ou processos de desaguamento, resíduos de captação em grades e desarenadores e de estações elevatórias (poços de sucção), resíduos de limpeza de tanques e estruturas que armazenam produtos químicos, e resíduos de limpeza de reservatórios de água.

A destinação ambientalmente adequada destes resíduos no país, em sua grande maioria, é um processo que sofre negligência e/ou problemas de gerenciamento. Atualmente, as soluções de desaguamento e destino de lodos ainda são muito restritas, e a grande maioria dos resíduos carecem de soluções mais sustentáveis. O lodo de água, em tese, é um material inerte e sem contaminação biológica, o que facilita usos mais nobres e sustentáveis ao invés de retornar ao corpo hídrico, como por exemplo, a recuperação de horizontes de solo em grameiras e áreas degradadas. Já o lodo de esgoto enquadra-se na classificação de resíduo Classe II A - não inerte (ABNT, 2004), conseqüentemente, precisa receber destinação final adequada para que um sistema de tratamento sanitário atinja integralmente seu objetivo de despoluição ambiental e saúde pública, conforme preconizam várias legislações, Agenda 21 e ODS's da ONU.

Mais de 90% do lodo produzido no mundo tem sua destinação final por meio de três caminhos: incineração, disposição em aterros / lixões e uso agrícola (VANZETTO, 2012). No Brasil, ainda poucas companhias de saneamento têm números satisfatórios em termos de destinação final ambientalmente adequada dos resíduos de seus processos de tratamento. A Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar, atualmente - 2022, tem como principais alternativas de destinação: i) os aterros sanitários (40% ST), ii) uso agrícola (37% ST) e, iii) geração de energia (23% ST) – (Sanepar, dados não publicados). Em 2023 uma nova rota entra em operação, que é o uso do lodo como biomassa, alternativa esta empregada na maior estação de tratamento de esgoto da companhia.

Considerando, que o aterro sanitário é atualmente a alternativa mais utilizada para disposição final de lodos na Sanepar; que a Sanepar busca reduzir ao máximo este tipo de disposição nos próximos anos; que os aterros sanitários não atuam em ambiente regulado, e que, portanto, estabelecem livremente suas próprias políticas de preços; e que há diferenciações regionais extremas em serviços e preços praticados; este estudo buscou mapear os atuais aterros sanitários prestadores de serviço para a companhia, bem como, os valores praticados, os serviços embutidos, e as distâncias percorridas até disposição, em cada contrato das 20 gerências regionais da companhia no território paranaense.

OBJETIVO

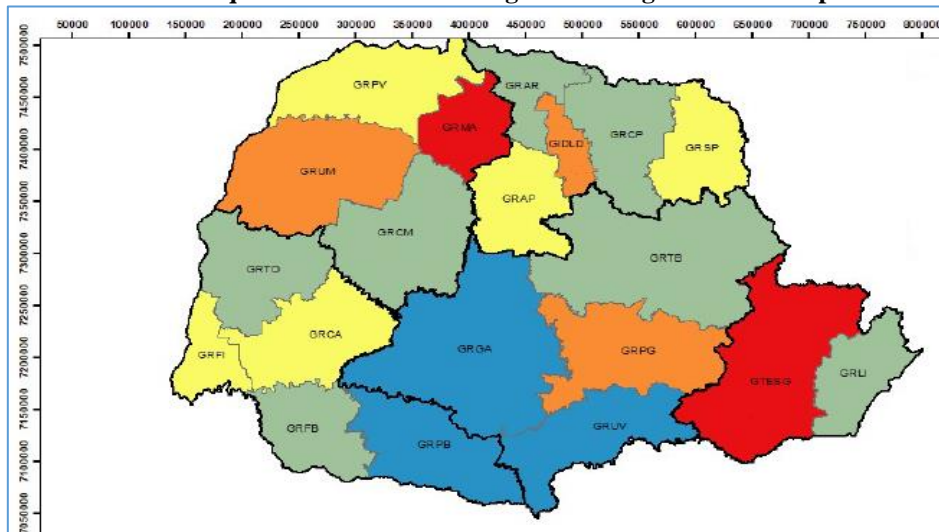
Mapear e avaliar valores e serviços praticados pelos aterros sanitários paranaenses para a disposição de lodos da Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar.

METODOLOGIA

Considerando a data-base Dezembro 2022, 131 empresas estavam cadastradas junto ao órgão ambiental do Paraná (IAT – Instituto Água e Terra) com CNPJ ativo e licença ambiental vigente para receber, tratar ou dispor resíduos no território paranaense, das quais, 09 têm contrato atualmente com a Sanepar.

A Sanepar está subdividida em 20 gerências regionais operacionais, sendo elas: Gerência Regional de Apucarana (GRAP), Gerência Regional de Arapongas (GRAR), Gerência Regional de Cascavel (GRCA), Gerência Regional de Campo Mourão (GRCM), Gerência Regional de Cornélio Procópio (GRCP), Gerência Regional de Francisco Beltrão (GRFB), Gerência Regional de Foz do Iguaçu (GRFI), Gerência Regional de Guarapuava (GRGA), Gerência Regional do Litoral (GRLI), Gerência Regional de Maringá (GRMA), Gerência Regional de Pato Branco (GRPB), Gerência Regional de Ponta Grossa (GRPG), Gerência Regional de Paranavaí (GRPV), Gerência Regional de Santo Antônio da Platina (GRSP), Gerência Regional de Telêmaco Borba (GRTB), Gerência Regional de Toledo (GRTO), Gerência Regional de Umuarama (GRUM), Gerência Regional de União da Vitória (GRUV), Gerência de Tratamento de Esgoto de Curitiba e Região Metropolitana (GTESG) e Gerência Industrial de Londrina (GIDLD) – Ver Figura 01.

FIGURA 01 – Croqui com a divisão das 20 gerências regionais da Sanepar – 2023.



Além de avaliar os valores contratados atualmente pela Sanepar (09 aterros sanitários), considerou-se relevante mapear os preços praticados por todos os demais aterros sanitários e outras unidades de tratamento no estado. Assim, inicialmente, foi realizada uma tipificação e caracterização dos resíduos sólidos dos processos de tratamento de água e esgoto da Sanepar, conforme segue:

Tratamento de esgoto:

- *lodo pastoso;*
- *lodo seco;*
- *resíduo de grade;*
- *resíduo de desarenador;*
- *resíduo escuma;*

Tratamento de água:

- *lodo pastoso;*
- *resíduos de limpeza de tanques;*
- *resíduos de estruturas que armazenam produtos químicos;*
- *resíduos de limpeza de reservatórios de água;*
- *resíduos de captação e estações elevatórias.*

A partir do cadastro no SGA – Sistema de Gestão Ambiental do Instituto Água e Terra (IAT) verificou-se todos os aterros sanitários e outras centrais de tratamento no Estado do Paraná com licença de operação vigente (131 unidades), bem como, os responsáveis, CNPJ, categoria do aterro, tipos de resíduos que recebem, entre outros. Em seguida, buscou-se identificar e atualizar os respectivos contatos de e-mail e telefone de cada sistema, o que não foi possível para todas as unidades.

Na sequência, foi encaminhada oficialmente uma carta de solicitação de orçamento a todos aterros sanitários e centrais de tratamento, requerendo valor por tonelada destinada e capacidade de recebimento de cada tipo de resíduo, conforme tipologia supracitada. Para ratificar o pedido de orçamentação, foram realizadas ligações telefônicas para as unidades que não haviam respondido a solicitação. Contudo, dentre as 131 unidades contactadas apenas 27 responderam, sendo 24 com negativas para orçamentação (na maioria incapacidade de recebimento ou só atende o município) e apenas 3 apresentando orçamentação para o serviço. Consequentemente, considerando a carência e dificuldade com estas informações, o projeto de balizar e orientar regionalmente preços de aterros sanitários a serem praticados pela companhia, foi desconsiderado no momento. Por outro lado, a partir da análise dos atuais contratos da Sanepar, foi possível verificar o cenário regional.

Assim, neste sentido, a avaliação dos contratos vigentes da Sanepar para destinação de lodo, permitiu verificar as seguintes perspectivas em cada uma das 20 gerências regionais: valor global praticado; tonelagem destinada; serviços inclusos no contrato (adição de cal, carregamento, pesagem, transporte e/ou destinação); estações de tratamento (ETEs) que fazem uso dos serviços e; as distâncias de transporte (percurso médio entre as ETEs da Gerência Regional e o aterro sanitário).

Como ferramental estatístico para auxiliar na verificação do comportamento das variáveis analisadas foram desenvolvidos gráficos de dispersão de dados (Matlab® e Excel®).

RESULTADOS

A Tabela 01 sumariza importantes informações relacionadas à gestão de lodos da Sanepar no ano de 2021. Ainda que o objetivo deste trabalho seja apenas realizar uma análise mercadológica dos contratos de gestão de lodos, é pertinente descrever as condições de contorno da gestão de lodos no ano-base 2021. A Tabela 01 traz valores que reportam as diferentes fases da gestão do lodo, a saber: coluna A = quantidade de lodo gerado dentro dos reatores e decantadores que adentra os diferentes sistemas de desaguamento, dependendo da estação; coluna B = a partir da análise do teor de sólidos totais presentes nos lodos descartados (coluna A) obtém-se a tonelagem em matéria seca de lodo (toneladas de sólidos totais), colocando tudo em uma mesma bases para permitir a

comparação de geração; coluna C = quantidades de lodo (em toneladas) que foram destinadas com o teor de unidade inerente a cada sistema de desaguamento, que em média é 18%ST para lodo de centrífuga que vai para aterro sanitário; 54%ST lodo que vai para agricultura, e a biodigestão em que o lodo é transportado no estado líquido (2,5%ST) foi convertida também a 18%ST); dentro destes foram considerados também os lodos de leito de secagem, que variam entre 35 e 70% ST, indo para agricultura ou aterro sanitário; coluna D = as quantidades que foram apenas para aterro sanitário (base 18%ST). Estes valores dizem respeito às quantidades de sólidos totais que saem do sistema de tratamento e adentram os sistemas de desaguamento. A Tabela 01 apresenta também as empresas prestadoras de serviço contratadas (coluna F) e os respectivos serviços embutidos em cada contratação (coluna G).

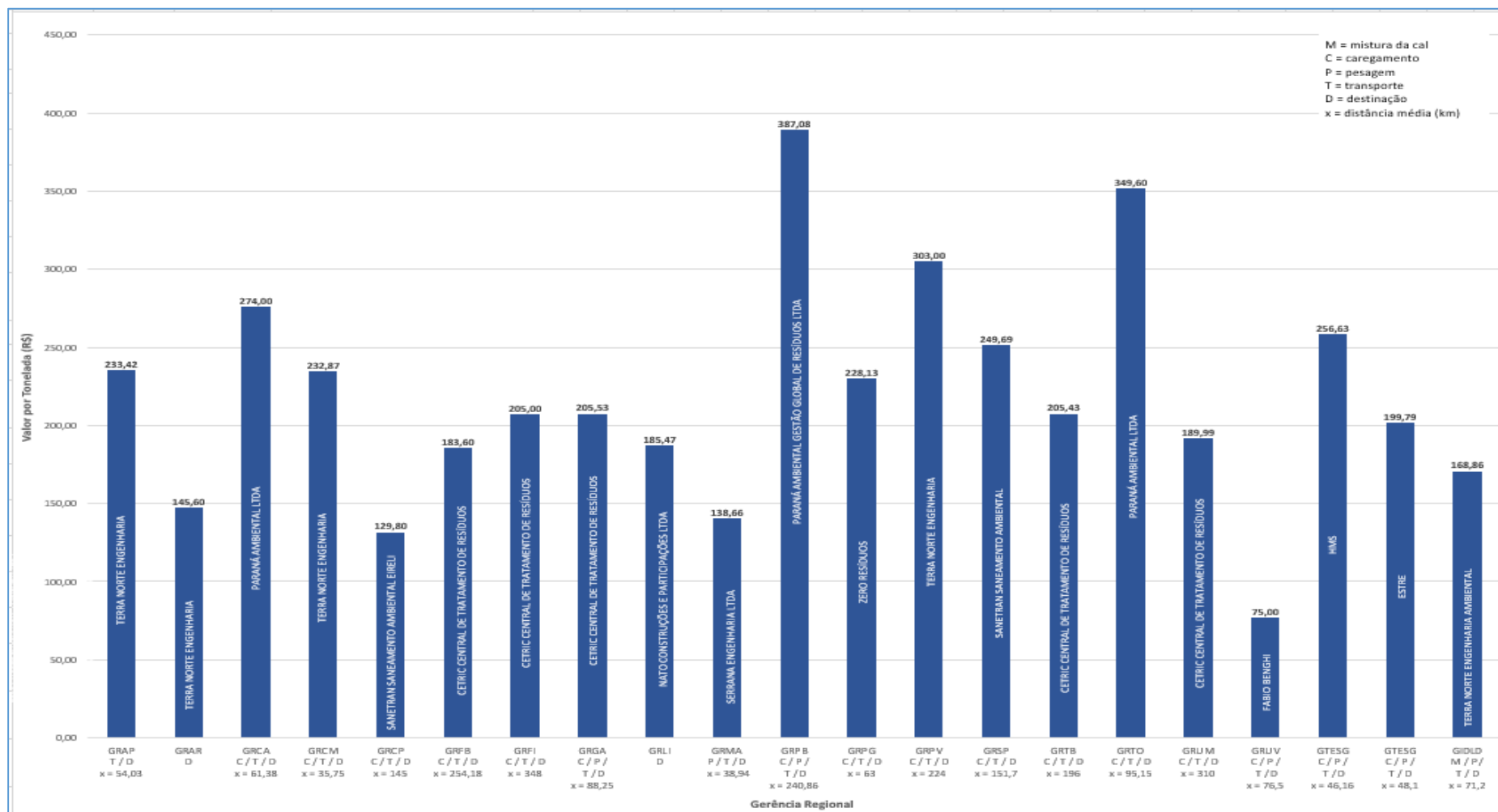
TABELA 01 – Tonelagens geradas de lodo por fase de tratamento (B, C D e E), operadoras de aterro (F) e serviços contratados para destinação (G) em função da gerência regional da Sanepar - 2021

A	B	C	D	E	F	G
Gerência Regional	Lodo gerado (m ³)	Lodo gerado (tons ST)	Lodo dest (tons) Aterro 18%ST + Agricultura 54%ST + Biodigestão 18%ST	Lodo dest (tons) Aterro 18%ST	Empresa operadora do aterro	Serviços contratados
GRAP	30.940	1.003	2.672	1.592	Terra Norte Eng. Ambiental Ltda	T e D
GRAR	4.796	166	1.727	1.187	Terra Norte Eng. Ambiental Ltda	D
GRCA	18.125	674	1.838	1.838	Paraná Ambiental Ltda	C, T e D
GRCM	10.580	445	1.644	0	Terra Norte Eng. Ambiental Ltda	C, T e D
GRCP	16.521	607	297	297	Sanetran – San. Ambiental Eireli	C, T e D
GRFB	14.705	458	3.988	3.871	Cetric Central de Trat. de Resíduos	C, T e D
GRFI	22.172	478	1.080	0	Cetric Central de Trat. de Resíduos	C, T e D
GRGA	32.149	1.066	1.985	0	Cetric Central de Trat. de Resíduos	C, P, T e D
GRLI	3.640	227	526	526	Nato Constr. e Partic. Ltda	Destinação
GRMA	17.653	692	4.430	1.034	Serrana Engenharia Ltda	P, T e D
GRPB	11.134	348	1.858	1.543	Paraná Ambiental Ltda	C, P, T e D
GRPG	52.183	1.773	2.194	0	Zero Resíduos	C, T e D
GRPV	9.485	319	901	166	Terra Norte Eng. Ambiental Ltda	C, T e D
GRSP	12.607	398	1.855	1.132	Sanetran San. Ambiental Eireli	C, T e D
GRTB	28.173	690	1.658	918	Cetric Central de Trat. de Resíduos	C, T e D
GRTO	28.316	4.723	4.021	3.855	Paraná Ambiental Ltda	C, T e D
GRUM	72.803	2.341	1.432	302	Cetric Central de Trat. de Resíduos	C, T e D
GRUV	3.982	179	0	0	Fabio Benghi	C, P, T e D
GTEG	918.923	19.612	108.123	64.396	HMS Estre	C, P, T e D
GIDLD	87.242	3.424	9.353	9.353	Terra Norte Eng. Ambiental Ltda	M, P, T e D

NOTA: ST = sólidos totais; C = carregamento; P = pesagem; T = transporte; D = destinação; M = mistura de cal

O Gráfico 01 traz os valores celebrados por meio de licitação em cada contrato junto às empresas operadoras; cada gerência regional tem sua própria licitação. Ainda, juntamente a cada valor praticado, estão apontados os serviços contemplados em cada contrato (mistura de cal, carregamento, pesagem, transporte e/ou destinação) e a distância média entre as unidades que recebem algum tipo de prestação de serviço e a destinação final. Apenas a Gerência de Tratamento de Esgoto de Curitiba e Região Metropolitana (GTEG), pelo seu porte e necessidade de diferentes tipos de transporte aos diferentes lodos, tem dois contratos separados para destinação em aterro.

GRÁFICO 01 – Características dos contratos vigentes de destinação de lodo em função da gerência regional da Sanepar – 2021/2022.



NOTA: X = distância média até o aterro; ST = sólidos totais; C = carregamento; P = pesagem; T = transporte; D = destinação; M = mistura de cal

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Todo trabalho que envolva a gestão de resíduos sempre deve ter início com um detalhado diagnóstico e estado da arte para verificar a real conjuntura técnica-operacional. Este diagnóstico, além de identificar os principais problemas e limitações, deverá permitir a identificação das unidades e processos que já têm bom desempenho, de modo a conservar, valorizar e replicar os bons exemplos. Outro aspecto relevante é que para promover a adequada gestão de resíduos sólidos é fundamental fazer uso de ferramentas de gestão ambiental e monitoramento de indicadores; visto que, ações preventivas são indubitavelmente mais baratas e mais eficazes. Quanto à recursos humanos, também é inegável que profissionais devidamente capacitados, desde a base até à alta direção, promovam ganhos em resultados e governança.

A Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar vem desenvolvendo uma série de novas ações envolvendo a governança de seus resíduos nas estações de tratamento de esgoto e de água. Estas ações vão desde a busca por novas alternativas tecnológicas de desaguamento e destinação final até a gestão de contratos e qualidade dos serviços.

O mercado dispõe atualmente de uma ampla variedade de rotas tecnológicas para tratamento e recuperação de lodos. Contudo, ainda assim, boa parte dos lodos no Brasil têm sido dispostos em aterros sanitários, quer seja por melhor preço em processos licitatórios, facilidade operacional, ou outro aspecto. A ampla maioria dos lodos de esgoto no Brasil é depositada em aterros sanitários. A Sanepar, ainda que em menor proporção comparativamente às demais companhias de saneamento do país, ainda faz uso significativo desta alternativa. Muito embora os aterros sanitários possam receber lodos quando na condição de rejeitos (Lei Federal 12.305 / 2010), esta opção pode rapidamente tornar-se frágil e apresentar riscos à operação a medida em que, ou seja exigido reuso, reciclagem e/ou recuperação de materiais orgânicos (Lei Federal 12.305/2010, Arts. 3º, 6º e 9º; Decreto Federal 10.936/2022 Arts. 30 e 59; e Lei Estadual 20.607/2021, Arts. 6º e 7º); ou que seja necessário ampliar a vida útil do aterro sanitário; ou ainda, que ocorram problemas operacionais no sistema que impeça o recebimento de lodos orgânicos; ou mesmo, que seja mandatório reduzir as emissões de gases de efeito estufa. Isto é, esta opção pode ficar de fato comprometida quando se primar pela realização de serviços de saneamento ambiental de forma mais sustentável e atendendo plenamente as políticas ambientais e de qualidade. Contudo, até que as demais rotas tecnológicas sejam plenamente desenvolvidas e implementadas, é importante buscar a otimização e máximo aprimoramento dos serviços prestados e preços praticados pelos aterros sanitários.

Como já supramencionado, não obstante este estudo vise a análise mercadológica dos contratos de gestão de lodos, é pertinente reportar alguns aspectos importantes relativos à geração de lodos apresentados na Tabela 01. Muito embora, algumas gerências regionais tenham restado zero destinação de aterros em 2021, isto não significa que em anos anteriores ou posteriores esta opção não tenha sido efetivada, e a recíproca também é verdadeira, podem haver gerências que tenham conseguido demandar seus lodos integralmente para destinação benéfica em solo, ainda que no ano-base do estudo 2021, tenham utilizado aterro sanitário.

Como a análise central deste estudo é mercadológica (preço praticado) não foi necessário analisar o histórico de destinação de lodos de cada gerência, apenas os contratos em vigência, que na ampla maioria tem duração de 02 anos, com possibilidade legal de renovação. Logo, neste contexto, as colunas E, F e G da Tabela 1 assumem maior relevância.

A Tabela 1, portanto, sumariza as quantidades de lodos geradas, tendo em sua coluna E as quantidades depositadas em aterros sanitários por cada gerência regional da Sanepar no ano de 2021. Verifica-se que a unidade regional com maior quantidade gerada é a GTESG, tanto em termos de lodo saído de reator, como em sólidos totais ou quantidade destinada, visto que compreende a capital do estado Curitiba e sua região metropolitana (+- 49% do total gerado no estado em 2021). Enquanto que, a unidade regional com menor geração de lodo em sólidos totais foi a GRAR, com 166 toneladas. Percebe-se, naturalmente, elevada discrepância de geração de lodo entre as diferentes regiões do estado, ainda que estas quantidades sejam relativas apenas a 2021, já que há variações significativas dentro de uma mesma unidade regional de um ano para outro.

O Gráfico 01, por sua vez, apresenta as características de empresa contratada, preços e distâncias médias dos contratos vigentes de destinação de lodo em função da gerência regional da Sanepar, sendo estes para valores 2021/2022, dependendo da data de reajuste de cada um. O menor valor contratado foi R\$ 75,00 / tonelada, contrato da GRUV, com uma distância média de 76,5 km até à destinação e com os serviços de carregamento, pesagem, transporte e destinação; enquanto que o maior valor foi R\$ 387,08 / tonelada da GRPB, com distância média de 240,86 km, mas também com todos os serviços inclusos de carregamento, pesagem, transporte e destinação (Gráfico 01).

Há grande variação de preço cobrado por um mesmo aterro sanitário para as diferentes gerências regionais. Como exemplo, há cobrança de R\$ 183,60 para a GRFB, que possui uma distância média de 254,18 km, e R\$ 205,43 para a GRTB, onde a distância média é de 196 km, ambos para um mesmo destino, obviamente objetos de licitações distintas. De toda forma, para os mesmos serviços de carregamento, transporte e destinação, é cobrado um preço superior para uma gerência na qual a distância é menor. Diferentes razões podem ser atribuídas para situações como esta, mas cabe uma análise mais apurada. Situação semelhante para outras duas gerências regionais: verificou-se diferenças superiores a R\$ 150,00 / tonelada entre os aterros, sendo R\$ 183,60 / tonelada para a GRFB e R\$ 349,60 / tonelada para a GRTO, onde ambos possuem serviços de carregamento, transporte e destinação, e a distância média é de 254,18 km e 99,15 km respectivamente.

Os aterros sanitários ainda serão utilizados por um bom tempo pelas empresas em geral para dispor resíduos orgânicos, mas o desuso parece ser inerente para estes tipos de resíduos, que permitem reciclagem, que têm poder calorífico. Dentre as ações que estão sendo conduzidas pela Sanepar para mudar este cenário, cabe destacar a reciclagem agrícola, que apesar de requerer novo estímulo e ajustes, é uma solução sustentável

e já consolidada há décadas na companhia. Ainda que novas opções de destinação necessitem licenciamento ambiental diferenciado, é possível e imprescindível avançar. Atualmente, várias regiões do estado já fazem compostagem para valorização de resíduos, e podem utilizar lodo-esgoto como material constituinte. Algumas regiões do estado têm empresas que fazem uso de combustores de biomassa (cavaco, lenha etc.) em seus processos, o lodo-esgoto pode ser utilizado como combustível. O lodo-esgoto pode ser material constituinte de biofertilizantes. E ainda, uma alternativa bastante importante, e recentemente utilizada em escala na Sanepar, é o leito de mineralização, que promove o deságue e trata parcialmente o lodo, solução bastante promissora para Estações de Tratamento de Esgoto de pequeno e médio porte e com área disponível.

A ampliação da reciclagem agrícola em todo o estado, a inclusão de estudos robustos de alternativas de destinação de lodos já nas fases de projeto e ampliação de todas as unidades, e busca e operacionalização de novas rotas de destinação de lodos de esgoto, são algumas medidas importantes atualmente em desenvolvimento na companhia, a fim de reduzir ao máximo a disposição de lodos em aterros sanitários.

CONCLUSÕES

Os resultados apresentados nesse trabalho permitem verificar a desigualdade na cobrança de um mesmo resíduo praticada por alguns aterros sanitários em função da gerência regional contratada. Também é possível notar uma grande discrepância de valor entre diferentes aterros para o mesmo resíduo.

Os resultados obtidos podem auxiliar os futuros processos licitatórios, para que discrepâncias nos valores cobrados pelos aterros sanitários sejam minimizadas.

A gestão de lodos é complexa, há inúmeras dificuldades e, seguramente, requer grande atenção por parte das empresas operadoras, contudo, com responsabilidade técnica, atuação de gestores, recursos e profissionais qualificados, é possível superar estas barreiras e tornar mais familiar e menos abstratos os versados princípios de economia circular e ESG.

Para minimização dos vários riscos associados a esta atividade, torna-se premente que as companhias de saneamento desenvolvam diferentes opções para destinação e disposição de lodos.

REFERÊNCIAS

1. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.004 – Resíduos Sólidos – Classificação, 2004.
2. CARNEIRO, C. Aproveitamento de resíduos provenientes do tratamento de esgoto: do fertilizante ao energético. 5º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, 2022.

3. CARNEIRO, C.; SOTTOMAIOR, A. P.; ANDREOLI, C. V. Dinâmica de nitrogênio em lodo de esgoto sob condições de estocagem. R. Bras. Ci. Solo, 29:987-994, 2005.
4. PEDROZA, M. M.; VIEIRA, G. E. G.; SOUZA, J. F.; PICKLER, A. C.; LEAL, E. R. M.; MILHOMEN, C. C. Produção e tratamento de lodo de esgoto – uma revisão. Revista Liberato, Novo Hamburgo, v. 11, n. 16, p. 89-188, jul./dez. 2010.
5. VANZETTO, A. S. Análise das alternativas tecnológicas de desaguamento de lodos produzidos em estações de tratamento de esgoto. Dissertação, UNB, Brasília, 2012.