

FUNDAÇÃO ESCOLA DE SOCIOLOGIA E POLÍTICA DE SÃO PAULO - FESPSP
Master in Business Administration
Saneamento Ambiental

Maurício Polezi

Redução de custos com transporte e disposição final de lodo: o caso da Estação de
Tratamento de Esgotos de Várzea Paulista.

São Paulo - SP
2020

Maurício Polezi

Redução de custos com transporte e disposição final de lodo: o caso da Estação de Tratamento de Esgotos de Várzea Paulista.

Artigo Aplicado apresentado à Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de Especialista em Master in Business Administration em Saneamento Ambiental, sob orientação do professor Dr. Elcíres Pimenta Freire.

São Paulo - SP

2020

Biblioteca FESPSP – Catalogação-na-Publicação (CIP)

628.3

P765r

Polezi, Mauricio.

Redução de custos com transporte e disposição final de lodo :
o caso da Estação de Tratamento de Esgotos de Várzea Paulista
/ Mauricio Polezi. – 2020.

27 p. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Elcires Pimenta Freire.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em MBA
em Saneamento Ambiental) – Fundação Escola de Sociologia e
Política de São Paulo.

Bibliografia: p. 25-27.

1. Custo. 2. Disposição Final de Lodo. 3. Estação de
Tratamento de Esgotos. I. Freire, Elcires Pimenta. II.
Título.

CDD 23. : Tratamento de esgotos e águas residuais 628.3

Elaborada por Éderson Ferreira Crispim CRB-8/9724

Mauricio Polezi

Redução de custos com transporte e disposição final de lodo: o caso da Estação de Tratamento de Esgotos de Várzea Paulista.

Artigo Aplicado apresentado à Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de Especialista em Master in Business Administration em Saneamento Ambiental, sob orientação do professor Dr. Elcires Pimenta Freire.

Data da aprovação:

____ / ____ / ____

Banca Examinadora:

Nome do professor, titulação, Instituição e assinatura

Nome do professor, titulação, Instituição e assinatura

Nome do professor, titulação, Instituição e assinatura

*À minha querida e amada esposa
Fernanda e às minhas amadas e
adoráveis filhas Maria Julia e Maria
Luiza dedico este Artigo.*

AGRADECIMENTOS

À SABESP – Unidade de Negócio Capivari / Jundiaí nesses últimos anos de trabalhos, em especial ao Eng. Antônio Carlos Teixeira pelo apoio e pela oportunidade para realizar este curso.

A todos os colaboradores da equipe do nosso Departamento RJO que participaram e trabalharam diretamente no tema deste trabalho, em especial à Eng. Ane Caroline pelo apoio e dedicação no projeto.

Ao prof. Dr. Elcires Pimenta, pela orientação, apoio e incentivo no desenvolvimento deste trabalho.

E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O processo de tratamento dos esgotos sanitários coletados no perímetro urbano é realizado em Estações de Tratamento de Esgotos - ETE, gerando resíduos de forma contínua e em grande volume, denominado de lodo de ETE. A alternativa de disposição final do lodo mais utilizada no Brasil é o aterro sanitário. Essa alternativa é onerosa, devido aos custos com movimentação, transporte e a própria disposição final. O envio deste material a aterros sanitários tem sido cada vez mais restrito, pois alguns operadores de aterros sanitários relutam em aceitar o lodo devido à possibilidade de causar instabilidade na massa de resíduos sólidos e por aumentar a geração de lixiviado, efluente gerado no processo de decomposição dos resíduos depositados nos aterros. Aliado a estes fatos, as Agências Reguladoras do Estado de São Paulo, que regulam os processos de reajustes e revisões tarifárias dos serviços de saneamento básico, têm adotado o estímulo à eficiência operacional e a redução de custos. Desta forma, a SABESP tem buscado implantar processos mais eficientes e de menor custo para a redução do volume de lodo destinado. Este artigo apresenta uma avaliação sob o ponto de vista econômico quanto aos custos envolvidos com o tratamento e com a disposição final dos lodos de ETE na Unidade de Negócio Capivari / Jundiá da SABESP. Revisa de forma teórica e prática as etapas envolvidas na implantação do sistema de secagem de lodo por meio de energia solar na ETE Várzea Paulista. A solução apresentada demonstra ser viável no aspecto financeiro e integrada dos pontos de vista técnico e ambiental, estando alinhada às estratégias da SABESP, pois as despesas de disposição de lodo são relevantes.

Palavras-chave: Custo; Disposição Final de Lodo; Estação de Tratamento de Esgotos.

ABSTRACT

The process of treating sanitary sewage collected in the urban perimeter is carried out in Sewage Treatment Plant (STP), generating waste, continuously and in large volume, called sludge of STP. The most used alternative of final disposal of sludge in Brazil is the landfill. This alternative is an onerous activity due to the costs of handling, transportation, and the final disposal itself. The sending of this material to landfills has been increasingly restricted, as some landfill operators are reluctant to accept sludge due to the possibility of causing instability in the mass of solid waste and by increasing the generation of leachate, effluent generated in the decomposition process of waste deposited in landfills. In addition to these facts, the Regulatory Agencies of State of São Paulo, which regulate the processes of tariff readjustments and reviews of basic sanitation services, have adopted the encouragement of operational efficiency and cost reduction. Thus, SABESP has sought to implement more efficient and less costly processes for to reduce the volume of sludge destined. This article presents an evaluation from the economics point of view as to costs involved with the treatment and final disposal of the STP's sludge in the Capivari / Jundiaí Business Unit of SABESP from an economic point of view. It reviews in a theoretical and practical way the steps involved in the implementation of the sludge drying system by means of solar energy in the STP Várzea Paulista. The presented solution proves to be viable in the financial aspect and integrated from the technical and environmental points of view, being in line with SABESP's strategies, since the sludge disposal expenses are relevant.

Keywords: Cost; Final Sludge Disposal; Sewage Treatment Plant.

SUMÁRIO

| | |
|---------------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 09 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO..... | 11 |
| 3. O CASO DA ETE VÁRZEA PAULISTA..... | 17 |
| 4. CONCLUSÕES | 24 |
| REFERÊNCIAS | 25 |

1. INTRODUÇÃO

Presente na pauta de muitos debates, muito se tem discutido sobre sustentabilidade. A conduta sustentável cada vez mais tem marcado presença no cotidiano das empresas que, por sua vez, tentam minimizar os impactos ao meio ambiente (TERA AMBIENTAL, 2014). Neste contexto, a crescente preocupação com o destino final do lodo de Estações de Tratamento de Esgotos, que demandam das empresas de saneamento a busca de novas soluções sustentáveis do ponto de vista econômico e ambiental, corrobora a relevância do tema.

A universalização do acesso aos serviços de água e de esgoto configura-se como um objetivo legítimo das políticas públicas, devido aos importantes impactos sobre a saúde, a cidadania e o ambiente (GALVÃO JUNIOR, 2009).

Entretanto, na medida em que aumentam os serviços de coleta e tratamento de esgoto que, por sua vez, devem acompanhar o crescimento populacional, cresce, também, a quantidade gerada de lodo de esgoto (PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA, 2018). O lodo de esgoto corresponde ao resíduo gerado no processo de tratamento dos esgotos sanitários coletados, realizados em Estações de Tratamento de Esgotos. Este tipo de resíduo é gerado de forma contínua e em grande volume.

O manejo e a geração de lodo nas Estações de Tratamento de Esgotos têm os custos associados ao transporte e à disposição final, que estão diretamente ligados ao seu teor de umidade. A redução deste teor traz consigo a redução do volume da carga, a redução do número de caminhões necessários para o transporte e, conseqüentemente, a redução dos custos ao se transportar menos água.

Embora, geralmente, o lodo tenha como destinação final os aterros sanitários, Lima (2010) alerta para uma condição crítica de insustentabilidade: a disposição do lodo em aterro sanitário vem tornando-se inviável técnica e operacionalmente devido à saturação dos aterros, à forte rejeição pela população do entorno, à dificuldade de localização de áreas que atendam aos pré-requisitos técnicos e aos custos relativamente altos das áreas apropriadas para implantação.

Além disso, como agravante, a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE (2020) relata, na edição de 2019 do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, uma retomada da tendência de crescimento na geração de resíduos sólidos urbanos no país, que deve ser mantida nos próximos anos.

Considerando-se que a destinação final adequada do lodo é fator de grande importância para um sistema de saneamento e, ao mesmo tempo, buscando-se fazê-la de maneira eficiente por meio da redução dos custos do processo de disposição final de lodos em aterros sanitários, a SABESP vem investindo em tecnologias de tratamento deste resíduo.

Atualmente, encontra-se em andamento na Estação de Tratamento de Esgotos - ETE de Várzea Paulista a implantação de um sistema de secagem de lodo por meio de energia solar, visando reduzir os custos com transporte e disposição final dos lodos gerados na Unidade de Negócio Capivari / Jundiaí, pertencente à Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP.

A ETE Várzea Paulista faz parte da Unidade de Negócio Capivari / Jundiaí pertence à Diretoria de Sistemas Regionais da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP. Está inserida numa região que apresenta elevados patamares de crescimento e desenvolvimento, com municípios pertencendo ao Aglomerado Urbano da Região de Jundiaí, municípios na Região Metropolitana de Campinas e todos fazendo parte da Bacia dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí - Bacias PCJ.

Esta Estação de Tratamento de Esgotos inspira vários atrativos para pesquisas, por possuir o maior sistema anaeróbio da região, ter produção de biogás na planta, sistema de dosagem automatizada de polímero em pó para desaguamento de lodo, possui alta eficiência de tratamento e, desde sua inauguração, permitiu a melhora na qualidade da água do Rio Jundiaí.

O objetivo deste artigo é apresentar o estudo de caso da solução adotada na implantação de um sistema de secagem de lodo por meio de energia solar na ETE Várzea Paulista que visa reduzir os custos com transporte e disposição final de lodo gerado na Unidade de Negócio Capivari / Jundiaí, demonstrando-se um estudo de viabilidade técnica-financeira referente ao projeto implantado e os resultados esperados.

O estudo foi conduzido por meio de revisão da literatura e pesquisa documental, que embasou a etapa de discussão teórica e apresenta como o projeto foi implantado.

Este artigo está estruturado em quatro seções:

1. Introdução: onde se apresentam o problema, o objetivo do artigo, os métodos empregados e a estrutura.

2. Referencial Teórico: onde se apresentam os principais aspectos da problemática do tratamento e disposição do lodo de ETEs e se discorre sobre as ações envolvidas na aplicação de alternativas para a redução de custo.

3. O Caso da ETE Várzea Paulista: onde se apresentam as etapas realizadas para a implantação do projeto e os resultados esperados com a redução de custo, mediante a avaliação de viabilidade técnica-financeira.

4. Conclusões: onde se apresenta se o projeto foi uma solução adequada.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O lodo (primário e secundário) gerado em uma Estação de Tratamento de Esgotos é um material pastoso com grande concentração de microorganismos, sólidos orgânicos e minerais, com grande teor de umidade. A quantidade e a característica do lodo gerado variam em função do processo do tratamento.

Embora, geralmente, o lodo tenha como destinação final os aterros sanitários, Tsutiya (2000), Miki *et al.* (2006) *apud* Lima (2010) mencionam que os aterros sanitários são usados para a disposição de resíduos sólidos no solo, especialmente, lixo domiciliar, com base em critérios de engenharia e normas operacionais específicas que permitam o confinamento seguro em termos de controle de poluição ambiental e proteção à saúde pública. O lodo pode ser disposto em aterros de maneira exclusiva ou em disposição conjunta com os resíduos domiciliares. Quando disposto em aterros exclusivos, deve apresentar teores de sólidos mais elevados, da ordem de, no mínimo, 40%, sendo recomendada, ainda, a mistura com óxido de cálcio para que a resistência mecânica seja adequada à compactação (TSUTIYA, 2000; MIKI *et al.*, 2006 *apud* LIMA, 2010).

De acordo com Fernandes *et al.* (2003), a avaliação de alternativas para o tratamento e destino final do lodo de esgoto é, em geral, complexa por envolver aspectos técnicos, econômicos, ambientais e legais, que ultrapassam os limites da estação de tratamento e, por isso, reforçam a importância de se compatibilizar o processamento e o destino final do lodo.

Os tratamentos necessários envolvem processos de adensamento, desaguamento, estabilização e higienização, dependendo da destinação final. O desaguamento e o adensamento objetivam a redução do volume de água e a redução do volume do lodo, respectivamente (PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA, 2018).

Os processos que abrangem a disposição final de 90% do lodo produzido no mundo são: incineração, disposição em aterros e uso agrícola. Já no Brasil, a preocupação com o descarte correto do lodo de esgotos é relativamente recente. Até há pouco tempo, a única referência ao lodo nos projetos das ETEs, após o tratamento, era a indicação “disposição final”, sem qualquer especificação de onde e como seria feito o descarte (PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA, 2018).

O reaproveitamento agrícola demonstra ser a melhor opção de reúso do lodo, na medida em que reduz a exploração de recursos naturais para fabricação de fertilizantes e proporciona os melhores resultados econômicos. Entretanto, a qualidade do lodo utilizado na agricultura deve ser assegurada, de modo que promova melhorias às qualidades físicas, químicas e biológicas do solo, sem risco de contaminações, observando-se as exigências da Resolução Conama 375/2006. A distância entre a ETE e a área agrícola onde o lodo será aplicado é fator determinante no custo da operação (PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA, 2018).

Apesar das possibilidades de disposição final do lodo, desde o uso na agricultura com destruição dos patogênicos até a incineração, demandam teores de sólidos maiores do que os comumente alcançados na desidratação e no adensamento mecânicos, como menciona David (2002), que em equipamentos de secagem térmica requerem que o teor de sólidos, na entrada do secador, situe-se na faixa de 50 a 60%, para evitar que o lodo grude nas paredes internas do secador. Desta forma, a secagem solar do lodo vem propiciar a aplicação destas alternativas, mas, numa primeira etapa, já possibilita a redução de volume a ser destinado em aterro e, conseqüentemente, a diminuição dos custos desta operação.

Lima (2010) menciona a respeito do desenvolvimento de sistemas para recebimento de lodo desaguado. Um deles consiste, basicamente, numa câmara translúcida com sensores para monitoramento das condições atmosféricas, sistema de exaustão e ventilação e equipamento de mistura do lodo. A única fonte de energia para secagem é a radiação solar. A mistura visa trazer as camadas mais úmidas à superfície, ao mesmo tempo em que aera, ajudando a diminuir o odor. Ao final de

processo, o lodo apresenta teor de sólidos superior a 90% e volume significativamente inferior ao inicial.

Como exemplo, Silva (2019) apresentou, recentemente, o processo de secagem em estufa com irradiação solar. Esta alternativa permite reduzir o teor de umidade do lodo de esgoto e, conseqüentemente, o seu volume, propiciando a diminuição dos custos associados ao transporte e à disposição final.

Para a implantação de um projeto, em linhas gerais, Turolla (2019b) encadeia como fases necessárias: o planejamento, a estruturação e a execução. A fase de planejamento, primeira e mais significativa, refere-se à própria definição de qual projeto será realizado. Na fase de estruturação, deve ser analisada a viabilidade do projeto, por meio de um Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental, embasado, conforme sua complexidade, em um conjunto de projetos, levantamentos, investigações e de estudos técnicos que, por sua vez, subsidiarão a modelagem econômica e financeira. Finalmente, com o início da vida contratual ou com a viabilização do pacote financeiro respectivo, inicia-se uma terceira fase, conhecida como execução, ou gestão contratual.

Como resumo do projeto, Turolla (2019b) cita como mais comumente aplicados, a Taxa Interna de Retorno, o Valor Presente Líquido, o *Payback* e as respectivas variações.

Um projeto é aprovado se o *Payback* for menor do que o período máximo de tempo estabelecido pela empresa e, quanto menor o *Payback*, melhor (KATSUTANI E FUTEMA, 2019).

Entretanto a solução do problema, também, deve ser discutida sob a luz da Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, define universalização como a “ampliação progressiva do acesso de todos os domicílios ocupados ao saneamento básico”, ao mesmo tempo em que incentiva o aumento da eficiência dos prestadores de serviço e a transparência dos mecanismos de políticas públicas. Como também deve estar em conformidade com o contrato pactuado entre o Município (poder concedente) e a prestadora de serviços (pública ou privada), elaborado a partir de um planejamento, por sua vez, fundamentado no Plano Municipal de Saneamento Básico.

Assim, baseada nos compromissos estabelecidos nos planos de investimentos destes contratos, a Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo - ARSESP exerce sua função de regulação, controle e

fiscalização desses serviços, atuando, também, nos processos de fixação de tarifas, reajustes e revisões tarifárias dos serviços de saneamento básico, tendo adotado o modelo de regulação pelo preço (*Price Cap*) na definição de tarifas dos municípios atendidos pela SABESP. Este modelo determina o preço máximo a ser aplicado pela concessionária, apresentando, como uma das vantagens, o estímulo à eficiência operacional e a redução de custos (OLIVEIRA JUNIOR, 2019).

Neste contexto, Giansante (2019) elucida como a tecnologia tem possibilitado, para o setor de saneamento, o aparecimento de processos mais eficientes e de menor custo, tanto para métodos construtivos, materiais, equipamentos quanto para sistemas de tratamento.

E, do ponto de vista financeiro, Galvão Junior (2009) considera que os dispositivos de implantação de políticas públicas redistributivas, tais como fundos, subsídios e recursos a fundo perdido, são essenciais para a universalização na maioria dos municípios brasileiros.

Turolla (2019a) elenca a três principais fontes de financiamento para o setor de saneamento como sendo as tarifas, os tributos e as transferências. As tarifas são recursos obtidos via prestação dos serviços ou auto provisão, os tributos são recursos orçamentários que são canalizados ao setor via transferências governamentais e as transferências referem-se aos fundos de doadores, principalmente internacionais, como organizações não governamentais, e outras formas de solidariedade. Acrescentam-se, ainda, as fontes de financiamento reembolsáveis que incluem os empréstimos, os títulos, os recursos de capital, entre outros instrumentos. Os empréstimos concedidos por meio de operações com subsídio na taxa de juros, oferecendo capital abaixo do custo de mercado, são classificados como fontes reembolsáveis. Estas fontes de financiamento podem ser combinadas para cobrir os custos de prestação de serviços de água.

Desta forma, Turolla (2019a) evidencia a importância de se considerar, para o setor de saneamento, a capacidade de se levantar fundos, a custo razoável, para cobrir as necessidades de financiamento que não são cobertas pelas três principais fontes de financiamento anteriormente citadas, buscando-se assegurar a disponibilização de recursos para implantação de infraestrutura.

Uma forma de viabilizar financiamentos para projetos é por meio do uso de recursos oriundos das cobranças pelo uso dos recursos hídricos. Segundo a Agência das Bacias PCJ (2020), a Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos é um dos

instrumentos de gestão da Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433/97, tendo como objetivo dar ao usuário uma indicação do real valor da água, incentivar o uso racional deste recurso e obter aporte financeiro para recuperação das bacias hidrográficas. Trata-se de uma remuneração pelo uso de um bem público, cujo preço é fixado a partir da participação dos usuários da água, da sociedade civil e do poder público no âmbito dos Comitês de Bacias Hidrográficas.

São cobrados os usos de captação, consumo e lançamento de efluentes de usuários sujeitos à Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos e Dispensa de Outorga. Os mecanismos e valores atuais de cobrança estão estabelecidos em Deliberações dos Comitês das Bacias dos Rio Piracicaba, Capivari e Jundiá (AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ, 2020).

A Cobrança Federal é resultante dos valores arrecadados pelo uso de recursos hídricos em corpos d'água de domínio da União nas Bacias PCJ. O Fundo Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo - FEHIDRO é constituído por recursos arrecadados com a compensação financeira e pagamentos de royalties do setor hidroelétrico. A Cobrança Estadual Paulista é resultante dos valores arrecadados pelo uso de recursos hídricos em corpos d'água de domínio do Estado de São Paulo nas Bacias PCJ. A Cobrança Estadual Mineira é resultante dos valores arrecadados pelo uso de recursos hídricos em corpos d'água de domínio do Estado de Minas Gerais nas Bacias PCJ (LAHÓZ, 2016).

Lahóz (2016) explica, ainda, que os valores arrecadados com a Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos retornam às Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá em forma de projetos e obras visando à melhoria em sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

De acordo com Léo (2011), os recursos arrecadados são aplicados conforme a prioridade de um determinado empreendimento. No caso da demanda induzida (empreendimentos de caráter estratégico), os recursos são provenientes da cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União (Cobrança PCJ Federal). Os empreendimentos de demanda espontânea, de iniciativa isolada, devem enquadrar-se nas prioridades dos Planos de Bacias Hidrográficas.

Os recursos podem ser disponibilizados nas modalidades reembolsável ou não reembolsável, conforme critérios descritos a seguir para as categorias de Tomadores (FEHIDRO, 2015):

- Tomadores de recursos não reembolsáveis: podem habilitar-se à obtenção de financiamento com recursos não reembolsáveis: entidades de direito público da administração direta e indireta do Estado ou dos Municípios e entidades privadas sem finalidades lucrativas; e,

- Tomadores de recursos exclusivamente reembolsáveis: podem habilitar-se à obtenção de financiamento com recursos exclusivamente reembolsáveis, tanto da cobrança quanto da compensação financeira, empresas de direito privado com finalidade lucrativa usuárias de recursos hídricos e tomadores que apresentem empreendimentos de recuperação florestal em áreas autuadas por supressão de vegetação nativa, ou sobre as quais não existam obrigações administrativas ou judiciais e cultivo de mudas de caráter comercial.

O Plano Estadual de Recursos Hídricos define uma série de Programas de Duração Continuada - PDCs que englobam os principais temas a serem abordados e financiados para a gestão, recuperação e proteção das bacias hidrográficas do Estado de São Paulo. A partir desses PDCs podem ser definidas as linhas temáticas que direcionarão as ações financiadas com recursos do Fehidro para alcançar os resultados esperados pelos Comitês de Bacia Hidrográfica e pelo Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, sempre tendo em vista as prioridades regionais e as de âmbito estadual (FEHIDRO, 2015).

PDCs definidos no Plano das Bacias PCJ (COMITÊS PCJ, 2016):

- PDC 3: destinado a ações de recuperação da qualidade dos corpos d'água, contemplando tratamento de efluentes urbanos, efluentes das Estações de Tratamento de Água e disposição final de lodos de Estações de Tratamento de Esgotos, tratamento de efluentes dos sistemas de disposição final de resíduos sólidos urbanos, e das fontes difusas de poluição (somente para estudos, projetos e obras de tratamento dos efluentes dos sistemas públicos de disposição final de resíduos sólidos - chorume); e,

- PDC 5: promoção do uso racional dos recursos hídricos, contemplando racionalização do uso da água no sistema de abastecimento urbano.

Para aprovação da ação a ser financiada, são realizadas as etapas de análise dos empreendimentos inscritos (COMITÊS PCJ, 2016):

- Pré-qualificação: verificação inicial dos documentos, análise técnica e verificação do enquadramento nas conforme Plano de Bacias; e,
- Inscrição definitiva: verificação do atendimento às exigências feitas na fase de pré-qualificação, pontuação e hierarquização dos empreendimentos.

3. O CASO DA ETE VÁRZEA PAULISTA

Atualmente, a Unidade de Negócios Capivari / Jundiaí é responsável pela operação dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário de 13 Municípios, com um total de 20 estações de tratamento de esgotos, totalizando uma capacidade nominal instalada, aproximadamente, 1.900 L/s de esgotos tratados (SABESP, 2020).

A produção média de lodo, atual, das principais estações de tratamento de esgotos operadas pela Unidade de Negócio, conforme listado na Tabela 1, chega a, aproximadamente, 40 toneladas de lodo por dia, após processo de desidratação mecânica.

Tabela 1 - Principais ETEs operadas pela Unidade de Negócio Capivari / Jundiaí.

| Estação de Tratamento | Capacidade Nominal Tratamento Esgoto (L/s) | Sistema de Tratamento |
|------------------------------|---|---|
| ETE Várzea Paulista | 553,00 | Reator UASB + Lodo Ativado |
| ETE Hortolândia | 315,84 | Lagoa Aerada |
| ETE Itatiba | 235,09 | Físico Químico + Filtro Aerado Submerso |
| ETE Paulínia | 212,71 | Lagoa Aerada |
| ETE Natércio (Monte Mor) | 205,05 | Lodo Ativado |
| ETE Nica Preta (Itupeva) | 88,23 | Reator UASB + Filtro Aerado Submerso |
| ETE Jacaré (Cabreúva) | 77,35 | Lodo Ativado |
| ETE Jarinu | 57,00 | Lagoa Aerada |

Fonte: SABESP (2020).

Dentre elas, destaca-se a ETE Várzea Paulista, em operação desde janeiro 2013, foi assim concebida: tratamento preliminar (remoção de areia e material gradeado), tratamento primário (reator UASB), tratamento secundário (lodo ativado com aeração prolongada com reator aeróbio de fluxo alternado - RFA) e desaguamento de lodo. Na Figura 1, é apresentada uma vista da ETE Várzea Paulista.



Figura 1 - Vista aérea da ETE Várzea Paulista.
Fonte: SABESP (2020).

Considerando-se as condições locais, a seleção da ETE Várzea Paulista para implantação da solução apresentada, deu-se pelo fato da mesma estar instalada próxima da área que será transportado e destinado o lodo, na empresa Tera Ambiental, ou seja, a menos de 25 (vinte e cinco) Km (quilômetros) de distância e por apresentar área disponível requerida pelo secador solar.

A implantação foi estruturada em duas etapas. A primeira refere-se à execução das obras de infraestruturas civil, elétrica e hidráulica. A segunda refere-se à aquisição, instalação, partida e operação assistida do sistema de secagem solar de lodo, dimensionado para uma capacidade de alimentação de 40 toneladas por dia lodo com teor de sólidos (TS) de 20% e composto por: túnel (estufa) de secagem em formato retangular; estrutura de cobertura do túnel de secagem; equipamento misturador e fragmentador montado em estrutura metálica; sistema de exaustão e ventilação para controle do processo de secagem (circulação do ar ou gases quentes

no interior do túnel de secagem); sistema de remoção do lodo seco; sistemas de monitoramento e controle para operação automatizada de todo o processo.

A área preenchida em cinza, apresentada na Figura 2, indica a localização onde está sendo implantado o sistema.

Com isso, espera-se atingir um teor de sólidos (TS) ao final do processo de secagem de, no mínimo, 60%.

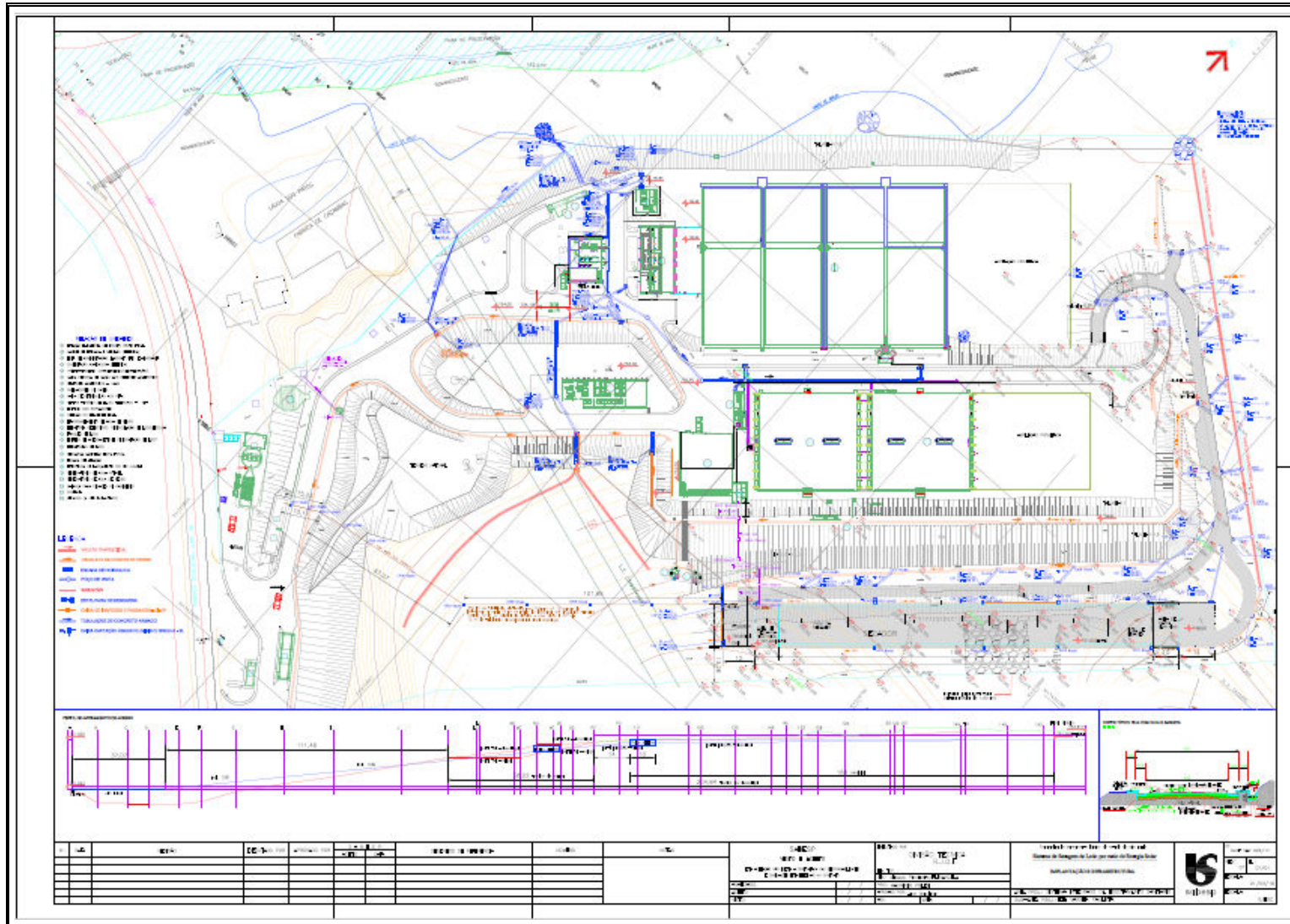


Figura 2 - Projeto de implantação do sistema de secagem de lodo por meio de energia solar na ETE Várzea Paulista.
Fonte: SABESP (2020).

No caso da solução adotada de implantação do sistema de secagem de lodo por meio de energia solar na Estação de Tratamento de Esgotos de Várzea Paulista, a análise teve como foco o *Payback*, ou seja, o número de períodos para recuperação do investimento, critério este marcado pela simplicidade e pelo seu cálculo imediato.

Para o Estudo de Viabilidade Econômica e Financeira, por meio dos dados extraídos do projeto foram simulados cenários com as informações necessárias ao cálculo do *Payback*, primeiramente nas condições atuais, sem o secador solar (Tabela 2) e depois, com a operação do secador solar (Tabela 3).

Tabela 2 - Cenário 1: nas condições atuais, sem o secador solar de lodo.

| Parâmetro | Unidade | Valor |
|---|----------------|--------------|
| Teor de Sólidos | % | 20 |
| Período de produção de lodo | dias/ano | 365 |
| Produção de lodo | toneladas/dia | 40 |
| | toneladas/ano | 14.600 |
| Custo unitário para transporte e disposição final do lodo | R\$/tonelada | 187,39 |
| Custo total para transporte e disposição final do lodo | R\$/ano | 2.735.894,00 |

Fonte: SABESP (2020).

Tabela 3 - Cenário 2: com o secador solar de lodo.

| Parâmetro | Unidade | Valor |
|---|----------------|--------------|
| Teor de Sólidos | % | 60 |
| Período de produção de lodo | dias/ano | 365 |
| Produção de lodo | toneladas/dia | 13 |
| | toneladas/ano | 4.867 |
| Custo unitário para transporte e disposição final do lodo | R\$/tonelada | 187,39 |
| Custo total para transporte e disposição final do lodo | R\$/ano | 911.964,67 |

Fonte: SABESP (2020).

Considerando-se os custos totais para transporte e disposição final do lodo, sem e com a operação do secador solar, a economia anual resulta em R\$ 1.823.929,33.

O valor total orçado para a implantação do sistema de secagem de lodo por meio de energia solar na ETE Várzea Paulista foi de R\$ 3.936.929,17.

Assim, dividindo-se o valor do investimento pela economia anual, calcula-se o *Payback*, que resulta em, aproximadamente, 2 anos e 3 meses.

Em meio a tratativas gerenciais, decidiu-se pela inscrição do projeto no processo de captação de recursos financeiros do PCJ, como tentativa de viabilização, por meio de financiamento com recursos oriundos das cobranças pelo uso dos recursos hídricos. Pois, a ETE Várzea Paulista, está inserida nas Bacias PCJ e houve a divulgação feita pelo Consorcio PCJ (2017), a respeito da Captação de Recursos Financeiros do Fundo Estado de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (FEHIDRO) e Cobranças PCJ. E ao mesmo tempo, considerou-se a implantação do sistema de secagem de lodo por meio de energia solar na ETE Várzea Paulista como uma inovação na Unidade de Negócio, conciliando-se assim com o Plano de Investimentos previsto para o Município.

Para tanto, o pleito foi feito conforme as regras e o cronograma definidos, na época, pelos Comitês das Bacias dos Rio Piracicaba, Capivari e Jundiaí (COMITÊS PCJ, 2016):

- Pré-qualificação: de 23/01/2017 até 25/01/2017; e,
- Inscrição definitiva: de 01/06/2017 a 02/06/2017.

Em julho de 2017, o empreendimento correspondente à implantação do sistema de secagem de lodo por meio de energia solar na ETE Várzea Paulista, inserido no PDC 3, foi indicado para financiamento com recursos oriundos das cobranças pelo uso dos recursos hídricos localizados nas Bacias PCJ, tendo sido enquadrado na modalidade não reembolsável, ou seja, a SABESP arca apenas com 20 % do valor total a título de contrapartida (COMITÊS PCJ, 2017).

O fato do pleito ter sido aprovado nesta modalidade foi fundamental para viabilização da implantação do projeto, evitando-se, desta forma, a concorrência com os investimentos necessários para a universalização do saneamento à população

através da ampliação dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário previstos no Plano de Investimentos.

A etapa seguinte consistiu no processo licitatório para contratação das obras de infraestrutura e para o fornecimento e instalação do secador solar de lodo. Os contratos iniciaram-se em fevereiro de 2019 e dezembro de 2018, respectivamente. Ambos estão em andamento, com previsão de término para setembro de 2020.

Na Figura 3, é apresentada uma vista local da obra em andamento da implantação do secador solar de lodo na ETE Várzea Paulista.



Figura 3 - Vista aérea das obras de implantação do secador solar de lodo.
Fonte: SABESP (junho/2020).

Como as obras de implantação do sistema de secagem solar ainda estão em fase de execução, os resultados das reduções do teor de umidade do lodo utilizadas se baseiam em sistemas semelhantes implantados em outras unidades da SABESP.

Com estrutura semelhante à que está sendo implantada na ETE Várzea Paulista, Silva (2019) apresenta a unidade de secagem solar de lodo de esgoto localizada na ETE Franca, que tem alcançado resultados de teor de sólidos da massa de lodo, geralmente, acima de 60 % chegando a 80 %, mas também, abaixo de 50 %

em alguns períodos dependendo da necessidade de paradas no sistema para manutenção.

Estes resultados corroboram o cenário construído para o Estudo de Viabilidade Econômica e Financeira, esperando-se atingir um teor de sólidos (TS) ao final do processo de secagem de, no mínimo, 60%.

4. CONCLUSÕES

A solução adotada de implantação do sistema de secagem de lodo por meio de energia solar na ETE Várzea Paulista, visando reduzir os custos com transporte e disposição final de lodo mostrou-se aderente às diretrizes estabelecidas na Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 e pela Agência Reguladora, no que se refere à eficiência operacional e à redução de custos.

A avaliação financeira, através da simulação de cenários sem e com a operação do secador solar, resultou em uma economia anual de R\$ 1.823.929,33 com transporte e disposição final do lodo. O investimento de R\$ 3.936.929,17 apresentou um período de recuperação de aproximadamente, 2 anos e 3 meses, relativamente baixo.

Para a viabilização, o projeto foi aprovado e enquadrado na modalidade não reembolsável, na qual a SABESP arca apenas com 20% do valor total a título de contrapartida, evitando-se a concorrência com outros investimentos e permitindo que parte dos valores arrecadados com a cobrança retornem na forma de financiamento para a própria região.

Portanto, conclui-se que o sistema de secagem de lodo por meio de energia solar na ETE Várzea Paulista representou uma solução integrada dos pontos de vista técnico, ambiental e financeiro, na medida em que sua implantação está alinhada às estratégias da SABESP, da Agência Reguladora e do Comitê de Bacias.

Esta solução, pode ser aplicada como solução em outras instalações e municípios, entretanto sugere-se como recomendação:

- Após operação do sistema avaliar se os teores de sólidos obtidos na prática atingem o previsto do projeto.
- Elaboração de novos estudos, visando possibilidade de uso na agricultura e/ou incineração deste lodo após a secagem.

REFERÊNCIAS

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2018/2019**. São Paulo, 2019.

AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ. **Cobrança pelo Uso da Água**. Disponível em: <http://www.agenciapcj.org.br/novo/instrumentos-de-gestao/cobranca-pelo-uso-da-agua>. Acesso em: 05 mar. 2020.

BRASIL. **Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Brasília, DF: Presidência da República, [2007]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/L11445compilado.htm. Acesso em: 05 mar. 2020.

Comitês PCJ. **Deliberação dos Comitês PCJ nº 257/2016, de 16/12/2016**. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/deliberation//CBH-PCJ/11912/delibcomitespcj-257-16.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2020.

Comitês PCJ. **Deliberação Ad Referendum dos Comitês PCJ nº 275/17, de 18/07/17**. Disponível em: <http://www.agencia.baciaspcj.org.br/docs/deliberacoes/deliberacao-pcj-275-17.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2020.

CONSÓRCIO PCJ. **Ofício SE 010/2017**. Americana, SP. 10 jan. 2017. Assunto: Captação de Recursos Financeiros do FEHIDRO e Cobranças PCJ.

DAVID, Airtón Checoni. **Secagem térmica de lodos de esgoto: determinação da umidade de equilíbrio**. 151 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FEHIDRO - Fundo Estadual de Recursos Hídricos. **Manual de procedimentos operacionais para investimento**. São Paulo, 2015. Disponível em: <http://www.agencia.baciaspcj.org.br/docs/fehidro/manual-procedimentos.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2020.

FERNANDES, Fernando; LOPES, Deize Dias; ANDREOLI, Cleverson Vitorio; PEREIRA DA SILVA, Sandra Márcia Cesário. Avaliação de alternativas e gerenciamento do lodo na ETE. In: ANDREOLI, Cleverson Vitorio (coord.). **Lodo de esgotos: tratamento e disposição final**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2003. v. 6, cap. 7, p. 299-317.

GALVÃO JUNIOR, Alceu Castro. **Desafios para a universalização dos serviços de água e esgoto no Brasil**. Rev Panam Salud Publica. 2009; 25 (6): 548-56.

GIANSANTE, Antônio E. **Gestão e planejamento da prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Tecnologia em Saneamento**. Apostila (Master in Business Administration, Saneamento Ambiental) - Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo, São Paulo, 2019.

KATSUTANI, Ciro; FUTEMA, Mariano. **Estudo de Viabilidade Econômica e Financeira**. Apostila - Associação dos Engenheiros da SABESP, São Paulo, 2019.

LAHÓZ, Francisco C. C. **Capacitação para Captação de Recursos Financeiros do FEHIDRO e Cobranças Estaduais PCJ**. 2016. 19 slides. Disponível em: <http://agua.org.br/wp-content/uploads/2016/10/capacitacao-para-captacao-de-recursos-fehidro-e-cobranças-pcj.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2020.

LÉO, Eduardo C. **Fluxograma da Captação de Recursos Financeiros nos Comitês PCJ**. 2011. 15 slides. Disponível em: <http://www.agenciapcj.org.br/novo/images/stories/fehidro/2-fluxograma>. Acesso em: 05 mar. 2020.

LIMA, Márcia Regina Pereira. **Uso de estufa agrícola para secagem e higienização de lodo de esgoto**. 284 f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

MIKI, Marcelo K.; ALEM SOBRINHO, Pedro; VAN HAANDEL, Adrianus C. Tratamento da fase sólida em estações de tratamento de esgotos - condicionamento, desaguamento mecanizado e secagem térmica do lodo. In: ANDREOLI, Cleverson Vitorio (coord.). **Alternativas de uso de resíduos do saneamento**. Rio de Janeiro: Abes, 2006.

OLIVEIRA JUNIOR, Luiz Antonio. **Princípios da regulação técnica e econômica. Experiência nacional de regulação ao nível estadual. Estudo de caso ARSESP**. Apostila (Master in Business Administration, Saneamento Ambiental) - Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo, São Paulo, 2019.

PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA. **Destinação Final de Lodos de ETAs e ETEs**. Publicado em 19/05/2018. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/destinacao-final-de-lodos-de-etas-e-etes/>. Acesso em: 24 jan. 2020.

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Diretoria de Sistemas Regionais. Unidade de Negócio Capivari / Jundiaí. **Acervo de informações técnicas**. Itatiba, 2020.

SILVA, Bruno Sidnei. **Secagem de lodo de ETE em estufa por meio de irradiação solar**. In: 30º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Natal, 2019.

TERA AMBIENTAL. **Sustentabilidade econômica e ambiental: por que elas devem seguir juntas?** Publicado em 21/05/2014. Disponível em: <https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/sustentabilidade-economica-e-ambiental-por-que-elas-devem-seguir-juntas>. Acesso em: 22 jul. 2020.

TSUTIYA, Milton T. Alternativas de disposição final de biossólidos gerados em estações de tratamento de esgotos. In: BETTIOL, Wagner; CAMARGO, Otávio A. (coord.). **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. Cap. 4, p. 69-105.

TUROLLA, Frederico. **Contexto, marcos legais e políticas públicas da prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Caracterização econômica do setor de saneamento no Brasil: financiamento.** Apostila (Master in Business Administration, Saneamento Ambiental) - Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo, São Paulo, 2019. 2019a.

TUROLLA, Frederico. **Introdução a projetos de infraestrutura.** Apostila (Master in Business Administration, Saneamento Ambiental) - Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo, São Paulo, 2019. 2019b.

VON SPERLING, Marcos; ANDREOLI, Cleverson Vitorio. Introdução. In: ANDREOLI, Cleverson Vitorio (coord.). **Lodo de esgotos: tratamento e disposição final.** Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2003. v. 6, cap. 1, p. 13-16.