

II-026 - ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DA UTILIZAÇÃO AGRÍCOLA DE BIOSSÓLIDO EM UNIDADE DE GERENCIAMENTO DE LODO

Luciana Cristina do Carmo Silva Carvalho⁽¹⁾

Bióloga pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Mestranda em Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal Fluminense (UFF) - Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica de Volta Redonda.

Afonso Aurelio de Carvalho Peres⁽²⁾

Professor D.Sc. do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental (PGTA) da Universidade Federal Fluminense (UFF).

Fabiana Soares dos Santos⁽³⁾

Professora D.Sc. do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental da Universidade Federal Fluminense.

Luiz Guilherme de Andrade Aguiar⁽⁴⁾

Mestre em Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal Fluminense.

Endereço⁽¹⁾: Av. dos Trabalhadores, 420 - Vila Santa Cecília, Volta Redonda - Rio de Janeiro - CEP: 27255-125 - Brasil - Tel.: +55 (24) 98109-9094 - e-mail: lucianaccsc@id.uff.br

RESUMO

A disposição ou destinação do lodo de esgoto, proveniente dos processos de tratamento de efluentes, acende algumas preocupações socioambientais, principalmente, no Brasil, que por sua vez, majoritariamente, tem esse resíduo disposto em aterros. Uma prática que vem demonstrando-se bastante favorável e sustentável é o aproveitamento do lodo, enquanto biossólido, em solo agrícola, no emprego à recuperação de áreas degradadas ou para reflorestamento. O objetivo desse trabalho foi analisar o investimento necessário para implementação e os custos para manutenção de uma unidade de gerenciamento de lodo, sob dois cenários, sendo um cenário: uma autarquia municipal relacionada ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto e o outro enquanto um empreendimento privado. Para fins de análise foram considerados dados referentes ao município de Volta Redonda, Rio de Janeiro. Foi realizada a análise da viabilidade econômico-financeira, utilizando os indicadores econômicos de rentabilidade: Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR), bem como, foi identificado os itens de maior impacto sobre o VPL, por meio da realização da análise de sensibilidade. Os cenários avaliados foram viáveis financeiramente, quando submetidos a uma taxa de desconto de 8% ao ano, em razão de apresentarem resultados positivos para o VPL. O cenário em que considerou o empreendimento privado mostrou-se atrativo para investimento, porém a rentabilidade alcançada toca no limite do que foi estabelecido como remuneração do capital financeiro investido. Em contrapartida, o cenário que avaliou a unidade gerenciada pela autarquia municipal, a TIR foi bem superior à taxa mínima de atratividade adotada, respondendo como uma excelente opção de investimento. E no que se relaciona ao custo de disposição em aterro sanitário e a comercialização do biossólido, esses se apresentaram como os componentes de maior impacto nos resultados econômicos do VPL em ambos cenários analisados.

PALAVRAS-CHAVE: Calagem, Indicadores econômicos, Resíduo sólido, Tratamento de lodo.

INTRODUÇÃO

A eficiência na coleta e no tratamento das águas residuais, bem como, a destinação segura de seu material remanescente representa ações fundamentais no que tange a proteção ambiental e a qualidade de vida da população, demonstrando a relevância no investimento das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs). Com tecnologias específicas, estas se dedicam à redução da carga orgânica e de poluentes do esgoto coletado, retornando a água tratada aos corpos hídricos, contudo, gerando ao mesmo tempo, um resíduo semissólido, pastoso e de constituição majoritariamente orgânica, denominado lodo de esgoto (ANDRADE, 1999).

A preocupação acerca da disposição desse resíduo é inerente, ainda que sua produção, proporcional à coleta e ao tratamento de esgoto, não alcance metade da população brasileira, afinal, conforme o último dado do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2015), avaliou-se que apenas 42,7% dos esgotos são

tratados no Brasil. No país, o lodo de esgoto, em sua maior parte, é disposto em aterros. Todavia, existem diversas alternativas de destinação do mesmo que configuram-se como sustentáveis e portanto, capazes de minimizar os impactos negativos e mesmo reduzir os custos provenientes de sua saída por aterramento. A aplicação desse resíduo em solo agrícola é uma considerável maneira de destinação.

O emprego, à agricultura, do bio sólido (lodo submetido a processo de higienização e tratamento, como compostagem ou estabilização alcalina, e com finalidade útil) é inclusive, normatizado no Brasil pela Resolução nº 375 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, que “define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados” (BRASIL, 2006, p. 01). O seu aproveitamento agrícola contempla alguns benefícios por tratar-se de um resíduo com elevado teor orgânico, atuando, por sua vez, como componente relevante à capacidade produtiva do solo (PIRES e ANDRADE, 2014). Ademais, é possível caracterizar o bio sólido, enquanto, fertilizante nitrogenado, pois além do nitrogênio, o lodo de esgoto contém fósforo e micronutrientes essenciais, como ferro, cobre, manganês, zinco (LOBO et al., 2013). Frente às considerações, têm-se a importância de avaliar a implementação e os custos envolvidos de uma Unidade de Gerenciamento de Lodo (UGL).

OBJETIVOS

Objetivou-se analisar o investimento para implementação e os custos para manutenção de uma UGL, sob dois cenários distintos, um que contasse com o gerenciamento da autarquia municipal e o outro enquanto um empreendimento privado. Realizou-se a análise da viabilidade econômico-financeira, a partir do uso dos indicadores econômicos de rentabilidade, o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR). E com o objetivo de identificar os itens de maior influência sobre os resultados dos indicadores econômicos utilizou-se a análise de sensibilidade.

METODOLOGIA

O recebimento, processamento, caracterização, transporte e destinação do lodo de esgoto produzido por uma ou mais ETEs podem ser atribuídos às funções de uma UGL (BRASIL, 2006). Os cenários analisados foram: UGL associada à uma autarquia municipal responsável pelo gerenciamento de lodo das ETEs; UGL enquanto empreendimento privado, tratando desse modo, do aproveitamento de bio sólido (proveniente do tratamento de esgoto) à agricultura ou ainda na recuperação de áreas degradadas.

o LICENCIAMENTO AMBIENTAL E PRODUÇÃO DE LODO DE ESGOTO

Para fins de análise foram considerados dados referentes ao município de Volta Redonda - RJ. Os serviços de saneamento em Volta Redonda são cumpridos pela autarquia Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), o qual iniciou suas operações em 19 de dezembro de 1967. Atualmente, o serviço realiza 99% da coleta de esgoto da população e no tocante ao percentual de tratamento, esse atinge o estimado de 32%, se consideradas as sete ETEs em operação, inclusive a mais recente inaugurada ETE Engenheiro Gil Portugal, conforme o Plano Municipal de Saneamento Básico (VOLTA REDONDA, 2014). Através desses dados foi possível calcular quantos habitantes uma UGL do SAAE-VR contemplaria. Tomando-se a população total estimada em 256.305 habitantes e os percentuais de coleta e tratamento de esgoto segundo o plano municipal supracitado, tem-se que o lodo gerado por 81.197,43 hab. poderia ser gerenciado ganhando, após tratamento, uma aplicabilidade agrícola. Para o desenvolvimento da tecnologia se faz necessário levantar as informações acerca do licenciamento ambiental adequado para cada tipo de empreendimento e juntamente ao órgão licenciador dar concessão a mesma.

Referente à produção de bio sólido foi possível estimar teoricamente como apresentou Andreoli et al. (1998), que fundamentou-se nos dados do Banco Mundial (1993) para o balanço de massa de reatores anaeróbios de fluxo ascendente, calculando uma produção de lodo de 15 g/hab./dia em base seca e de Martel (1996), ao pontuar para ETEs com aeração, um balanço de massa teórico gerando, aproximadamente, 45 g/hab./dia em base seca de lodo. Analisando os regimes de operação em Volta Redonda, têm-se:

Tabela 1: Identificação, localização e tipo de tratamento das ETEs no município de Volta Redonda, RJ.

IDENTIFICAÇÃO	LOCALIDADE	TIPO DE TRATAMENTO
ETE Padre Josimo	Padre Josimo	Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente (UASB)
ETE Ronaldo Gonçalves	Santa Cruz	Reator Anaeróbio (UASB) + Biofiltro
ETE Volta Grande	Volta Grande IV	Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente
ETE Vila Rica I	Vila Rica	Aeróbio utilizando Lodo Ativado
ETE Vila Rica II	Vila Rica	Aeróbio utilizando Lodo Ativado
ETE Eng. Silvino Streva	Parque das Garças	Reator Anaeróbio (UASB) + Biofiltro
ETE Eng. Gil Portugal	Vila Santa Cecília	Reator Anaeróbio (UASB) + Biofiltro

Fonte: Planos municipais de saneamento básico e gestão integrada de resíduos sólidos. Parte I Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas, Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário – p. 239, novembro/2014.

Para obter os resultados acerca da produção de lodo de esgoto no município, o cálculo foi baseado nos tipos de tratamento para cada ETE (Tabela 1), em conformidade à estimativa destacada por Andreoli et al. (1998), partindo de uma população de 81.197,43 hab. com coleta e tratamento de esgoto, apresentando-se como resultado estimado de produção teórica de lodo de esgoto (peso seco), o equivalente a 1.578,3 kg/dia, ou mesmo, uma geração mensal de 47.349 kg, no município. Produção teórica de lodo de esgoto, estimada para os dois cenários analisados.

o ETAPAS OPERACIONAIS NO GERENCIAMENTO DE LODO

A produção de lodo em ETEs depende dos tipos de sistemas de tratamento utilizados para a fase líquida, sendo que esses processos de tratamento biológico geram como resíduo, o lodo. As atividades descritas no plano de gerenciamento da UGL contemplaram as seguintes fases:

1. Desaguamento do resíduo em leitos de secagem nas ETEs;
2. Coleta e transporte do lodo;
3. Tratamento do lodo e uso de calagem;
4. Destorroamento, embalagem e estocagem e;
5. Transporte e distribuição.

Na UGL cujo tratamento do resíduo é de gerenciamento da autarquia municipal, considerando um processo de desaguamento a partir do leito de secagem, a fase 2 de coleta e transporte do lodo emprega-se posterior ao processo de tratamento. Estabelecendo-se nesse cenário, inicialmente, o desaguamento do lodo, o processo de calagem em cada ETE, sua coleta e transporte para uma central de destorroamento, embalagem e estocagem e, por fim, a distribuição do mesmo. O que difere da unidade que trata o resíduo com gerenciamento privado, em razão de nesse último o lodo ser levado à central da UGL e apenas lá receber a estabilização alcalina, desse modo, as etapas se sucedem pelo desaguamento nas respectivas ETEs, coleta e transporte, tratamento (caleação) já na central da UGL privada, destorroamento, embalagem e estocagem, para posteriormente ser distribuído.

Para ambos os cenários, a proposta de higienização do lodo de esgoto configura-se pelo processo de estabilização alcalina objetivando a produção de biossólido classe A. Com o auxílio de pás, enxadas ou betoneira se fará a mistura lodo-cal. Posteriormente, o lodo será submetido à maturação nos leitos de secagem. A calagem consiste num processo eficiente para a eliminação dos patógenos no lodo, além de atuar na estabilização e na desodorização do mesmo. Trata-se de um processo de desinfecção química, e para tal, a calagem resulta da adição e mistura ao lodo de cal virgem ou hidratada, com o objetivo de elevar o pH da mistura a valores superiores a 12. Nessa faixa de pH acontece a destruição ou inativação de grande parte dos agentes patogênicos (FIA, MATOS e AGUIRRE, 2005).

Sabendo que cada cenário exige estrutura e equipamentos específicos, os dois cenários foram diferenciados quanto às aquisições necessárias e quantidades pertinentes à instalação e manutenção da tecnologia, itens como terreno, obras, máquinas e equipamentos (moinho do tipo martelo, betoneira, exaustor), materiais e ferramentas (pá, enxada, carrinhos de mão, sacos de rafia, balança, cal hidratada), mão de obra (operadores para estabilização, motorista, gestor da UGL), caminhão equipado do tipo basculante e equipamentos de proteção individual (EPI).

o CONSTRUÇÃO DO FLUXO DE CAIXA E METODOLOGIAS DE ANÁLISE FINANCEIRA

Para a construção do fluxo de caixa de cada cenário, realizou-se a caracterização do empreendimento, bem como as informações de operacionalização. Em conjunto, foram levantados os custos de produção envolvidos na implementação e manutenção de cada UGL pertinente à atividade. A partir destas foram construídas planilhas eletrônicas, utilizando-se o MS-Excel®, classificando as informações econômicas em entradas e saídas, sendo as entradas compostas pelas receitas e os investimentos e as saídas pelas despesas, resultando na formação do fluxo de caixa mensal. Posteriormente, promoveu-se a atualização dos preços praticados em cada item componente do fluxo de caixa, sendo aplicado o Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI), da Fundação Getúlio Vargas (FGV, 2016), corrigindo-os monetariamente para o respectivo período de avaliação. Foi considerado como mês de referência, agosto de 2016. Foram quantificados todos os itens de produção necessários a implementação da UGL privada ou associada ao serviço de saneamento do município.

De posse dos fluxos de caixa efetuou-se a análise de viabilidade econômico-financeira, utilizando-se os indicadores econômicos de rentabilidade: valor presente líquido (VPL) e taxa interna de retorno (TIR), de acordo com a metodologia proposta por Noronha (1988). Foi realizada a análise de sensibilidade para identificar os itens de maior influência sobre os resultados do VPL e TIR em cada UGL, conforme Buarque (1991).

Foram consideradas como entradas, as receitas advindas da comercialização do adubo biossólido + cal, o custo de disposição em aterro sanitário, bem como as receitas advindas do fretamento aos municípios cadastrados e o total do capital financeiro imobilizado em máquinas, equipamentos e benfeitorias. Nas saídas foram consideradas as despesas incididas em todo o processo de produção, como também o investimento realizado na aquisição do terreno, a realização de obras e instalações, a aquisição de máquinas e equipamentos, ferramentas para uso, pagamento de mão de obra, despesas operacionais, transporte, EPI, licenciamento ambiental, manutenção, e exames e capacitação dos colaboradores. O horizonte temporal de análise dos cenários foi de seis anos, submetida a variação de preços do mercado.

Na análise do VPL foram aplicadas diferentes taxas anuais de desconto de 6%, 8%, 10% e 12%, respectivamente, 0,49%, 0,64%, 0,80%, 0,95% ao mês, considerando uma taxa mínima de atratividade (TMA) de 9% ao ano que correspondeu ao rendimento médio obtido em 0,72% ao mês. A TMA mencionada foi adotada por ser a taxa comumente empregada por empresas de consultoria que prestam serviços no setor de saneamento básico (PRIM, 2011; HASTENREITER, 2013). É adequada por ser intermediária entre a Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP, 2016) de 7,5% e o Certificado de Depósito Interbancário (CDI, 2016) de 13,88%, no período vigente. A TMA é empregada como referencial para avaliação da atratividade das aplicações em fundos de investimento. De acordo com Casarotto Filho e Kopitke (2010), para que uma nova proposta de investimento seja atrativa, ela deve render, no mínimo, a taxa de juros equivalente à rentabilidade das aplicações correntes. Na análise do VPL e da TIR, empregaram-se as respectivas equações 1 e 2:

$$VPL = \sum_{t=0}^n VF/(1+r)^t \quad \text{equação (1)}$$

Onde, VPL = valor presente líquido; VF = valor do fluxo líquido (diferença entre entradas e saídas); n = número de fluxos; r = taxa de desconto e t = período de análise (i = 1, 2, 3,...).

A seguir, a expressão usada para obter a TIR, aquela que representa o valor de r que igualou o VPL a zero:

$$VPL = VF_0 + VF_1/(1+r)^1 + VF_2/(1+r)^2 + VF_3/(1+r)^3 + \dots + VF_n/(1+r)^n \quad \text{equação (2)}$$

Em que, VF = fluxos de caixa líquido (0, 1, 2, 3, ..., n) e r = taxa de desconto.

Na análise de sensibilidade, considerou-se uma variação de 10%, no sentido desfavorável para os resultados obtidos no VPL sobre os preços de cada um dos itens componentes do fluxo de caixa de cada cenário, ou seja, quando se tratou de receita, o valor sofreu um decréscimo e quando se tratou de despesa, o valor sofreu um acréscimo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os cenários analisados foram viáveis financeiramente, quando submetidos a uma taxa de desconto de 8% ao ano. Por apresentarem resultados positivos para o VPL, os cenários analisados apresentam-se como uma boa proposta de investimento. Segundo Contador (1988), o VPL enquanto um indicador da viabilidade do empreendimento ou tecnologia, trata-se de um critério mais rigoroso, isento de falhas técnicas e de fácil compreensão. Na tabela 2 estão organizados os resultados comparativos entre os cenários, indicadores de rentabilidade e respectivas taxas obtidos através desse estudo.

Tabela 2: Indicadores econômicos de rentabilidade: valor presente líquido (VPL), em reais, submetido às taxas de desconto de 6%, 8%, 10% e 12% ao ano e taxa interna de retorno (TIR), em %.

UGL	VPL				TIR
	6%	8%	10%	12%	
Autarquia Municipal	431.011,14	395.266,22	363.009,58	333.824,84	89,17
Gerenciamento Privado	33.831,40	11.442,05	-8.430,91	-26.117,03	9,09

Em referência à unidade associada ao gerenciamento pela autarquia do município têm-se resultados positivos para o VPL sob as 4 taxas supracitadas. Já em menção à UGL privada, observa-se resultados favoráveis de VPL nas taxas de 6 e 8%, contrastantes às taxas de 10 e 12%, com VPLs negativos para o cenário, pontuando, portanto, que nessas últimas condições o empreendimento não apresenta viabilidade econômica, pois não será possível cobrir os custos de sua implementação e manutenção. Tal consideração é justificada pelo fato de que a UGL privada demanda de mais recursos, insumos, mão de obra e área se comparada a UGL que for apenas agregada ao sistema de um serviço de saneamento pré-existente.

A TIR equivale a taxa de retorno intrínseca do projeto e para a tomada de decisão essa taxa pode ser comparada com a TMA definida pelo investidor ou com a TIR de outros projetos de mesma finalidade. Pode-se observar pela tabela 2, que a unidade de tratamento do resíduo com gerenciamento privado apresentou uma TIR próxima a TMA adotada no estudo, sendo assim, atrativo para investimento, porém a rentabilidade obtida estará no limite do que o investidor estabeleceu como remuneração do capital financeiro investido. Já, para a unidade que conta com gerenciamento da autarquia municipal, a TIR foi bem superior a TMA adotada, o que denota uma excelente opção de investimento na modalidade estudada. Frente aos resultados da TIR, os dois cenários avaliados apresentaram-se como rentáveis pois ambos, possuem maiores retornos do capital investido quando comparados com demais investimentos disponíveis no mercado.

Os resultados obtidos para o VPL e a TIR nos cenários analisados permitiram a tomada de decisão do investidor, uma vez que o mesmo pode conhecer sobre a viabilidade ou não das propostas e a rentabilidade recebida pelo capital investido.

Ao recorrer a técnica de análise de sensibilidade, foi possível identificar os componentes que exerceram maior impacto sobre os resultados econômicos em cada cenário produtivo, frente às oscilações de preços ocorridas no mercado. Nas tabelas 3 e 4 foram apresentados os resultados da análise de sensibilidade conforme os itens de cada cenário, submetidos a uma variação desfavorável de 10% nos preços.

Tabela 3: Alteração em reais (R\$) do VPL em razão da variação desfavorável de 10% nos preços equivalentes à unidade de tratamento com gerenciamento da autarquia municipal.

ITENS	VARIAÇÃO (R\$)
Custo de disposição do lodo em aterro sanitário	-R\$ 55.288,95
Valor de venda do adubo orgânico: biossólido adicionado com cal	-R\$ 49.434,44
Valor de compra de cal hidratada	-R\$ 30.365,19
Valor de compra do saco de rafia 25 kg (armazenamento e transporte)	-R\$ 12.826,12
Investimento na compra de caminhão basculante	-R\$ 7.082,92
Mão de obra contratada (coleta, destorroamento e peneiramento)	-R\$ 6.963,57
Pagamento de Motorista	-R\$ 6.075,09
Investimento na infraestrutura: pátio de estocagem	-R\$ 3.842,02

A partir do disposto na tabela 3, têm-se que o VPL demonstrou-se mais sensível à variação de preços referente ao custo de disposição do lodo de esgoto em aterro, adicionalmente, sendo o preço de comercialização do adubo orgânico (biossólido + cal) e a compra de cal hidratada, respectivamente, apresentadas como o segundo e terceiro itens de maior impacto econômico do sistema para o cenário da unidade gerenciada pela autarquia do município.

Tabela 4: Alteração em reais (R\$) do VPL em razão da variação desfavorável de 10% nos preços equivalentes à unidade de tratamento com gerenciamento privado.

ITENS	VARIAÇÃO (R\$)
Custo de disposição do lodo em aterro sanitário	-R\$ 55.288,94
Valor de venda do adubo orgânico: biossólido adicionado com cal	-R\$ 49.343,43
Valor de compra de cal hidratada	-R\$ 30.365,19
Pagamento do Gestor da UGL (30h)	-R\$ 23.385,69
Mão de obra contratada (coleta, destorroamento e peneiramento)	-R\$ 13.935,52
Valor de compra do saco de rafia 25 kg (armazenamento e transporte)	-R\$ 12.826,11
Pagamento de Motorista	-R\$ 7.708,99
Valor de aquisição do terreno	-R\$ 7.573,70

Em alusão à unidade que trata o resíduo com gerenciamento privado, os três primeiros itens apresentaram-se similares aos componentes mais sensíveis também observados na UGL da autarquia municipal, todavia, a partir do quarto item a variação de preço para a unidade particular foi mais afetada, no tocante aos salários do gestor e operadores, ao insumo de sacos de rafia, salário do motorista e aquisição do terreno, esse último por demandar de área superior à necessária para a construção de apenas um pátio de estocagem (destacado como oitavo item de maior impacto econômico da UGL da autarquia do município).

Por apresentar como item de maior impacto nos resultados do VPL, o custo de disposição do lodo de esgoto em aterro sanitário deve ser evitado, recomendando-se assim que o mesmo seja tratado adequadamente dentro das leis ambientais e seja aproveitado para a produção de adubo orgânico de uso em plantas destinadas ao reflorestamento. Além disso, têm-se os custos indiretos sobre o meio ambiente, quando não envia-se o material para disposição nos aterros sanitários.

CONCLUSÕES

A implementação de uma unidade de gerenciamento de lodo de esgoto vinculada ao próprio serviço de tratamento de água e esgoto do município é viável e apresenta maior rentabilidade financeira para o investidor. O preço referente ao custo de disposição em aterro e a comercialização do biossólido representam os componentes de maior impacto nos resultados econômicos dos cenários analisados

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE, Cristiano Alberto. Nitratos e metais pesados no solo e em plantas de *Eucalyptus grandis* após aplicação de biossólido da ETE de Barueri. 1999. 65 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999
2. ANDREOLI, C. V.; FERREIRA, A. C.; BONNET, B. R. P.; LARA, A. I.; PEGORINI, E. S. Produção real e estimativas teóricas de lodo de esgoto no Estado do Paraná. In: I Seminário sobre Gerenciamento de Biossólidos do Mercosul, Curitiba, dez 1-4, 1998.
3. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. Brasília: 2006.
4. BUARQUE, C. Avaliação econômica de projetos. 8 ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1991. 266 p.
5. CASAROTTO FILHO, N.; KOPITKE, B. H. Análise de investimentos. 11 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2010.

6. CDI. Portal Finanças. Certificado de Depósito Interbancário. Disponível em: <<http://www.portaldefinancas.com/cdi1617.htm>>. Acesso em: 12 nov. 2016.
7. CONTADOR, C. R. Indicadores para seleção de projetos. In: CONTADOR, C. R. (Ed.). Avaliação social de projetos. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1988. p.4158.
8. FGV - Fundação Getúlio Vargas. Índice geral de preços - disponibilidade interna. Revisão atualizada diariamente. 2016. Disponível em: <<http://www.antigofgvdados.fgv.br>>. Acesso em 15 ago. 2016.
9. FIA, R.; MATOS, A. T.; AGUIRRE, C. I. Características químicas de solo adubado com doses crescentes de lodo de esgoto caledado. Engenharia na Agricultura, Viçosa, MG, v.13, n.4, p. 287-299, Out./Dez., 2005.
10. HASTENREITER, T. A. Estudo de viabilidade técnica e econômica de implantação de um sistema de reuso de água cinza para fim não potável em edificação empresarial. Projeto de Graduação (Engenharia Ambiental) Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2013.
11. LOBO, T. F.; FILHO, G. H.; BULL, L. T.; MOREIRA, L. L. Q. Manejo do lodo de esgoto e nitrogênio mineral na fertilidade do solo ao longo do tempo. Semana: Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 6, p. 2705-2726, nov./dez. 2013.
12. PIRES, A. M. M.; ANDRADE, C. A. Recomendação de dose de lodo de esgoto: a questão do nitrogênio. Jaguariúna, EMBRAPA Meio Ambiente, 2014. 8p. (EMBRAPA – Comunicado Técnico, 52).
13. PRIM, E. C. C. Utilização de lodo de estações de tratamento de água e esgoto como material de cobertura de aterro sanitário. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2011.
14. SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Situação Saneamento no Brasil. 2015. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil>>. Acesso em 15 set. 2016.
15. TJLP. Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) - Taxa de Juros de Longo Prazo. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/area-para-clientes/200-tjlp/4651-tjlp>>. Acesso em: 09 set. 2016.
16. VOLTA REDONDA. Prefeitura Municipal de Volta Redonda, Secretaria Municipal de Planejamento (SMP). Produto 4: Prognóstico e Cenários de Referência. Planos municipais de saneamento básico e gestão integrada de resíduos sólidos. Parte I: Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas, Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário. Novembro/2014.