



II-104 - VIABILIDADE ECONÔMICA E ANÁLISE DAS PRÁTICAS DE REÚSO DOS EFLUENTES DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO – ETE ALEGRIA E ETE PENHA

Bruna Magalhães de Araujo⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Aluna do curso de Especialização em Engenharia Sanitária e Ambiental na UERJ.

Augusto César dos Santos Manhães

Graduando no curso de Engenharia Civil pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

Ana Silvia Pereira Santos

Professora Doutora do Departamento de Engenharia Sanitária e Meio Ambiente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – DESMA/UERJ

Endereço⁽¹⁾: Rua General Caldwell, 285 - Centro – Rio de Janeiro - RJ - CEP: 20230-194 - Brasil - Tel: +55 (21) 98187-2489 - e-mail: brunamagalhaes5@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho realizou uma avaliação operacional em relação a atual prática de reúso de efluentes no município do Rio de Janeiro, em particular os casos das Estações de Tratamento de Esgoto Penha e Alegria, que, atualmente fornecem água de reúso para a Companhia Municipal de Limpeza Urbana – COMLURB e para obras do Projeto Porto Maravilha, respectivamente. Ainda, foi realizada uma estimativa de viabilidade econômica da utilização de efluente de ETE para fins menos nobres, quando comparada à utilização de água potável fornecida pela Companhia de Água e Esgotos do Rio de Janeiro – CEDAE. Observou-se então que os programas de reúso aplicados em ambas as Estações, são de grande importância, porém aplicam volumes muito inferiores aos volumes tratados por elas. Ressalta-se também que há uma grande dificuldade ainda referente à relação entre os usuários dos sistemas de reúso, operadores, funcionários e público em geral com o entendimento das características dessa água e os riscos associados a ela. Essa é uma barreira a ser transposta para uma aplicação mais efetiva dessa prática. Já no que se refere a análise econômica sobre a utilização de águas de reúso, foi estimado que para distâncias entre o produtor e o consumidor das águas de reúso de até aproximadamente 100 km a prática é considerada vantajosa em relação à utilização de água potável fornecida pela CEDAE para usos menos nobres.

PALAVRAS-CHAVE: Reúso, esgoto sanitário, custo, tratamento de esgoto.

INTRODUÇÃO

A crise hídrica é causada por diversos fatores como: ocupação territorial desordenada, uso inadequado das águas, ineficiente coleta e tratamento das águas residuárias com o consequente lançamento de esgoto não tratado nos corpos de água, lançamento de resíduos sólidos, poluição atmosférica, ineficiência nos sistemas de drenagem, desperdício de água, falta de conscientização ambiental dentre outros.

Visto a importância vital da água e a crise hídrica presente, é fundamental encontrar alternativas que amenizem esta situação. Por isso o reúso de águas servidas deve ser estudado e aplicado cada vez mais de forma a preservar os corpos d'água. Ressalta-se que o reúso ainda propicia uma redução na captação de água de mananciais para diversos fins.

A técnica de reúso da água, cada vez mais é reconhecida como uma das opções mais inteligentes para a racionalização dos recursos hídricos, entretanto ela depende da aceitação popular, aprovação mercadológica, disponibilidade de recursos tecnológicos e financeiros e vontade política para que esta se torne efetiva. Porém atualmente no Brasil, ainda é uma técnica incipiente já que não é respaldada por uma legislação federal para este fim e não encontra apoio da população, em geral.

O principal instrumento utilizado para aplicar a prática do reúso no Brasil é a Norma Brasileira - NBR 13.969/97(ABNT, 1997), que aborda parâmetros para dimensionamento de unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos dos tanques sépticos. Este instrumento, em seu item 5.6 aborda o tema reúso de efluentes com o título “Reúso Local”.

Então, desde 1997, algumas legislações passaram a tratar o tema, inicialmente com o objetivo de acumular água de chuva e reutilizá-la. Somente em 2005, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH implementou a Resolução CNRH nº 54(Brasil, 2005), que passou a definir modalidades de reúso, mas não apresentou parâmetros de qualidade de água. A partir de então, outros municípios, como Niterói, Campinas, Salvador, aplicaram novas legislações para o mesmo fim. Atualmente, a legislação mais recente sobre reúso de efluentes de Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) é a legislação municipal de São Paulo nº 16.174, publicada em abril de 2015.

Sabe-se que no Brasil não há um bom relacionamento da população com o saneamento ambiental. Dessa forma, práticas de reúso de efluente tratado, nas mais diversas modalidades para uso não potável, se tornam ainda mais complicadas. Por desconhecimento dos riscos reais associados ao tema, à população não se envolve e inicialmente não aceita.

Visto a importância do assunto, o presente estudo visa analisar as práticas de reúso já existentes para os efluentes de estações de tratamento de esgoto do município do Rio de Janeiro assim como sua viabilidade econômica.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia do presente trabalho teve como objeto de estudo duas ETEs que aplicam o reúso de efluentes para fins não potáveis no município do Rio de Janeiro: ETE Alegria e ETE Penha, ambas operadas pela CEDAE.

As ETEs Alegria e Penha estão localizadas nos bairros do Caju, próximo ao porto e Penha, às margens da Av. Brasil, respectivamente. Imagens de satélite da localização de ambas podem ser observadas nas Figuras 1 e 2.



Figura 1 - Imagem de satélite da localização da ETE Alegria.

Fonte: Google Maps, acesso em novembro 06/11/2015.

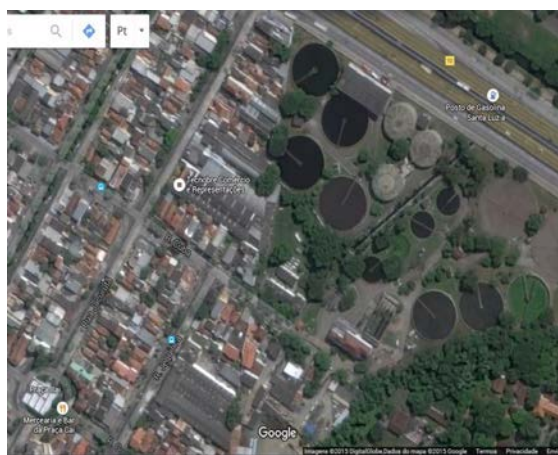


Figura 2 - Imagem de satélite da localização da ETE Penha.

Fonte: Google Maps, acesso em novembro 06/11/2015.

A metodologia foi desenvolvida em três etapas, a saber:



PRIMEIRA ETAPA: ENTENDIMENTO DOS FLUXOGRAMAS DAS ETES ALEGRIA E PENHA

Para cada finalidade de reúso há um padrão de qualidade adequado a ser atendido. Desta forma é de fundamental importância ter conhecimento sobre o efluente resultante dos tratamentos nessas Estações em questão, sendo necessário o entendimento dos fluxogramas adotados em ambas. Ressalta-se que no presente trabalho não foi questionado e/ou avaliada nem as condições das instalações, nem a prática de reúso exercida pela CEDAE. Somente os dados operacionais foram coletados diretamente com operadores, nas visitas técnicas realizadas pelos autores.

SEGUNDA ETAPA: CONHECIMENTO DOS PROGRAMAS DE REÚSO DAS ETES ALEGRIA E PENHA

Essa etapa teve o objetivo de compreender melhor o atual panorama das práticas de reúso que estão sendo empregadas no Município do Rio de Janeiro. Para isso, foi necessária a realização de visitas técnicas às ETES, de forma a estabelecer diálogos com os operadores; de visitas às feiras livres atendidas pelo sistema de reúso resultante da parceria entre a COMLURB e CEDAE; além da busca de materiais disponíveis nos *websites* da Secretaria De Estado De Obras (SEOBRAS).

TERCEIRA ETAPA: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE CUSTO DA ÁGUA DE REÚSO E DA ÁGUA POTÁVEL

Para esta etapa, foi realizada uma estimativa de custo do transporte de água de reúso, em função de diferentes distâncias. Em seguida, esse custo estimado foi comparado ao valor da água potável/m³ cobrado pela CEDAE em diferentes categorias, já que este varia em função do porte do empreendimento.

Para estimativa do custo do transporte específico da água de reúso, foram utilizados valores de transporte em caminhão pipa definidos tanto pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) como pela Empresa Municipal de Obras Públicas e Iluminação do Rio de Janeiro (EMOP). Esses valores são de respectivamente R\$ 63,02 por hora para caminhão pipa com capacidade de 6m³ e R\$ 95,80 por hora para caminhão pipa com capacidade de 10m³. Assim, o custo fornecido para cada m³ transportado é de R\$10,50/hora pelo SINAPI e R\$9,58/hora pela EMOP.

De forma a permitir a comparação com o valor do m³ de água potável exercido pela CEDAE, foi necessário transformar a unidade do custo do transporte, definindo uma velocidade média de 60 km/h. E assim a comparação se deu em função de diferentes distâncias percorridas pelo transporte de água de reúso até que se pudesse observar qual distância máxima permitiria maior vantagem econômica na adoção dessa prática em relação à utilização da água potável.

Para análise do custo da água potável, encontra-se apresentada na Tabela 1 a estrutura tarifária vigente atualmente e exercida pela CEDAE, onde se pode observar a diferença de valor em função do consumo mensal e da categoria (domiciliar, comercial, industrial ou público). Ressalta-se ainda que esta estrutura também varia em função da localização do empreendimento e no presente trabalho, somente encontram-se apresentados os valores definidos para as regiões mais nobres (Grupo A). Isso se deu em função do objetivo do trabalho de apresentar resultado para a pior situação.

Dessa forma, para a comparação proposta, também foi utilizado o valor mais elevado para o m³ de água potável dentro da categoria onde o valor também é o mais elevado (industrial). Essa situação está exposta na linha destacada na Tabela 01. Assim, o valor do m³ de água potável que foi utilizado no estudo comparativo é de R\$ 19,35.

Tabela 1: Estrutura Tarifária A vigente.

CATEGORIA DE USUÁRIOS	CONSUMO (m³/mês)	MULTIPLICADOR	TARIFA 1 (GRUPO A) R\$	TARIFA 2 E 3 (GRUPO A) R\$
DOMICILIAR CONTA MÍNIMA	-	1,00	2,642921	-
DOMICILIAR	0 - 15	1,00		3,03
	16 - 30	2,20		6,66
	31 - 45	3,00		9,08
	46- 60	6,00		18,17
	>60	8,00		24,22
COMERCIAL	0 - 20	3,40		10,29
	21 - 30	5,99		18,14
	>30	6,40		19,38
INDUSTRIAL	0 - 20	5,29		15,74
	21 - 30	5,46		16,53
	>30	6,39		19,35
PÚBLICA	0 - 15	1,32		3,99
	>15	2,92		8,84
PÚBLICA ESTADUAL	0 - 15	1,32	3,49	
	>15	2,92	7,72	
Observações:				
TARIFA 1: Unidade predial com volume apurado até 0,5m³/dia/economia				
TARIFA 2 e 3: Demais unidades.				

Fonte: Tabela adaptada da estrutura tarifária do grupo (A), retirada do *websites* da CEDAE.

RESULTADOS DA PRIMEIRA ETAPA - ENTENDIMENTO DOS FLUXOGRAMAS DAS ETES ALEGRIA E PENHA

ETE ALEGRIA

Segundo o memorial descritivo da ETE Alegria, disponibilizado no *website* SEOBRA, o Sistema Alegria de esgotamento sanitário, do qual faz parte a ETE, abrange uma área contribuinte esgotável total de 8.634 ha. A Estação, em operação desde 2008, foi dimensionada em sua totalidade para tratar na etapa final a vazão média de 5,0 m³/s de esgotos no grau de tratamento secundário, beneficiando uma população estimada em torno de 2.500.000 habitantes. No estágio atual está implantado todo tratamento preliminar e primário para vazão média de 5,0 m³/s, enquanto que no tratamento secundário, 95% das obras civis estão concluídas para 5,0 m³/s. Em relação às montagens eletromecânicas, estas foram concluídas somente para vazão de 2,5 m³/s.

O fluxograma completo da fase líquida da ETE Alegria é composto por gradeamento e caixa de areia, perfazendo o tratamento preliminar; decantador primário que corresponde à etapa primária; lodo ativado convencional com tanque de aeração por ar dissolvido e decantador secundário compondo a etapa secundária. Todas essas etapas, exceto à preliminar, podem ser visualizadas na Figura 3.



Figura 3: Fotografia aérea da ETE Alegria.

A vazão atual de operação da ETE Alegria é de 2,5 m³/s e beneficia uma população em torno de 1.250.000 habitantes. Os esgotos coletados e tratados na ETE Alegria, a nível secundário, são lançados no Canal do Cunha, com redução da carga orgânica em torno de 95%. Ressalta-se que antes da construção da ETE estes esgotos eram lançados “In Natura” na Baía da Guanabara.

ETE PENHA

A ETE Penha, segundo RAMOS *et al* (2005), funcionou durante muitos anos, com duas tecnologias distintas de tratamento secundário: lodo ativado convencional e filtração biológica. Entretanto há aproximadamente 10 anos, segundo a operação técnica da Estação, os filtros biológicos encontram-se desativados. Pode-se observar na Figura 4, o desenho esquemático operacional da ETE Penha, desenhado no quadro da sala de cursos, fotografado em visita técnica realizada em novembro de 2015. Já na fotografia da Figura 5, podem ser observadas as unidades que compõem a ETE Penha em imagem de satélite.

Somente a título de informação e curiosidade, a ETE Penha encontra-se em operação desde 1940, sendo essa, umas das primeiras unidades de maior porte implantadas com essa tecnologia no Brasil (JORDÃO & PESSÔA, 2014). E de acordo com RAMOS *et al* (2005) a capacidade máxima da Estação era de 1200 L/s em 2005, entretanto devido a ligações clandestinas e crescimento urbano desordenado essa vazão atualmente pode chegar a 1600L/s, segundo operadores.



Figura 4: Desenho esquemático operacional da ETE Penha registrado no quadro da sala de cursos.



Figura 5: Imagem de satélite da ETE Penha com destaque para as unidades que compõem o sistema.

RESULTADOS DA SEGUNDA ETAPA - CONHECIMENTO DOS PROGRAMAS DE REÚSO DAS ETES ALEGRIA E PENHA

ETE ALEGRIA

De acordo com visita técnica e conversa informal com operadores, na ETE Alegria, atualmente, do total de esgoto tratado, mensalmente, em torno de 910 mil litros, o que corresponde a aproximadamente 4 a 6 caminhões por dia com capacidade de 8.000L são destinados ao reúso. Esse montante é encaminhado ao setor de construção e limpeza das obras do Porto Maravilha, próximo à estação, no centro da cidade. Essas obras já estão em fase final e na Figura 6 pode-se observar a atual situação do Porto Maravilha.



Figura 6: Fotografia da situação atual das obras do Porto Maravilha.

O efluente secundário da ETE Alegria passa apenas pelo sistema de cloração como método de desinfecção antes de ser enviado ao reúso. Nas Figuras 7 e 8 podem-se observar respectivamente, o aparato de cloração e o processo de abastecimento do caminhão.



Figura 7: Aparato de cloração do efluente secundário da ETE Alegria.



Figura 8: Abastecimento do caminhão com água de reúso clorada da ETE Alegria.

ETE PENHA

Na ETE Penha o reúso teve seu início de funcionamento em 2005, passando a atender todo o município do Rio de Janeiro. De acordo com colaboradores da CEDAE, diariamente são transportados em média 315 m³ de efluente tratado para reúso, em aproximadamente 45 caminhões-pipa, com capacidade para 7m³ cada. Esta água de reúso destina-se à limpeza de ruas após feiras livres, calçadas, praças e monumentos do município do Rio de Janeiro. Ainda, uma parte pode ser destinada à lavagem dos pátios internos da COMLURB, além de poder ser utilizada pela própria CEDAE na desobstrução de galerias de esgoto, no uso interno para diluição de polímeros e limpeza das centrifugas e algumas unidades de tratamento de esgoto/lodo. Na Figura 9, estão apresentadas fotografias da unidade de encaminhamento da água de reúso da ETE Penha, que assim como a da ETE Alegria é somente clorada como método de desinfecção (Figura 10).



Figura 9: Fotografias da unidade de reúso da ETE Penha.

Figura 10: Fotografia unidade de cloração - ETE Penha.

Na Figura 11 pode ser observada fotografia da utilização da água de reúso em lavagem de logradouro público após feira livre na Praça do Ó na Barra da Tijuca.



Figura 11: Fotografia de uso inadequado da água de reúso por morador.

Ressalta-se que na fotografia da Figura 11, observa-se uma utilização inadequada da água de reúso, colocando em risco a segurança sanitária do cidadão que lava suas mãos com essa água. É sabido que essa água não é isenta de organismos patogênicos, levantando a questão da necessidade de uma excelente qualidade de água de reúso mesmo para fins não nobres como lavagem de vias públicas. Neste caso, deve-se prezar pela saúde dos operadores e da população usuária como um todo.

Tanto em relação ao reúso praticado na ETE Alegria como na ETE Penha é importante discutir a qualidade desses efluentes em relação principalmente ao risco microbiológico. É sabido que um efluente secundário não apresenta qualidade suficiente para desinfecção direta. Portanto, esse efluente mesmo apresentando uma boa redução de organismos indicadores de contaminação fecal deve ser utilizado de maneira adequada, e com bastante rigor em relação a segurança, de modo a evitar problemas de saúde para os operadores e usuários em geral. Talvez a população brasileira ainda não tenha educação sanitária suficiente para essa prática. Isso demonstra ainda mais a fragilidade da prática de reúso sem legislação pertinente para respaldar a atividade.

RESULTADOS DA TERCEIRA ETAPA - ESTUDO DE COMPARAÇÃO ECONÔMICA ENTRE A ÁGUA DE REÚSO E A POTÁVEL

Considerando uma velocidade média de transporte da água de reúso de 60 km/h realizada pelo caminhão pipa, foi desenvolvida a Tabela 2 que relaciona a distância percorrida e o tempo gasto para cada viagem.

Tabela 2: Tempo de transporte do caminhão pipa em função de diferentes distâncias.

VELOCIDADE (Km/h)	DISTÂNCIA (Km)	TEMPO (min)
60	10	10
60	20	20
60	30	30
60	40	40
60	50	50
60	60	60
60	70	70
60	80	80
60	90	90
60	100	100
60	110	110
60	120	120
60	130	130
60	140	140

Considerando o custo estimado de transporte de cada m³ da água de reúso no valor de R\$10,50/hora para o SINAPI e os tempos de viagem apresentados na Tabela 3, pôde-se tanto estimar o valor do m³ de água de reúso como compará-lo ao custo da água potável estabelecido pela CEDAE.

Tabela 3: Comparação entre custo entre o m³ de água potável e m³ de água de reúso e água (SINAPI)

DISTÂNCIA (Km)	TEMPO (min)	VALOR (R\$/M ³)	CUSTO CEDAE / CUSTO SINAPI
10	10	1,75	11,05
20	20	3,5	5,53
30	30	5,25	3,68
40	40	7	2,76
50	50	8,75	2,21
60	60	10,5	1,84
70	70	12,25	1,58
80	80	14	1,38
90	90	15,75	1,23
100	100	17,5	1,11
110	110	19,25	1,01
120	120	21	0,92
130	130	22,75	0,85
140	140	24,5	0,79

Neste caso, observa-se que até uma distância de 110 km entre o gerador da água de reúso e o consumidor, essa prática apresenta-se vantajosa economicamente. A partir daí, o custo da água potável passa a ser inferior ao custo estimado para a utilização da água de reúso.

De maneira análoga, o mesmo raciocínio foi utilizado para o desenvolvimento da Tabela 4 com o valor de R\$ 9,58/hora para cada m³ de água de reúso transportada, com o dado apresentado pela EMOP.

Tabela 4: Comparação entre custo entre o m³ de água potável e m³ de água de reúso e água (EMOP)

DISTÂNCIA (Km)	TEMPO (min)	VALOR (R\$/M³)	CUSTO CEDAE / CUSTO SINAPI
10	10	1,596666667	12,11273486
20	20	3,193333333	6,056367432
30	30	4,79	4,037578288
40	40	6,386666667	3,028183716
50	50	7,983333333	2,422546973
60	60	9,58	2,018789144
70	70	11,17666667	1,730390695
80	80	12,77333333	1,514091858
90	90	14,37	1,345859429
100	100	15,96666667	1,211273486
110	110	17,56333333	1,101157715
120	120	19,16	1,009394572
130	130	20,75666667	0,931748836
140	140	22,35333333	0,865195347

Já no caso do custo estimado com valor apresentado pela EMOP, observa-se que até uma distância de 120 km entre o gerador da água de reúso e o consumidor, essa prática apresenta-se vantajosa economicamente. A partir de 130 km, o custo da água potável passa a ser inferior ao custo estimado da utilização da água de reúso.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, pode-se concluir claramente que:

Pode-se observar que no Brasil, a prática de reúso de efluentes ainda é incipiente e sua aplicação se apresenta de forma muito inferior diante do seu potencial. O estudo referente à essas práticas realizadas nas ETEs Alegria e Penha, reforçam esse cenário. Trata-se de duas estações de grande porte, que destinam um volume de efluente para o reúso, muito inferior ao volume total de efluente produzido. Na ETE Alegria a vazão de águas servidas destinadas ao reúso representa 0,014% da vazão total tratada na ETE. Já na ETE Penha, essa relação é em torno de 0,23%. Há que se avaliar dessa forma, como o mercado poderia absorver essa enorme vazão restante de efluente tratado.

Com o crescimento da prática de reúso deve-se ter atenção com os operadores e usuários, já que há um risco associado ao seu manuseio. A população brasileira ainda não está preparada para essa atividade e, portanto se expõe mais facilmente a esse risco. A falta de legislação específica para esse fim agrava a situação, já que não impõe parâmetros de qualidade de água para a água de reúso e nem mesmo define os usos permitidos. Por fim, devem-se aplicar esforços de forma a incentivar a aceitação da água de reúso pelo público brasileiro.

Em relação aos aspectos ambientais, é notório que há um grande ganho em relação à utilização da água de reúso para fins menos nobres e em relação aos aspectos econômicos, também já era de se esperar este resultado. Inclusive, de acordo com o presente estudo, pode-se observar que em situações onde o gerador da água de reúso se encontra à distâncias de até aproximadamente 100 km, a utilização da água de reúso para fins menos nobres é vantajosa quando comparada à utilização da água potável. Ressalta-se que neste caso trata-se de um efluente secundário, simplesmente clorado. Quando essa comparação passar a envolver efluente de melhor qualidade, proveniente de estações que usam tecnologias mais avançadas e para usos mais nobres, o custo da água de reúso pode ser mais elevado.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. RAMOS, R., SILVA, L. A., AQUINO, F. S., PAIVA, T. O., COSTA, A. C. O. Estudo da viabilidade do reúso de efluentes sanitários tratados para fins não potáveis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23. 2005, Rio de Janeiro. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005..
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13969: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.
3. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS – CNRH - Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água, e dá outras providências. Diário Oficial [da] União, Brasília, DF, 09 de mar. 2006.
4. SÃO PAULO (Município). Lei nº 16.174, de 22 de abril de 2015. Estabelece regimento e medidas para fomento ao reúso de água para aplicações não potáveis, oriundas do polimento do efluente final do tratamento de esgoto, de recuperação de água de chuva, da drenagem de recintos subterrâneos e de rebaixamento de lençol freático e revoga a Lei Municipal nº 13.309/2002, no âmbito do Município de São Paulo e dá outras providências. Diário Oficial [do] Município de São Paulo, São Paulo, SP, 23 de abr. 2015.
5. JORDÃO, E. P., PESSÔA, C. A. Tratamento de Esgotos Domésticos. 7. ed. Rio de Janeiro: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2014.
6. SECRETARIA DE ESTADO DE OBRAS – SEOBRAS. Memorial Descritivo ETE Alegria. Disponível em: <<http://www.rj.gov.br/web/seobras/exibeconteudo?article-id=849184>>. Acesso em 12 nov. 2015.
7. COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTO DO RIO DE (CEDAE). Estrutura tarifária. Disponível em: <<https://www.cedae.com.br/tarifas>> Acesso em 30 de mar. 2016.
8. SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL(SINAPI).Custo. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>> Acesso em 30 de mar. 2016.
9. EMPRESA MUNICIPAL DE OBRAS PÚBLICAS E ILUMINAÇÃO DO RIO DE JANEIRO (EMOP). Custo. Disponível em : <<http://www.emop.rj.gov.br/boletins-e-catalogos/sistema-unitario-de-custos/>> Acesso em 30 de mar. 2016.