

## II-182 - APROVEITAMENTO DOS SUBPRODUTOS GERADOS NAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE JUIZ DE FORA

**Lariza dos Santos Azevedo<sup>(1)</sup>**

Engenheira Ambiental e Sanitarista pela Universidade Federal de Juiz de Fora. Mestranda em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais.

**Ana Silvia Pereira Santos<sup>(2)</sup>**

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais. Mestrado e Doutorado em Engenharia Civil - Tecnologia de Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos pela COPPE/UFRJ. Professora do Departamento de Engenharia Sanitária e Meio Ambiente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – DESMA/UERJ.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Sena Madureira, 457/303B - Ouro Preto - Belo Horizonte - MG - CEP: 31340000 - Brasil - Tel: (31)8705-1338 - e-mail: lariza.azevedo@engenharia.ufjf.br

### RESUMO

No Brasil, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, em seu último Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2012, 93,2% da população urbana é atendida por rede de abastecimento de água e 56% possui o serviço de coleta de esgoto. Em relação ao esgoto gerado, somente 38,7% sofre algum tipo de tratamento. No município de Juiz de Fora/MG, a gestão do Sistema de Esgotamento Sanitário se encontra sob a responsabilidade da Companhia de Saneamento Municipal – CESAMA, empresa pública municipal. Apesar de coletar o esgoto referente a 97% da população total do município, segundo o Diagnóstico de Água e Esgoto realizado em 2010, apenas 9,4% do esgoto coletado recebe tratamento, equivalente a 7,5% do esgoto total gerado. A coleta de esgoto desvinculada de tratamento é apenas uma alteração do local do problema e não uma solução, sendo assim, novas exigências sociais têm determinado mudanças nos paradigmas do setor de saneamento, onde a concepção de um sistema de coleta desvinculado do tratamento vem sendo questionado. Nesse cenário, a CESAMA está em processo de ampliação e implantação do seu sistema de tratamento a ser dividido em 4 estações de tratamento. Os subprodutos oriundos do processo de tratamento de esgotos, como por exemplo bioossólidos, água de reuso e biogás, devem receber tratamento antes de serem dispostos ou aproveitados. O presente trabalho buscou propor aplicações possíveis e viáveis de aproveitamento dos subprodutos a partir de estimativas da geração de dois subprodutos das estações de tratamento de esgoto - água de reuso e bioossólidos - contempladas no Plano Municipal de Saneamento Básico de Juiz de Fora. Através das estimativas realizadas, o volume de água de reuso que poderia ser gerado diariamente seria capaz de atender a demanda necessária para irrigação dos canteiros e praças públicas do município de Juiz de Fora. Segundo cálculos realizados, a partir do cenário utilizado, em 2033 a vazão de água de reuso gerada poderia permitir a irrigação de mais de 3.000 hectares. Em relação aos bioossólidos produzidos, a área calculada a ser beneficiada varia de 163 m<sup>2</sup> a 2047 m<sup>2</sup>, no horizonte temporal do Plano de Saneamento Municipal – 20 anos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Efluentes Sanitários, Tratamento de Esgoto, Bioossólidos, Água de Reuso.

### INTRODUÇÃO

No Brasil, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, em seu último Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2012, lançado em abril de 2014, 93,2% da população urbana é atendida por rede de abastecimento de água e 56%, por coleta de esgoto. Em relação ao esgoto gerado, somente 38,7% sofre algum tipo de tratamento. Ressalta-se que o Diagnóstico 2012 apurou informações sobre abastecimento de água em 5.070 municípios, assegurando uma representatividade de 98,0% em relação à população urbana do Brasil. No que diz respeito ao esgotamento sanitário, 3.648 municípios foram apurados, com representatividade de 91,0% em relação à população urbana. Neste cenário, mais de 60% do esgoto doméstico gerado no Brasil é lançado *in natura* nos corpos d'água e os outros quase 40% passam por tratamento, uma tentativa por parte dos prestadores dos serviços de água e esgoto de enquadrar seus efluentes às legislações federal e/ou estadual (SNIS, 2012).

Dentre os municípios brasileiros que participaram do SNIS em 2012, em relação à população urbana, o percentual médio de atendimento com redes coletoras de esgotos foi de 56,1%, com destaque para a região

Sudeste, com média de 80,3%. Já a média do país para o tratamento dos esgotos gerados chega a 38,7% e dos esgotos coletados, 69,4%. Para a região sudeste, os índices são 42,7% e 63,6%, respectivamente. Vale ressaltar que em 2012 houve significativo crescimento do sistema brasileiro em relação ao ano de 2011, com aumento de 6,3% da rede de esgotos do país (SNIS, 2012).

Segundo SNIS, em 2011 o atendimento com redes coletoras de esgotos do estado de Minas Gerais, possuía índice médio 65,5% em relação à população total e 75,5%, em relação à população urbana. A média do estado para o tratamento dos esgotos gerados foi de 28,2% e dos esgotos coletados, 43,4% (SNIS, 2011).

A gestão do Sistema de Esgotamento Sanitário de Juiz de Fora encontra-se sob a responsabilidade da Companhia de Saneamento Municipal – CESAMA, empresa pública municipal. Em 2010, 93,2% dos domicílios do município de Juiz de Fora possuíam coleta de esgoto por rede geral de esgoto ou pluvial, uma vez que algumas regiões do município possuem sistema unitário de coleta. O índice de atendimento com redes coletoras de esgoto para a população urbana em 2010 era 98,1% (PSB/JF, 2013).

Apesar de coletar o esgoto referente à 97% da população total, segundo o Diagnóstico de Água e Esgoto realizado em 2010, apenas 9,4% do esgoto coletado recebe tratamento, 7,5% do esgoto total gerado. Aproximadamente 90% do esgoto coletado é lançado in natura em corpos d'água. Vale ressaltar que os distritos do município são desprovidos tanto de coleta como de tratamento (PSB/JF, 2013).

Em relação ao tratamento, a Companhia de Saneamento Municipal – CESAMA, está em processo de implantação de um sistema que será dividido em 4 estações de tratamento com seus respectivos coletores-tronco, interceptores e elevatórias. São elas: ETE Barreira do Triunfo, com capacidade atual para tratar uma vazão de 11L/s, podendo ser ampliada para 20L/s; ETE Barbosa Lage, com capacidade de tratamento de 73L/s, podendo ser ampliada para 374L/s; ETE União-Indústria, ainda em construção, com uma vazão prevista de 847 L/s; e a ETE Santa Luzia, ainda em projeto, com uma vazão prevista de 158L/s (PSB/JF, 2013).

O tratamento de esgotos gera subprodutos nas fases sólida, líquida e gasosa que devem receber tratamento antes de serem dispostos ou aproveitados. A maior dificuldade encontrada no tratamento e disposição final adequada dos subprodutos relaciona-se com a grande geração e consequentemente alto custo e complexidade de tratamento, transporte e disposição.

Nesse contexto, o presente trabalho visa fornecer dados preliminares para a elaboração de projetos de aproveitamento de subprodutos do tratamento de esgoto através da quantificação da vazão de efluente tratado e da geração dos biossólidos nas estações de tratamento de esgoto do município de Juiz de Fora. Ademais, pretende-se propor aplicações possíveis e viáveis de reuso na cidade e região.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O presente trabalho foi dividido em duas etapas: Primeira Etapa - Estimativa da geração de biossólidos e da vazão de água de reuso; Segunda Etapa - Proposta de solução para reuso dos subprodutos estimados.

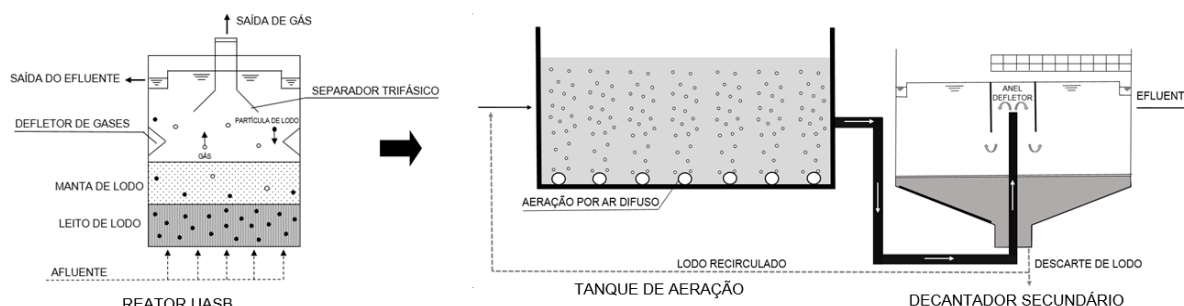
### **PRIMEIRA ETAPA - ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DE BIOSSÓLIDOS E DA VAZÃO DE ÁGUA DE REUSO**

#### *Plano de Saneamento Municipal de Juiz de Fora/MG*

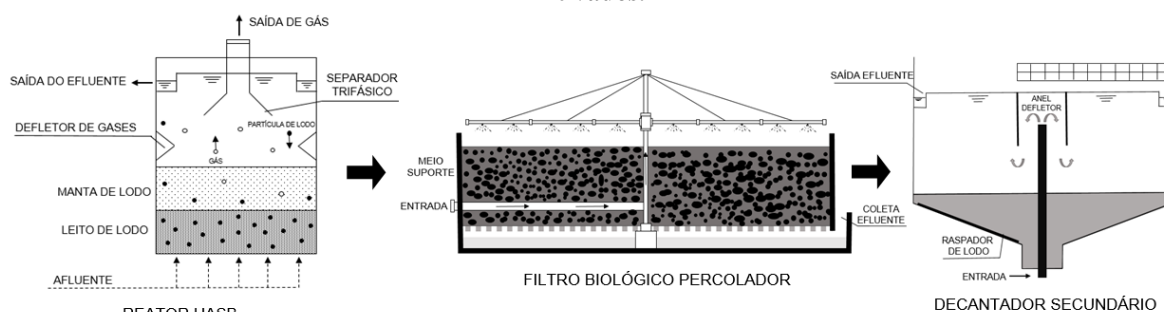
Elaborado entre 2012 e 2013, o Plano de Saneamento Básico de Juiz de Fora estabelece projetos, objetivos e metas para os setores de água, esgoto, drenagem e resíduos sólidos para os próximos 20 anos. Nesse contexto, o presente trabalho é fundamentado no Plano de Saneamento Básico e dados disponibilizados para os municípios.

Como já mencionado, o Plano de Saneamento Básico de Juiz de Fora contempla quatro Estações de Tratamento de Esgoto para o município de Juiz de Fora: i) ETE Barreira do Triunfo; ii) ETE Barbosa Lage; iii) ETE União-Indústria; e iv) ETE Santa Luzia. A primeira delas já existe, porém opera muito abaixo da sua capacidade e a segunda é uma ETE antiga que será ampliada. As duas últimas estão em fase de construção e

projeto, respectivamente. A linha de tratamento comum às Estações consiste em Reator UASB seguido de Lodos Ativos Convencional (Figura 1), porém a ETE Santa Luzia diferencia-se em relação à sua linha de tratamento, que consiste em Reator UASB seguido de Filtro Biológico Percolador (Figura 2).



**Figura 1: Representação da linha de tratamento a ser utilizada – Reator UASB seguido de Lodos Ativos.**



**Figura 2: Representação da linha de tratamento a ser utilizada na ETE Santa Luzia – Reator UASB seguido de Filtro Biológico Percolador.**

Em relação ao esgotamento sanitário, o modelo de gestão apresenta três possíveis cenários para o setor nos próximos 20 anos. O primeiro cenário prevê a pior situação, que seria a permanência da vazão atual de esgoto sanitário nos próximos anos, para efeito de comparação caso não houvesse modificação alguma na linha de tratamento. Os cenários 2 e 3 consideram que o índice de tratamento aumentará gradativamente até atingir a totalidade dos esgotos coletados, diferenciando-se entre si, apenas no tempo necessário para alcançar o objetivo do plano.

Na Tabela 1 estão apresentadas as projeções populacionais, os índices de cobertura com a implantação do sistema e os índices de tratamento propostos pelos Cenários 2 e 3 do Plano Municipal de Saneamento Básico de Juiz de Fora.

**Tabela 1: Dados de população e índices de cobertura e tratamento – PSB/JF.**

Ano	População Urbana (hab)	Índice de Cobertura (%)	População Atendida (hab)	Índice de Tratamento (%)	
				Cenário 2	Cenário 3
2014	534663	98	523970	10	10
2015	540814	98	529998	10	10
2016	546996	98	536056	84	77
2017	553208	98	542144	86	78
2018	559449	99	553855	97	85
2019	565720	99	560063	99	87
2020	572019	99	566299	99	88
2021	578346	99	572563	100	90
2022	584701	100	584701	100	97
2023	591488	100	591488	100	97
2024	597488	100	597488	100	98
2025	603920	100	603920	100	98
2026	610377	100	610377	100	98
2027	616858	100	616858	100	98
2028	623362	100	623362	100	99
2029	629888	100	629888	100	99
2030	636436	100	636436	100	99
2031	643005	100	643005	100	100
2032	649594	100	649594	100	100
2033	656155	100	656155	100	100

Fonte: Adaptado de PSB/JF, 2013.

#### *Vazão de água de reuso gerada*

As vazões de água de reuso a serem geradas foram estimadas a partir da vazão de esgoto tratado, segundo o Plano de Saneamento Municipal de Juiz de Fora. Dessa forma, considerou-se que a vazão de água de reuso equivale à vazão de esgoto a ser tratado. Segundo a projeção populacional adotada no Plano Municipal, a vazão de esgoto tratado varia de 89 L/s a 1.177 L/s no horizonte temporal de 20 anos.

#### *Geração de biossólidos*

Apesar de apresentarem tecnologias diferentes, as linhas de tratamento em questão contemplam processos biológicos e possuem a mesma faixa de geração de biossólidos que devem passar apenas pela etapa de desaguamento antes da sua disposição final, uma vez que o adensamento e a digestão deverão ocorrer no interior do reator UASB. A faixa de geração de massa de biossólidos para o sistema utilizando Reator UASB e lodos ativados é de 20 a 32 gSS/hab.d, para o sistema composto por Reator UASB seguido de Filtro biológico percolador é de 18 a 30 gSS/hab.d. Em relação ao volume de biossólidos gerados, a faixa é de 0,04 a 0,16 L/hab.d para o primeiro sistema, e de 0,04 a 0,015, para o segundo (SPERLING, 2005). Sendo assim, para fins de cálculo, uma vez que as duas linhas de tratamento possuem faixas de geração de biossólidos próximas, adotou-se um valor médio para os dois fluxogramas estudados no presente trabalho, 0,10 L/hab.d para o volume de biossólidos gerados e 26 gSS/hab.d para a massa de biossólidos gerada.

A geração de biossólidos foi estimada a partir do volume de geração adotado e da população atendida. O volume de biossólidos produzido diariamente é calculado para cada ano, até o ano 2033, uma vez que o horizonte temporal do Plano de Saneamento Básico Municipal é de 20 anos.

## **SEGUNDA ETAPA - Proposta de solução para reuso dos subprodutos estimados**

### *Propostas de soluções para reuso dos subprodutos estimados*

A fim de quantificar o aproveitamento dos subprodutos em questão, buscou-se calcular a extensão da área na qual os subprodutos podem ser aproveitados. Dessa forma, uma das soluções propostas diz respeito à

utilização de água de reuso em canteiros e praças públicas e ao aproveitamento dos biossólidos como fertilizantes e recuperação de áreas degradadas.

Em consulta com a Secretaria de Meio Ambiente de Juiz de Fora, foi disponibilizada a área quantificada com canteiros e parques públicos do município, cerca de 30 hectares. Vale ressaltar que esse valor é referente à área aproximada já quantificada e não à área total do município, utilizada no presente trabalho com fins didáticos para o cálculo aproximado da demanda municipal para irrigação de canteiros e praças públicas.

#### Água de reuso

Uma vez que o presente trabalho visa o aproveitamento do subproduto no próprio município, uma possibilidade é a utilização da água de reuso na irrigação de canteiros e praças públicas. Dessa forma, calculou-se a demanda hídrica necessária para irrigação de uma superfície vegetada com grama para o município de Juiz de Fora. Utilizou-se para fins de cálculo a grama batatais, adotada como referência para países tropicais como o Brasil.

O volume necessário para irrigação foi determinado a partir do cálculo do volume de evapotranspiração de referência de uma superfície vegetada com grama batatais. O valor obtido equivale à demanda hídrica da espécie adotada e representa o maior volume necessário para irrigação uma vez que o parâmetro precipitação foi desconsiderado para realização dos cálculos. Sendo assim, os resultados são relativos à pior situação, ou seja, ao maior volume de água necessário para a irrigação.

A evapotranspiração de referência para Juiz de fora foi calculada através do Método de Penam-Monteith FAO 56, equação 1 (CARVALHO; OLIVEIRA, 2012). As variáveis da equação utilizada foram obtidas ou calculadas a partir de dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

Através de diversas variáveis, a equação determina a evapotranspiração de referência para o município. A partir da evapotranspiração calculada, têm-se o volume máximo necessário, Tabela 2.

$$ET_0 = \frac{0,408(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34 U_2)} \quad \text{equação (1)}$$

ET<sub>0</sub>: Evapotranspiração de referência, mmd-1

R<sub>n</sub>: Saldo de radiação à superfície, MJm-2d-2G:

G: Densidade do fluxo de calor no solo, MJm-2d-2

T: Temperatura média do ar a 2 m de altura, °C;

e<sub>s</sub>: Pressão de saturação de vapor, kPa;

e<sub>a</sub>: Pressão parcial de vapor, kPa;

Δ: Declividade da curva de pressão de saturação de vapor, kPa°C-1;

γ: Coeficiente psicrométrico, kPa °C-1

**Tabela 2: Demanda hídrica mensal necessária para irrigação no Município de Juiz de Fora.**

Mês	Demanda Hídrica Mensal para Irrigação (L/m²)
Janeiro	109
Fevereiro	105
Março	96
Abril	64
Maio	51
Junho	63
Julho	79
Agosto	71
Setembro	101
Outubro	89
Novembro	101
Dezembro	98
<b>Média Anual</b>	<b>86</b>



Uma vez que a vazão de água de reuso varia anualmente, em função da variação populacional e do atendimento com tratamento de esgoto, além das demandas hídricas para irrigação mensal, calculou-se a média anual necessária para irrigação de uma superfície vegetada com grama. O quociente do volume de água de reuso diário pela demanda hídrica média gera a extensão da área que a ser atendida com a utilização da água de reuso.

#### *Aproveitamento de bio sólidos gerados*

Uma possível destinação para os bio sólidos produzidos no processo de tratamento de esgoto é o uso do subproduto como fertilizante em áreas agriculturáveis ou na recuperação de áreas degradadas.

Backes et al. (2010) realizaram um estudo sobre a utilização de bio sólidos gerados na estação de tratamento de esgoto da cidade de Jundiaí (SP) na agricultura. Das cinco doses diferentes de bio sólidos utilizadas no estudo (0, 10, 20, 30 e 40 ton ha<sup>-1</sup>, base seca), a partir do desenvolvimento da vegetação, concluiu-se que doses de bio sólidos entre 20 e 30 ton ha<sup>-1</sup> são mais interessantes. Dessa forma, no presente trabalho, o cálculo da área a ser beneficiada com o fertilizante será realizado a partir da dose de bio sólidos adotada baseada no valor médio recomendado no estudo citado, 25 ton.ha<sup>-1</sup>.

A base seca dos bio sólidos refere-se ao teor de sólidos totais, sendo calculada a partir da quantidade de bio sólidos gerada e do teor de sólidos do subproduto desaguado. Nesse caso o teor de sólidos utilizado será adotado em função das linhas de tratamento das ETES contempladas no Plano de Saneamento Municipal de Juiz de fora e de valores da literatura, citados no item de revisão bibliográfica do trabalho, 30% (SPERLING, 2005).

## **RESULTADOS**

Assim como a metodologia do presente trabalho, os resultados obtidos serão apresentados da mesma forma: Primeira Etapa - Estimativa da taxa de geração de bio sólidos e da vazão de água de reuso; Segunda Etapa - Proposta de solução para reuso dos subprodutos estimados.

### **PRIMEIRA ETAPA - ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DA VAZÃO DE ÁGUA DE REUSO E DA TAXA DE GERAÇÃO DE BIOSSÓLIDOS**

#### *Estimativa da geração da vazão de água de reuso*

A estimativa da vazão de água de reuso a ser gerada a partir da implantação dos sistemas pode ser observada na Tabela 3, no âmbito dos dois Cenários estudados (2 e 3) conforme já mencionado.

A vazão de água de reuso é equivalente à vazão de esgoto tratado, sendo assim, do ano 2014 ao ano 2033, varia de 89 L/s a 1177 L/s. A partir da análise do aumento da vazão da água de reuso, nota-se que em 20 anos a vazão de água de reuso será mais de 10 vezes maior que a vazão atual. Tendo em vista o significativo volume diário de água de reuso a ser gerado e o atual cenário de escassez de água, diversas formas de aproveitamento podem ser adotadas visando a diminuição de gastos com água potável.

**Tabela 3: Estimativa da geração de água de reuso.**

Ano	Vazão de Água de Reuso (L/s)	
	Cenário 2	Cenário 3
2014	89	89
2015	90	90
2016	812	736
2017	836	757
2018	967	846
2019	997	871
2020	1010	896
2021	1024	922
2022	1049	1019
2023	1060	1033
2024	1072	1047
2025	1083	1061
2026	1095	1076
2027	1107	1090
2028	1118	1104
2029	1130	1119
2030	1142	1133
2031	1154	1154
2032	1165	1165
2033	1177	1177

*Estimativa da taxa de geração de biossólidos*

A estimativa da taxa de geração de biossólidos para os cenários citados contemplados no Plano de Saneamento Municipal é apresentada na Tabela 4, para um horizonte temporal de 20 anos. O volume de biossólidos produzido diariamente é proporcional à vazão de esgotos a ser tratada. Sendo assim, o aumento do volume de biossólidos gerado diariamente ocorre na mesma ordem de grandeza que a vazão de água de reuso gerada. Em 20 anos, o volume diário de biossólidos produzido, que atualmente é 5,24 m<sup>3</sup>/d, será 65,62 m<sup>3</sup>/d, mais de 10 vezes o volume diário atual.

**Tabela 4: Estimativa da geração de biossólidos.**

Ano	Biossólidos gerados (m <sup>3</sup> /d)		Biossólidos gerados (ton/d)	
	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 2	Cenário 3
2014	5,24	5,24	1,36	1,36
2015	5,30	5,30	1,38	1,38
2016	45,03	41,28	11,71	10,73
2017	46,62	42,29	12,12	10,99
2018	53,72	47,08	13,97	12,24
2019	55,45	48,73	14,42	12,67
2020	56,06	49,83	14,58	12,96
2021	57,26	51,53	14,89	13,40
2022	58,47	56,72	15,20	14,75
2023	59,15	57,37	15,38	14,92
2024	59,75	58,55	15,53	15,22
2025	60,39	59,18	15,70	15,39
2026	61,04	59,82	15,87	15,55
2027	61,69	60,45	16,04	15,72
2028	62,34	61,71	16,21	16,05
2029	62,99	62,36	16,38	16,21
2030	63,64	63,01	16,55	16,38
2031	64,30	64,30	16,72	16,72
2032	64,96	64,96	16,89	16,89
2033	65,62	65,62	17,06	17,06

## SEGUNDA ETAPA - PROPOSTA DE SOLUÇÃO PARA REUSO DOS SUBPRODUTOS ESTIMADOS.

### Água de Reuso

A partir da vazão de efluente tratado, diversos tipos de reuso poderiam ser realizados. A área que pode ser atendida com irrigação calculada, Tabela 5, demonstra que serão gerados valores significativos de água de reuso capazes de irrigar mais de 3000 hectares com a vazão a ser tratada em 20 anos.

A vazão de água de reuso que atualmente poderia ser gerada atende à demanda hídrica necessária para irrigar a área média quantificada do município de Juiz de Fora com canteiros e praças públicas, cerca de 30 hectares. Porém, vale ressaltar que à medida que ocorrer o aumento do índice de tratamento de esgoto municipal, projetos de reuso serão mais viáveis devido à grande quantidade de água de reuso gerada.

O cálculo da área a ser irrigada foi realizado a fim de mensurar a extensão que poderia ser atendida com a utilização de água de reuso. Porém, caso o subproduto possua esse tipo de aproveitamento, é necessário que o solo a ser irrigado seja analisado, assim como a concentração de nutrientes e organismos presentes no efluente. Além da análise microbiológica e nutricional do subproduto, caso necessário, etapas de tratamento adicionais devem ser adotadas nas estações de tratamento do município visando a remoção adicional de parâmetros indesejados. Vale ressaltar que no Brasil ainda não há uma legislação federal que aborde parâmetros de qualidade de água para reuso de águas servidas e nem mesmo o estado de Minas Gerais.

Os nutrientes da água de reuso podem ser aproveitados para a realização de fertirrigação, ou seja, o subproduto seria utilizado para a irrigação e fertilização do solo. Nesse caso, deve-se analisar a composição do solo e sua demanda de nutrientes.

**Tabela 5: Área passível de irrigação com água de reuso.**

Ano	Vazão de Água de Reuso (L/s)		Área Irrigada (ha)	
	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 2	Cenário 3
2014	89	89	268	268
2015	90	90	271	271
2016	812	736	2447	2218
2017	836	757	2520	2282
2018	967	846	2914	2550
2019	997	871	3005	2625
2020	1010	896	3044	2701
2021	1024	922	3086	2779
2022	1049	1019	3162	3071
2023	1060	1033	3195	3113
2024	1072	1047	3231	3156
2025	1083	1061	3264	3198
2026	1095	1076	3300	3243
2027	1107	1090	3336	3285
2028	1118	1104	3370	3327
2029	1130	1119	3406	3373
2030	1142	1133	3442	3415
2031	1154	1154	3478	3478
2032	1165	1165	3511	3511
2033	1177	1177	3547	3547

À medida que a vazão de esgoto tratada exceder à demanda municipal e da concessionária, poderão ser estabelecidos convênios entre a Companhia Municipal de Saneamento e empresas localizadas no município de Juiz de Fora. A água de reuso para fins industriais deve atender às exigências necessárias em função da tipologia de uso adotada.



### Biossólidos

Uma das possibilidades de aproveitamento dos biossólidos gerados no processo de tratamento de esgoto é a fertilização do solo. Uma vez que o subproduto possui nutrientes usualmente adicionados ao solo, o aproveitamento dos biossólidos reduz a necessidade de fertilizantes minerais convencionais, porém os fertilizantes não são completamente substituídos pelo subproduto.

A extensão da área que potencialmente poderia ser beneficiada com o uso dos biossólidos varia de 163 m<sup>2</sup> a 2047 m<sup>2</sup> (Tabela 6) de acordo com a maior vazão de esgotos domésticos tratada. O uso de biossólidos na agricultura é muito vantajoso, porém deve-se atentar para a qualidade do subproduto, que deve ser devidamente higienizado de modo a evitar possíveis riscos às pessoas que realizam o manuseio e sua aplicação no solo. Ademais, os biossólidos podem ser utilizados na recuperação de áreas degradadas, na indústria da construção civil e outras aplicações estudadas atualmente.

**Tabela 6: Extensão da área que potencialmente poderia ser beneficiada com biossólidos.**

Ano	Biossólidos gerados (ton/d)		Área beneficiada (m <sup>2</sup> )	
	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 2	Cenário 3
2014	1,36	1,36	163	163
2015	1,38	1,38	165	165
2016	11,71	10,73	1405	1288
2017	12,12	10,99	1455	1319
2018	13,97	12,24	1676	1469
2019	14,42	12,67	1730	1520
2020	14,58	12,96	1749	1555
2021	14,89	13,40	1786	1608
2022	15,20	14,75	1824	1770
2023	15,38	14,92	1845	1790
2024	15,53	15,22	1864	1827
2025	15,70	15,39	1884	1847
2026	15,87	15,55	1904	1866
2027	16,04	15,72	1925	1886
2028	16,21	16,05	1945	1925
2029	16,38	16,21	1965	1946
2030	16,55	16,38	1986	1966
2031	16,72	16,72	2006	2006
2032	16,89	16,89	2027	2027
2033	17,06	17,06	2047	2047

### CONCLUSÕES

O setor de saneamento do país atualmente busca melhores índices de tratamento de efluentes domésticos e a ampliação dos seus serviços. No que diz respeito aos setores de coleta e tratamento de esgoto, tais investimentos implicam na maior geração de subprodutos, problema ainda não solucionado em municípios que, assim como Juiz de Fora, encontram-se nas fases de implantação e ampliação de estações de tratamento de esgotos.

O presente trabalho apresentou valores estimados para a produção de biossólidos, água de reuso e a extensão da área a ser beneficiada com os subprodutos em questão. Além disso, foram propostas soluções possíveis dentro do próprio município ou em suas proximidades.

Através das estimativas realizadas, o volume de água de reuso a ser gerado diariamente seria capaz de atender a demanda necessária para irrigação dos canteiros e praças públicas do Município de Juiz de Fora. Segundo cálculos realizados, em 2033 a vazão de água de reuso gerado atenderia a demanda necessária para a irrigação de mais de 3000 hectares. Em relação aos biossólidos produzidos, a área calculada a ser beneficiada varia de 163 m<sup>2</sup> a 2047 m<sup>2</sup>, no horizonte temporal do Plano de Saneamento Municipal – 20 anos.

Com o aumento da vazão de esgoto tratada, além de atender a demanda municipal, poderão ser estabelecidos convênios entre a Companhia Municipal de Saneamento e outras empresas localizadas no município. Tais convênios são benéficos para ambas as partes, uma vez que, além de possuir custo inferior à água potável, gera renda para a concessionária.

Tendo em vista o atual cenário do país e o arcabouço legal relacionado ao aproveitamento dos subprodutos gerados nas estações de tratamento de esgoto, nota-se que é necessária a elaboração de novas legislações que abordem o tema reuso e aproveitamento desses subprodutos.

O aproveitamento dos subprodutos possui diversas vantagens, porém deve ser realizado seguindo recomendações e legislações existentes, de modo a evitar riscos à saúde da população em contato com o subproduto utilizado, principalmente no que diz respeito à presença de microrganismos patogênicos.

## AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, pelo auxílio na realização deste trabalho

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BACKES, C. et al. Produção, acúmulo e exportação de nutrientes em grama esmeralda adubada com lodo de esgoto. *Bragantia*, Campinas, v.69, n.2, p.413-422, 2010.
2. CARVALHO, D. F. C.; OLIVEIRA, L. F. C. Planejamento e Manejo da Água na Agricultura Irrigada. Viçosa, Editora UFV, 2012. 240p.
3. JUIZ DE FORA. Prefeitura Municipal de Juiz de Fora. Plano de Saneamento Básico do Município de Juiz de Fora. Diagnóstico da Situação do Saneamento Básico e de seus Impactos nas condições de Vida da População. Produto 02, Juiz de Fora, 2013. 104p.
4. JUIZ DE FORA. Prefeitura Municipal de Juiz de Fora. Plano de Saneamento Básico do Município de Juiz de Fora. Prognóstico e Alternativas para a Universalização, Diretrizes, Objetivos e Metas. Produto 03, Juiz de Fora, 2013. 321p.
5. SANEPAR. Companhia de Saneamento do Paraná. Manual técnico para utilização agrícola do lodo de esgoto no Paraná. Companhia de Saneamento do Paraná. Curitiba, 1997.
6. SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto - 2011. Ministério das Cidades. Brasília, 2013. 363p.
7. SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto - 2012. Ministério das Cidades. Brasília, 2014. 164p.
8. SPERLING, M. V. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3ª ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. 452 p. (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias).