

## II-729 - AVALIAÇÃO DE BRIQUETE PRODUZIDO COM LODO DE ESGOTO BENEFICIADO, PARA APLICAÇÃO COMO COMBUSTÍVEL EM FORNO CUBILÔ

### **Frieda Keifer Cardoso<sup>(1)</sup>**

Engenheira Civil pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUC Minas. Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais - SMARH/UFGM. Especialista em O&M de Sistemas de Esgotamento Sanitário pela Agência de Cooperação Internacional do Japão – JICA. Especialista em Gestão das Águas e Resíduos pelo MCidades & Hidroaid. Analista de Planejamento e Controle da Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA MG.

### **Denilson José do Carmo**

Engenheiro Industrial Mecânico pela Fundação Universidade de Itaúna. Doutor e Mestre em Engenharia Metalúrgica e de Minas pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFGM. Especialista em Fusão e Tratamentos Térmicos de Aços e Ferros fundidos pela Japan International Cooperation Agency - JICA. Pesquisador na Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais/ Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI Itaúna CETEF.

### **Wendel de Carvalho Torres**

Engenheiro Industrial Mecânico pela Fundação Universidade de Itaúna. Mestre em Engenharia de Materiais pelo CEFET/MG. Especialista em Planejamento e Gestão Estratégica pela FACINTER. Pesquisador na Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais/ Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI Itaúna CETEF.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Mar de Espanha, 453 - Bairro Santo Antônio - Belo Horizonte - MG - CEP: 30330-900 - Brasil - Tel: (31) 3250-1656 - e-mail: [frieda.keifer@copasa.com.br](mailto:frieda.keifer@copasa.com.br)

### **RESUMO**

A Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA MG deseja aproveitar industrialmente, como fonte energética para fornos do tipo cubilô, o subproduto lodo de esgoto que, atualmente, após ser obtido nas Estações de Tratamento de Esgoto - ETEs, é disposto em aterros sanitários. Esse tipo de forno é usado por fundições para fundir matérias primas ferrosas e obter ligas de ferro fundido, com as quais são produzidas peças para variados tipos de aplicações, tais como componentes para as indústrias automobilística, ferroviária, de saneamento e de agricultura. O lodo de esgoto pode ser aplicado como fonte complementar de energia ou até mesmo principal, mas para tal deve apresentar dentre outras características, baixos teores de umidade e elementos voláteis, além de elevado teor de carbono e poder calorífico. Deve também ser briquetado com dimensões requeridas de acordo com a dimensão do forno. Nesse experimento realizou-se a caracterização físico-química e microbiológica em três amostras de lodo desidratado por meio de processos diferentes: secador térmico, secagem em centrífuga e leito de secagem natural. Foram produzidos briquetes com características semelhantes ao lodo de esgoto, para efeito comparativo. Espera-se que os briquetes produzidos com lodo de esgoto possam atender os requisitos para sua utilização como combustível sólido alternativo em forno cubilô. Assim, a COPASA MG e o SENAI Itaúna CETEF estarão em consonância com os ODS do Pacto Global da ONU, fomentando o desenvolvimento sustentável, em encontro com a economia circular e as energias renováveis.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lodo de esgoto, briquete, combustível, forno cubilô.

### **INTRODUÇÃO**

Nos últimos anos, o número de Estações de Tratamento de Esgotos – ETEs aumentou, não no ritmo desejado. No Brasil, apenas 55% da população possuem tratamento de esgoto adequado (ATLAS, 2018). Consequentemente, as ETEs apresentam um incremento no quantitativo de lodo produzido. Com isso, a disposição final do lodo de esgoto tornou-se um grande desafio para as operadoras de ETEs.

Lodo de esgoto é o termo utilizado para se referir aos subprodutos sólidos gerados pelas ETEs e caracteriza-se por ser uma mistura de sólidos não biodegradáveis e massa bacteriana. Podem-se distinguir dois tipos de lodos: primário, que é o material sedimentável do esgoto, gerado nos processos de tratamento primário, e o secundário, produzido pelo tratamento biológico aeróbio ou anaeróbio do esgoto (ANDREOLLI, 2006 apud LAZZARI, 2018).

A composição básica do lodo de esgoto é água, matéria orgânica, macronutrientes, microrganismos patogênicos e compostos poluentes (VON SPERLING; GONÇALVES, 2001 apud LAZZARI, 2018). A fração sólida do lodo de esgoto doméstico é formada por cerca de 70% de compostos orgânicos e 30% de componentes inorgânicos (areia, sais, metais, etc.) (MELO; MARQUES, 2006 apud LAZZARI, 2018).

A matéria orgânica do lodo de esgoto é constituída basicamente de resíduos domésticos e uma mistura complexa de gorduras, proteínas, aminoácidos, açúcares, celulose, substâncias húmicas e microrganismos, como também os bioprodutos gerados durante o processo de tratamento do esgoto (MOCELIN, 2007 apud LAZZARI, 2018).

Com relação ao teor de material inorgânico, os principais elementos presentes, que são responsáveis pelo seu teor de cinzas em base seca, são Al, Ca, Fe, K, Mg, Na, P, S e Si, juntamente com menores quantidades de Cl, Cu, Ti e Zn. Estes elementos podem existir na forma de óxidos, silicatos, carbonatos, sulfatos, cloretos e fosfatos (SHAO et al., 2010 apud LAZZARI, 2018).

As principais alternativas de tratamento e disposição final de lodos de esgoto incluem sua disposição em aterros sanitários, aterros industriais, incineração, combustível sólido, recuperação de áreas degradadas, uso agrícola, reflorestamento e landfarming. Atualmente, a destinação final mais utilizada no Brasil é o aterro sanitário.

O lodo de esgoto apresenta potencial para ser utilizado como combustível em fornos industriais. Para a aplicação específica em fornos cubilô, como fonte complementar de energia ou até mesmo principal, o lodo deve estar seco, com baixo teor em elementos voláteis e briquetado com dimensões requeridas, de acordo com a dimensão do forno. Esse tipo de forno é usado para fundir matérias primas ferrosas e obter ligas de ferro fundido, com as quais são produzidas peças para variados tipos de aplicações, tais como componentes para as indústrias automobilísticas, ferroviárias, de saneamento e de agricultura.

Os briquetes do lodo de esgoto podem ser enriquecidos com finos de carbono (fontes industriais, biomassa florestal e agrícola, e finos metálicos). Além dos briquetes, têm-se os pellets. Ambos são de densificação energética de biomassa, que transformam resíduo em combustível sólido. São utilizados na geração de energia na forma de calor ou eletricidade. O princípio dos processos é o mesmo, “plastificação” da lignina. Dimensão dos pellets: 6 a 16 mm. Briquetes: a partir de 50 mm.

A produção de briquetes e pellets pode ser utilizada como uma alternativa para viabilizar o uso do lodo de esgoto, transformando-o em combustível sólido. Para tal, é necessária uma infraestrutura adequada (profissionais especializados, laboratórios e equipamentos específicos).

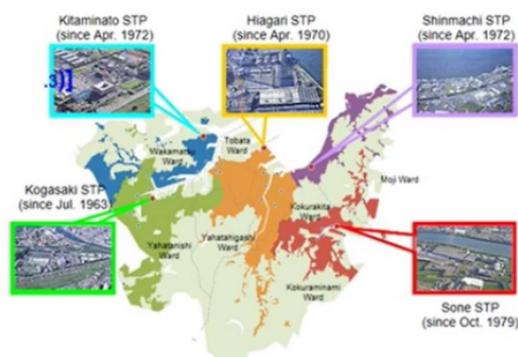
A Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA MG opera mais de 200 (duzentas) ETEs, que devem cumprir os padrões de lançamento de efluentes e demais requisitos da legislação ambiental e ainda, atender às normas e regulamentos referentes à prestação de serviço de esgotamento sanitário, determinados pela Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais, ARSAE-MG. O cumprimento desses requisitos e normas assegura a qualidade do serviço prestado e o atendimento ao arcabouço legal e regulatório.

Consequentemente, as ETEs concentram a poluição remanescente no lodo, antes de devolver à natureza os efluentes tratados. O lodo de esgoto é um resíduo sólido de composição variável, rico em matéria orgânica, separado da fase líquida nos processos de tratamento de cada ETE através da decantação ou da flotação.

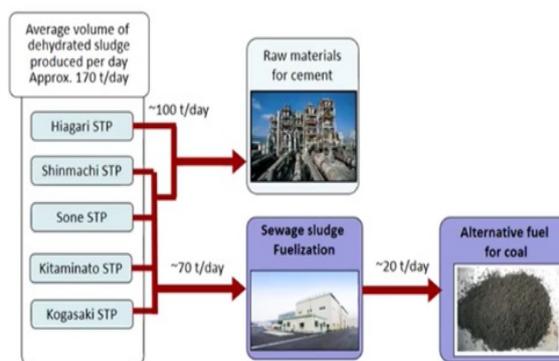
A disposição final do lodo de esgoto vem se caracterizando como um desafio para a COPASA MG e demais operadoras de ETEs. O aumento do número de ETEs causa um incremento da produção de lodos de esgotos. A Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH produz aproximadamente 250 toneladas de lodo

desidratado por dia. Só na ETE Arrudas, a maior ETE de Minas Gerais, são geradas, em média, 2.100 toneladas de lodo de esgoto por mês, com teor de sólidos próximo de 25%.

A COPASA MG conheceu o projeto da Cidade de Kitakyushu, no Japão (Figuras 1 e 2), no qual o lodo gerado nas cinco ETEs da cidade é transformado em combustível sólido alternativo, denominado pellets, para o uso em fornos de cimenteiras. Tal projeto inspirou a COPASA MG a buscar parceria para o desenvolvimento de um Projeto de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação - PD&I, baseado em alternativas sustentáveis para a disposição final de lodo gerado em ETEs e energias renováveis.



**Figura 1** Cidade de Kitakyushu e suas cinco ETEs. Fonte: JICA.



**Figura 2:** Produção diária de lodo e combustível sólido (pellets). Fonte: JICA.

Assim, surgiu a parceria COPASA MG e SENAI Itaúna, Unidade do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI/MG. O SENAI Itaúna, desde 1977, presta Serviços em Tecnologia e Inovação à Indústria Brasileira, tendo também parcerias com a Indústria, Universidades e Centros de Tecnologia. A Unidade dispõe de infraestrutura adequada, com profissionais especializados, pesquisadores, oficinas, laboratórios e equipamentos para um atendimento eficiente, sendo essencial no desenvolvimento deste Projeto de PD&I.

O referido Projeto de PD&I consiste no desenvolvimento de briquetes com lodo de esgoto beneficiado, para aplicação como combustível, em forno cubilô. Foram escolhidas três ETEs, localizadas na Região Metropolitana de Belo Horizonte - RMBH, capital do Estado de Minas Gerais e operadas pela COPASA MG.

## OBJETIVO

Avaliar os briquetes produzidos com lodo de esgoto beneficiado, para aplicação como combustível em forno cubilô, visando o aproveitamento do lodo gerado nas ETEs, proporcionando assim, uma disposição final e um tratamento ambientalmente adequados.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Escolha das ETEs

Para o desenvolvimento do referido Projeto de PD&I, foram escolhidas três ETEs com sistemas de desidratação de lodo diferentes, localizadas na RMBH. A Tabela 1 contém as principais características das ETEs.

**Tabela 1: Principais características das ETEs.**

ETE/ Descrição	ETE IBIRITÉ	ETE ARRUDAS	ETE VENEZA
<b>Sistema de Tratamento</b>	Lodos Ativados Convencional + Mbbt + Ultra Violeta	Lodos ativados convencional	Reator UASB + Filtro Biológico Percolador + Decantador Secundário
<b>Capacidade instalada (L/s)</b>	140	3.375	60
<b>Início de operação</b>	Ago/2015	Out/2001	Mar/2015
<b>Desidratação do Lodo</b>	Secador térmico	Mecanizada: Centrífuga	Manual: Leito de secagem

As Figuras de 3 a 5 apresentam uma vista geral das ETEs. As Figuras de 6 a 8 apresentam os sistemas de desidratação de lodo as ETEs.



**Figura 3: Vista geral da ETE Ibirité.**



**Figura 4: Vista geral da ETE Arrudas.**



**Figura 5: Vista geral da ETE Veneza.**



**Figura 6: Lodo ETE Ibirité - Sistema de secagem térmica.**



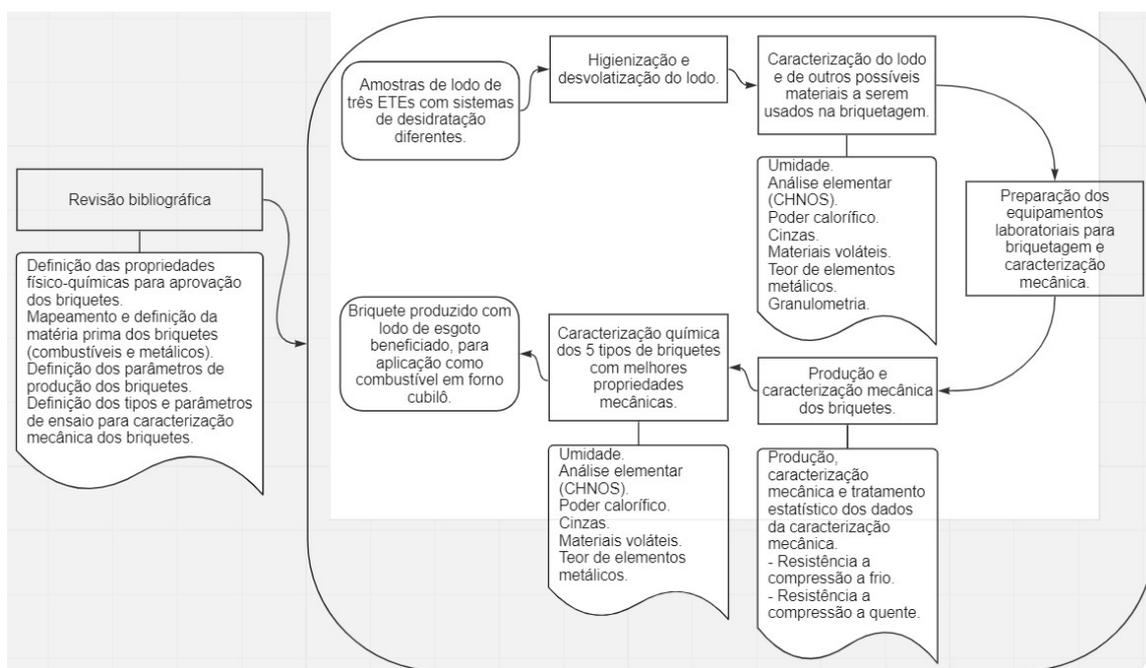
**Figura 7: Lodo ETE Arrudas - desidratado em centrífuga.**



**Figura 8: Lodo ETE Veneza - desidratado em leito de secagem.**

### Fluxograma do Projeto

O projeto consiste no desenvolvimento de briquetes utilizando o alcatrão como ligante, em função dos excelentes resultados obtidos por Melo (2000) em seus estudos. Segundo o autor, os briquetes produzidos com alcatrão possuem alto teor de carbono fixo, baixo teor de cinzas, baixo teor de umidade, alta resistência mecânica e baixa suscetibilidade à formação de finos e densidade aparente três vezes superior à do carvão vegetal utilizado, apresentando, também, composição química, poder calorífico, densidade aparente e forma geométrica constante. A Figura 9 apresenta o fluxograma do projeto, estruturado para o desenvolvimento e avaliação dos briquetes.



**Figura 9: Fluxograma do Projeto**

### **Caracterização do lodo das ETEs**

A caracterização do lodo consiste na coleta de amostras dos diferentes tipos de lodo e análises físico-químicas e microbiológicas.

### **Produção dos briquetes**

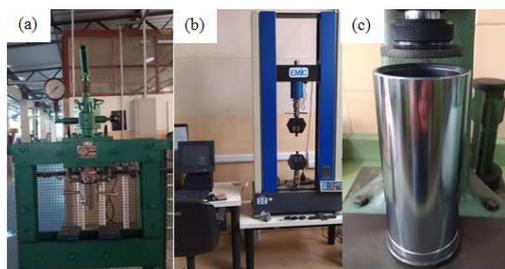
Para a produção dos briquetes, as amostras de lodo serão beneficiadas em uma etapa de higienização e desvolatilização. Além de eliminar os patógenos possivelmente presentes nas amostras de lodo, busca-se com essa etapa eliminar os elementos voláteis, com vistas a aumentar a eficiência e a resistência à compressão a quente dos briquetes. Esse tratamento será feito no forno tipo câmara ilustrado na Figura 10, para o qual será construído um suporte com gavetas para acomodação do lodo a ser tratado.



**Figura 10: Forno para higienização e desvolatilização do lodo**

A caracterização do lodo após a etapa de higienização e desvolatilização e dos outros materiais que possam ser usados na briquetagem fornecerá os principais parâmetros químicos da matéria prima dos briquetes e servirá como base de comparação em relação aos parâmetros químicos dos briquetes prontos.

A preparação dos equipamentos para a briquetagem e a caracterização mecânica dos briquetes consiste em adaptar uma prensa hidráulica, Figura 11(a) e uma máquina universal de ensaios, Figura 11(b). Será construído por meio de usinagem um conjunto êmbolo e copo, semelhante ao conjunto ilustrado na Figura 11(c), cujas dimensões serão definidas na fase de revisão bibliográfica e propiciarão a forma e dimensão dos briquetes. Serão também construídos e usinados suportes para a realização dos ensaios da caracterização mecânica que poderá ser realizada a frio e/ou a quente, de acordo com a revisão bibliográfica.



**Figura 11: Máquina universal de ensaios e conjunto êmbolo copo. (a) Prensa hidráulica. (b) Máquina universal de ensaios. (c) Conjunto êmbolo copo.**



**Figura 12: Forno mufla para processamento térmico dos briquetes.**

A produção e caracterização dos briquetes serão realizadas em duas etapas:

#### *Etapa 1:*

Os briquetes serão produzidos com as seguintes composições:

- ✓ Composição 1: finos de carvão vegetal e alcatrão.
- ✓ Composição 2: finos de carvão vegetal, finos de escória de silício, sucata de siderurgia (respingos < 3 mm) e alcatrão.

Nessa etapa será avaliado o comportamento dos equipamentos e dispositivos durante a produção dos briquetes e o teor das matérias primas para a obtenção das melhores propriedades mecânicas. As composições 1 e 2 serão desmembradas em outras composições de acordo com os teores das matérias primas.

#### *Etapa 2:*

O lodo será adicionado na composição dos briquetes visando a substituição total e/ou parcial dos finos de carvão vegetal, nas composições criadas na Etapa 1. A cura dos briquetes exige processamento térmico, o que será feito em forno de câmara, semelhante ao ilustrado na Figura 12.

As propriedades físico-químicas para aprovação dos briquetes serão definidas durante a revisão bibliográfica, bem como os principais parâmetros para produção, controle e caracterização. Será estudada a possibilidade de mistura do lodo de esgoto com outros tipos de resíduos, que agreguem melhores características físico-químicas aos briquetes. São eles:

- ✓ Amostra de cada tipo de lodo: 50 kg;
- ✓ Finos de carvão vegetal: 100 kg;
- ✓ Alcatrão: 50 kg;
- ✓ Finos de escória de silício: 50 kg;
- ✓ Finos de sucata de siderurgia (respingos < 3 mm): 50 kg.

A produção e a caracterização mecânica dos briquetes ocorrerão concomitantemente a fim de se fazer correções nas misturas com vistas à obtenção das melhores propriedades mecânicas possíveis. O tratamento estatístico dos dados obtidos durante a caracterização mecânica será feito conforme revisão bibliográfica.

A caracterização química será realizada nos cinco tipos de briquetes com melhores propriedades mecânicas e, portanto, mais promissores para uso no forno cubilô. Os briquetes serão fabricados no formato cilíndrico (diâmetro e altura = 60 mm).

## **RESULTADOS**

### ***Caracterização do lodo das ETEs***

Nesse experimento realizou-se a caracterização físico-química e microbiológica em três amostras de lodo desidratado por meio de processos diferentes: secador térmico, secagem em centrífuga e leito de secagem natural. As amostras foram denominadas da seguinte forma:

- ✓ Lodo ETE Ibirité - lodo desidratado em secador térmico;
- ✓ Lodo ETE Arrudas - lodo desidratado em centrífuga;
- ✓ Lodo ETE Veneza - lodo desidratado em leitos de secagem.

Na Tabela 2 estão descritos os principais parâmetros avaliados.

**Tabela 2: Caracterização dos lodos.**

<b>Parâmetro/ ETE</b>	<b>LODO ETE IBIRITÉ</b>	<b>LODO ETE ARRUDAS</b>	<b>LODO ETE VENEZA</b>
Teor de Sólidos Totais(%)	83,30	23,40	87,20
Umidade (%)	16,70	76,60	12,80
Sólidos Voláteis (%) ST	36,30	58,00	33,10
Sólidos Fixos (%) ST	63,70	32,00	66,90
Poder Calorífico Superior em base seca (kcal/kg)	-	-	1470
pH	5,90	5,40	5,91
Densidade aparente (g/cm <sup>3</sup> )	0,59	0,47	0,66

Observa-se que os teores de sólidos totais obtidos nas amostras Lodo ETE Ibirité e Lodo ETE Veneza são semelhantes e mais elevados que o da ETE Arrudas, indicando que os processos de desidratação em secador térmico e leitos de secagem são mais eficientes que o de desidratação em centrífuga.

Os teores de umidade das amostras de lodo são inversamente proporcionais aos teores de sólidos totais. Nos processos de combustão, a umidade consome calor durante o aquecimento e vaporização da água, mas espera-se que a umidade do lodo seja eliminada na etapa de higienização e desvolatilização.

Os teores de sólidos voláteis obtidos nas amostras são elevados, ainda mais na amostra Lodo ETE Arrudas. No coque metalúrgico as substâncias voláteis queimam a temperaturas baixas deixando em seus lugares os vazios ou porosidades que aumentam a reatividade e reduzem a eficiência do processo. Espera-se que a maior parte das substâncias voláteis do lodo sejam eliminadas na etapa de higienização e desvolatilização.

Os sólidos fixos são compostos por materiais inorgânicos também chamados de cinzas e materiais orgânicos, esses necessários ao processo de combustão. Observa-se que o teor de sólidos fixos das amostras Lodo ETE Ibirité e Lodo ETE Veneza são significativamente superiores aos da amostra Lodo ETE Arrudas. Porém, somente a amostra Lodo ETE Veneza teve seu poder calorífico analisado. Com base na equação de Goutal (equação 1) é possível inferir o percentual de carbono no lodo.

$$PCS = 82 \cdot CF + A \cdot V \quad \text{equação 1}$$

Na qual:

PCS = Poder Calorífico Superior do combustível (kcal/kg).

CF = Carbono fixo do combustível (% em peso).

V = Teor de materiais voláteis do combustível (% em peso).

A = coeficiente fornecido pela relação  $\frac{100 \times V}{V + CF}$  denominada R. Tal coeficiente é fornecido pela equação 2.

$$A = -3 \times R + 160 \quad \text{equação 2}$$

Considerando a relação R = 56,983 tem-se o poder calorífico de 1470,63 kcal/kg. Essa relação, ao considerar o teor de voláteis do lodo ETE Veneza (33,1%), fornece um carbono fixo de 24,99% em relação aos sólidos totais ou 21,79% em relação ao lodo. No coque metalúrgico, usado como combustível no forno cubilô, o teor de carbono fixo, ou seja, do material que participará da combustão é de 80 a 90% e o poder calorífico é da ordem de 7000 kcal/kg. Os briquetes poderão apresentar menor teor de carbono, ainda que enriquecidos com finos de carvão e em consequência, menor poder calorífico. Assim, será necessária a compensação da massa de carbono, visando o funcionamento do processo, por meio da maior quantidade de briquetes em relação ao coque metalúrgico.

### **Produção de briquetes sem lodo de esgoto**

Briquetes compostos por finos de carvão vegetal e finos de sílica foram produzidos, tendo como material ligante, o bio-óleo obtido a partir da pirólise de carvão vegetal. A composição desses briquetes está descrita na Tabela 3. Os finos de sílica foram acrescentados para reduzir o teor de carbono dos finos de carvão a um valor semelhante ao do lodo de esgoto e para melhorar a trabalhabilidade da mistura. Os finos de sílica foram incorporados ao bio-óleo e posteriormente, misturados aos finos de carvão vegetal em um misturador de pastas.

A mistura, após adquirir consistência, foi briquetada em uma briquetadeira industrial com capacidade de processar 50 kg/h de carvão. Finalmente, visando aumentar a resistência mecânica dos briquetes para garantir seu transporte e manuseio com baixa geração de finos, realizou-se a secagem deles em estufa a 120 °C. Esses briquetes foram caracterizados quanto às suas propriedades físico-químicas.

**Tabela 3 – Composição dos briquetes.**

Finos de carvão	Finos de sílica	Bio-óleo
58%	22%	20%

As propriedades físico-químicas dos briquetes compostos por finos de carvão vegetal e finos de sílica e aglomerados com bio-óleo estão descritas na Tabela 4. Nessa tabela estão descritas também as propriedades físico-químicas obtidas por Barros (2014) em seus estudos sobre caracterização de blendas e briquetes de carvões vegetal e mineral.

**Tabela 4: Propriedades físico-químicas dos briquetes.**

Propriedade	Briquetes sem lodo	Briquetes de carvão vegetal (BARROS, 2014)
Umidade (%)	6,0	13,1
Cinzas (%)	33,0	2,3
Voláteis (%)	27,0	35,3
Carbono fixo (%)	40,0	62,4
Resistência a tração por compressão diametral a frio (MPa)	2,3	0,20
Índice de tamboramento (%)	86,0	60,1

Observa-se que o teor de umidade dos briquetes sem lodo de esgoto é inferior ao obtido por Barros (2014) em briquetes com 100% de fino de carvão de vegetal, porém, provavelmente por causa da etapa de secagem, na qual a temperatura é elevada a 120 °C. O teor de cinzas dos briquetes é elevado por causa da adição proposital dos finos de sílica, que representam os materiais inorgânicos do lodo. Os teores de voláteis dos dois tipos de briquetes são semelhantes e no caso dos briquetes produzidos nesse trabalho é influenciado pela presença do bio-óleo usado como ligante. O teor de carbono fixo do briquetes desenvolvido nesse trabalho é inferior ao dos briquetes de carvão vegetal por causa da presença dos finos de sílica.

A resistência a tração por compressão diametral a frio dos briquetes desenvolvidos nesse trabalho são muito superiores às dos briquetes produzidos por Barros (2014), assim como o índice de tamboramento. Tais propriedades foram alcançadas graças a capacidade de aglomeração do bio-óleo. Durante o processo de secagem do briquete parte da massa do bio-óleo volatiliza formando vapor e gases. Parte do carbono fixa na estrutura sólida do briquete e é responsável pelo aumento da resistência mecânica.

Os briquetes desenvolvidos com composição semelhante à dos briquetes de lodo que se pretende produzir apresentaram excelentes propriedades físico-químicas, indicando ser essa uma boa opção de aplicação.

## RESULTADOS ESPERADOS

### *Produção de briquetes com lodo de esgoto*

Para a produção dos briquetes com lodo de esgoto, serão realizadas as Etapas 1 e 2, descritas anteriormente.

Após a cura dos briquetes, será realizada a caracterização química nos cinco tipos de briquetes com melhores propriedades mecânicas e, portanto mais promissores para uso no forno cubilô.

Os briquetes desenvolvidos com composição semelhante à dos briquetes de lodo que se pretende produzir, apresentaram excelentes propriedades físico-químicas. Dessa forma, espera-se que os briquetes produzidos com lodo de esgoto apresentem características favoráveis para a produção de um combustível sólido alternativo, para utilização em fornos cubilô.

## CONCLUSÕES

A utilização do lodo das ETEs para a produção de briquetes que possam ser usados como combustível em fornos industriais propicia o seu tratamento e a redução de custos com o serviço de disposição final do lodo e contribui, ainda, para o aumento da vida útil de aterros sanitários, geração de emprego e renda e, para a economia circular.

O reaproveitamento do lodo de esgoto como combustível alternativo é um processo que prestigia os princípios de reciclagem de resíduos, em consonância com a Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei nº 12.305/2010.

O uso do lodo de esgoto na fabricação de briquetes proporciona a valorização desse subproduto gerado nas ETEs, que atualmente é disposto em aterro sanitário, transformando-o em um recurso energético e proporcionando benefícios ambientais.

As amostras de lodo apresentam propriedades físico-químicas que dificultam a utilização delas, sem processamento, como combustível em fornos industriais. Alguns tipos de processamento podem melhorar

essas propriedades, como por exemplo, redução ou eliminação da umidade e briquetagem com ligantes e materiais com propriedades combustíveis.

O teor de nitrogênio e a presença de determinados elementos químicos nas amostras indicam a necessidade de se realizar a caracterização ambiental dos gases emitidos durante a queima dos briquetes.

A presença de agentes patógenos nas amostras de lodo, indica que os lodos das quais elas foram retiradas, antes de serem destinados a aplicações industriais, deverão obrigatoriamente passar por um processo de higienização, o qual fará parte do processo de produção dos briquetes.

Os briquetes desenvolvidos com composição semelhante à dos briquetes de lodo que se pretende produzir apresentaram excelentes propriedades físico-químicas, indicando ser essa uma boa opção de aplicação.

É importante ressaltar que o processo de produção deve ser feito de forma controlada e segura, para evitar a emissão de gases poluentes e garantir a qualidade do produto final.

Em consonância com o Marco Legal (Lei nº 14.026/2020) e o Pacto Global da ONU, a COPASA MG procura implementar melhorias nas suas unidades operacionais, visando fomentar o desenvolvimento sustentável para assegurar a melhoria contínua e a universalização dos serviços de água e esgoto na sua área de atuação.

O projeto apresenta-se como um processo satisfatório do ponto de vista tecnológico para o tratamento e disposição final ambientalmente adequada do lodo gerado nas ETEs, vindo ao encontro da Agenda ESG da COPASA MG.

Conclui-se que o projeto de pesquisa é inovador e permitirá a implantação e consolidação da aplicação do lodo de esgoto na produção de briquetes, com possibilidade de sua aplicação como combustível sólido, em escala real, além de incentivar projetos de energias renováveis, de encontro com a sustentabilidade.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas. Brasília, 2017. Disponível em: < <http://atlasesgoto.ana.gov.br>>. Acesso em: 18 ago 2022.
2. BARROS, João Lúcio de. Blendas de carvão vegetal e carvão mineral para a produção de briquetes. 2014. Dissertação de Mestrado em Ciência dos Materiais. Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR, São Carlos, 2014.
3. BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2 de agosto de 2010.
4. BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Brasília, 15 de julho de 2020.
5. LAZZARI, J. Análise do potencial energético de lodos obtidos no tratamento de esgoto. 2018. 83 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental do Departamento de Engenharia Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Vitória, 2018.
6. MELO, W. J.; MARQUES, M. O. Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. (Ed.). Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariúna: Embrapa Meio-Ambiente, 2000. cap. 5, p. 109-141.