

## Uso de Biossólido na Agricultura.

João Batista Reus Lopes

Idade: 16/11/1955

Engenheiro Químico aposentado

Professor de Química do Ensino médio do Estado de São Paulo, E.E Prof. Caetano Zamitti Mammana.

Mestrado em Saneamento Ambiental pela Universidade Mackenzie

Endereço: Rua Dr. Venâncio de Oliveira Lisboa, n. 92 - Ermelino Matarazo São Paulo/SP, CEP: 03804160

Telefone: (11) 948592839 - e-mail: reuslopes@hotmail.com

### RESUMO

Com este trabalho teórico pretendemos diminuir a quantidade de lodo gerado no tratamento de esgoto, com a instalação de dois digestores anaeróbios, aumentar a geração de gás metano para possível purificação e uso energético e diminuir os sulfetos precipitados no lodo a ser usado como biossólido na agricultura, com a finalidade de atingir os parâmetros limites ambientais quanto ao teor de metais pesados insolúveis.

Para minimizar o teor de metais pesados pretendemos instalar um desgaseificador logo após a saída do lodo do digestor anaeróbio, coifa com exaustor para sucção do gás sulfídrico presente no lodo, sem este gás os metais solúveis no lodo não reagirão e não formarão sulfetos insolúveis.

Os metais solúveis no lodo escoarão no líquido drenado do desaguamento do lodo, sendo bombeado para uma torre de absorção onde o gás sulfídrico reagirá com os metais solúveis do dreno, produzindo sulfetos pesados insolúveis que serão filtrados e removidos do processo.

Palavras-Chave: Biossólido, Digestor Anaeróbio, Metais Pesados, Gás Sulfídrico, Agricultura

#### Abstract

With this work theoretical we intend to decrease the amount of sludge generated in the sewage treatment, with the installation of two anaerobic digesters, increase the generation of methane gas for possible purification and energy use and decrease the sulfides precipitated in the sludge to be used as biosolids in agriculture, with the purpose of reaching the environmental limit parameters regarding the content of insoluble heavy metals.

In order to minimize the heavy metal content, we intend to install a degasser right after the sludge leaves the anaerobic digester, hood with extractor for suction of the sulfide gas present in the sludge, without this gas the metals soluble in the sludge will not react and will not form insoluble sulfides.

The metals soluble in the sludge will flow into the liquid drained from the sludge dewatering, being pumped to an absorption tower where the hydrogen sulfide gas will react with the soluble metals in the drain, producing insoluble heavy sulfides that will be filtered and removed from the process.

Key Words: Biosolids, Agriculture, Heavy Metals. Sulfide Gás, Anaerobic Digesters.

### 1. INTRODUÇÃO

Por causa da crescente escassez da energia fóssil e a falta da água, origem da principal matriz energética em nosso País ocorre a preocupação com o baixo nível das represas das hidroelétricas e o risco constante de redução da oferta, o que influi principalmente no consumidor que paga mais caro, principalmente nos períodos desta escassez. Por estes motivos este projeto pretende recuperar a energia obtida de digestores anaeróbios e propor um uso mais nobre do lodo que pode em aterro vir a contaminar o lençol freático diminuindo assim a oferta de água subterrânea ou fechamento de poços artesianos.

Devido à constante emissão de gás dióxido de enxofre produzido pela combustão de metano contaminado com ácido sulfídrico em Flare, este trabalho: buscará conter esta poluição, e recuperar a energia térmica em Watts, a partir da vazão mássica e poder calorífico do biogás, no Flare, cuja temperatura está estimada em 450°C em tubulação para uso em secador de lodo, ou fornalha, e que atualmente é perdida e lançada na atmosfera e cuja

pluma de poluição conforme a direção do vento acaba contaminando o ar longe do Flare do Digestor ou Reator Anaeróbio, causando, problema de saúde pública, prejudicando a respiração de crianças e idosos. Quando da queima do gás sulfídrico ocorre à produção de gás dióxido de enxofre, matéria prima da chuva ácida, que causa problemas de saúde do povo, assim, os gases emanados do secador ou fornalha serão devidamente caracterizados e tratados por lavador de gás.

Poderemos também aproveitar a energia calorífica do biogás (sem Flare) dos Digestores que deverá ser tratado para remoção do gás sulfídrico, antes de ser utilizado como combustível em secador de lodo, para minimizar o volume do lodo e eliminar possíveis patogênicos.

A presença dos metais pesados no lodo é devido a mistura na ETE (Estação de Tratamento de Esgoto) do efluente de galvanoplastia ao esgoto doméstico e ao removermos os metais pesados solúveis presentes no efluente do lodo adensado, desaguado e na presença de gás sulfídrico em torre de absorção, obteremos os sulfetos metálicos insolúveis. A ideia é remover sulfeto de hidrogênio do lodo esgoto e evitar a reação com os metais presentes e com isso descontaminar o lodo.

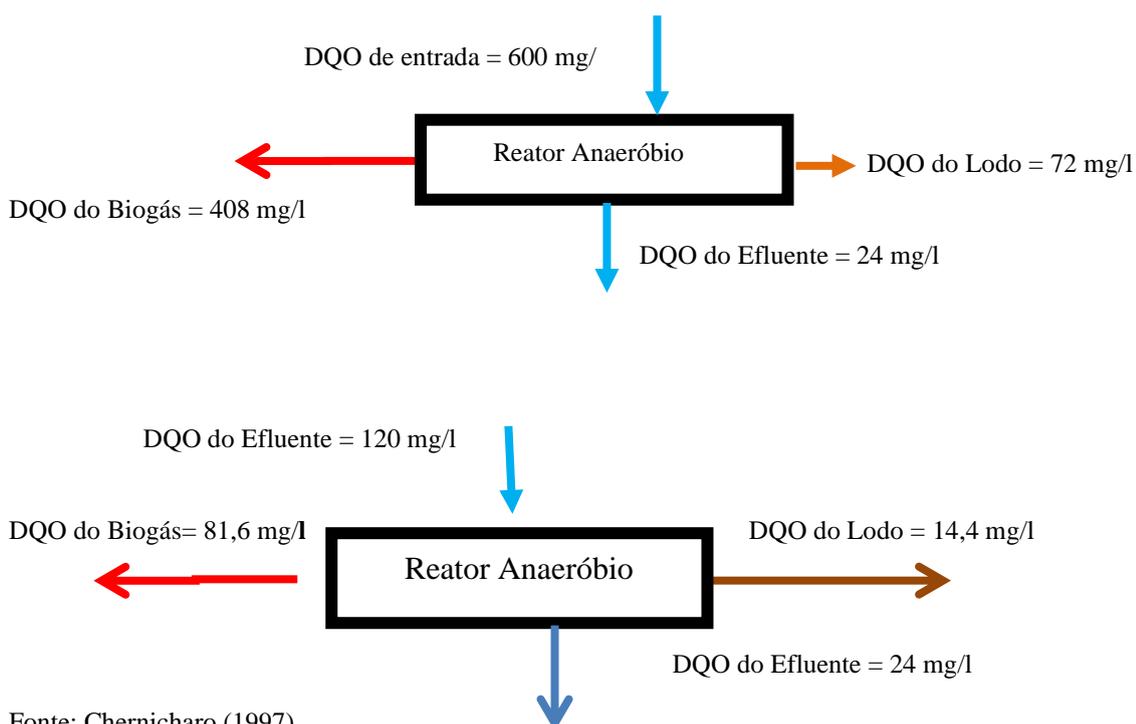
## 2. REVISÃO LITERÁRIA

De acordo com Chernicharo (1997) a principal vantagem da digestão anaeróbia em relação ao tratamento aeróbio é a produção de metano e baixíssima produção de sólidos. Nos Sistemas aeróbios, há cerca de 40 a 50% de degradação da matéria orgânica na forma de lodo e 50% de produção de gás dióxido de carbono. A matéria orgânica não convertida em dióxido de carbono ou em lodo que deixa o reator no efluente é de 5 a 10%.

Nos Sistemas anaeróbios a maior parte da matéria orgânica é convertida em Biogás cerca de 80%, apenas uma pequena parcela da matéria 5 a 15% constituirá o lodo. O material não convertido deixa o reator como matéria não degradada de 10 a 30%.

Optamos neste trabalho por dois digestores anaeróbios como segue abaixo, um efluente que entra no primeiro digestor anaeróbio com 600 mg/l de Demanda Química de Oxigênio (DQO), produz lodo com 72 mg/l de DQO e biogás com 408 mg/l de DQO; o efluente não convertido sai do primeiro digestor anaeróbio com 120 mg/l de DQO, e flui a outro digestor anaeróbio e produz lodo com 14,4 mg/l de DQO e biogás com 81,8 mg/l de DQO, saindo o efluente não convertido biologicamente, ou não degradada com 24 mg/l de DQO.

Balanco de Conversão Biológica nos Sistemas anaeróbios, segundo Chernicharo (1997).



Fonte: Chernicharo (1997)

### **3. OBJETIVO**

#### **3.1- OBJETIVO GERAL**

Secar o lodo de Estação de Tratamento de Esgoto para diminuir o seu volume se for direcionado ao aterro sanitário, minimizando o custo com o transporte, e também eliminar os agentes patogênicos e os metais pesados que possam estar presentes neste lodo, caso se queira direcioná-lo para uso na agricultura.

#### **3.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Manter o metal pesado do esgoto, em sua parte solúvel até o clarificado do decantador secundário, adensador e desaguamento do lodo e a remoção desses metais solúveis se dará pela absorção em Torre de absorção com gás sulfídrico produzindo sulfetos precipitados e posterior absorção do gás sulfídrico residual em hidróxido de sódio no Lavador, produzindo sulfeto de sódio.

A ideia é remover o máximo de gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S) do tratamento anaeróbio e estação elevatória, produzido pela bactéria redutora de sulfato e fazê-lo reagir com o efluente líquido contaminado com metais pesados do adensamento e desaguamento do lodo, formando os sulfetos metálicos separadamente do lodo.

Secar o lodo que livre de micro-organismos e metais pesados poderá ser vendido na forma de Biossólido para agricultura, que poderá ter a sua aplicação no solo aproveitando seus nutrientes presentes como nitrogênio, fósforo e potássio, sem prejuízo da saúde.

### **4. JUSTIFICA**

O Projeto se justifica devido a:

- a) Recuperação de energia calorífica do Biogás que está atualmente sendo desperdiçada;
- b) Despoluir o meio ambiente, devido à queima de metano contaminado com gás sulfídrico, causa emissão do dióxido de enxofre, que ataca a respiração de crianças e velhos, A principal via de exposição da população geral ao dióxido de enxofre é a inalatória. Os efeitos adversos da exposição a altos níveis de SO<sub>2</sub> incluem dificuldade respiratória, alteração na defesa dos pulmões, agravamento de doenças respiratórias e cardiovasculares. CETESB (2012);
- c) De acordo com Mainer, Sandrez e Tavares (2007) o gás sulfídrico é um gás incolor, solúvel em água e possui um cheiro de “ovo podre”. É altamente prejudicial à saúde do ser humano. A exposição máxima permitida por períodos prolongados é de 10 ppm, sendo que 30 minutos de exposição a concentrações superiores de 300 ppm torna-se fatal (MAAT et al, 2004), por esse motivo deve ser removido;
- d) Destino nobre ao lodo, que será um Biossólido, ou subproduto, atualmente vai para o aterro sanitário que é um verdadeiro túmulo comum a vários clientes, sendo o gerador responsável eternamente pelo seu resíduo;
- d) O subproduto, do lodo, chamado de Biossólido pode gerar uma fonte de renda para a Empresa geradora;

### **5. METODOLOGIA**

Serão provavelmente necessárias análises do lodo, de emissão de gás, concentração de Demanda Química de Oxigênio (DQO) afluente, concentração de DQO filtrada efluente, coeficiente de produção de sólidos no sistema, fator de conversão de sólidos totais voláteis em Demanda Química de Oxigênio etc. além de equipamentos que estão presentes em um fluxograma simplificado, em anexo.

- Poderá ser feita simulação de secagem do lodo em bancada em que veremos a diminuição do volume, variação do pH do mesmo etc.

- Uso de um detector de vazamento de gás para saber se é inflamável ou não o gás emitido da queima e da secagem do lodo e o gás sulfídrico será identificado pelo cheiro de ovo podre;

- Identificação de gás sulfídrico em amostra de esgoto de estação elevatória em contato em solução aquosa de acetato de chumbo II em destilador o laboratório;

- Destilação de amostra de lodo anaeróbio e contato do gás resultante com acetato de chumbo II para identificação de ácido sulfídrico;

- Análise de metais pesados no esgoto da ETE;

Análise de metais pesados solúveis no efluente líquido do adensador e desaguador de lodo;

- Análise de sulfeto metálico resultante do contato do gás sulfídrico com o efluente dos adensador e desaguador de lodo da ETE

Análise de patogênicos no biosólido após secagem;

Análise de gás sulfídrico no biogás

- Uso de uma balança determinadora de umidade ou teor de sólidos antes da secagem e depois, conforme o destino dado ao lodo.

- Análise qualitativa e quantitativa da presença do gás sulfídrico no gás do digestor

- Caracterizar o esgoto sanitário com a finalidade de certificar sua composição principalmente em relação aos micro-organismos e metais pesados tóxicos solúveis existentes no mesmo.

Descrição do Processo feita através de Fluxograma:

Segundo Chernicharo (1997) o esgoto bruto passa por um tratamento preliminar onde é gradeado, em seguida é removido o gás sulfídrico por um exaustor a uma torre de absorção onde encontra em contracorrente o efluente do adensamento e desaguamento para a absorção dos metais pesados na forma solúvel economizando soda, o ar com gás sulfídrico residual será removido em um lavador com soda cáustica.

O esgoto sem cheiro flui aos reatores Anaeróbios para remover 80% da Matéria orgânica Inicial sendo que desta, 85% da Matéria Orgânica ao ser degradada é convertida em Biogás e 15% da mesma é convertida em lodo e em seguida o efluente flui ao aerador e digestor ou reator aeróbio ao decantador secundário onde é removida 95% da Matéria orgânica residual do efluente e desta matéria 50% é convertida em gás dióxido de carbono CO<sub>2</sub> e 50% em lodo, 5% da Matéria orgânica não degradada permanece no efluente ou água de reuso Usamos dois digestores anaeróbios para produzir o máximo de biogás e o mínimo de lodo.

O lodo do digestor anaeróbio segue para um espessador ou adensador e máquina de desaguamento e daí ao secador para remover umidade e patogênicos e gerar o como Biossólido, para adição no solo, de acordo com a portaria número 4030 da Companhia de Tecnologia de saneamento Ambiental CETESB (1999). A reação dos sais solúveis de metais pesados com o gás sulfídrico deverá acontecer depois do desaguamento do lodo, para isto deverá ser removido o máximo de gás sulfídrico da ETE até a sua absorção em torre formando os sulfetos insolúveis e sulfeto de sódio com absorção posterior de ácido sulfídrico excedente com soda caustica.

#### **LEGENDA DO FLUXOGRAMA DA PAG. 5**

Cor: Vermelha: Gás Sulfídrico e Biogás; Preta: Sulfeto de Sódio; Marrom: Lodo

Azul: Efluente líquido; Laranja: Ácido Sulfúrico; Roxa: Hidróxido de Sódio

NOTA: No presente trabalho não estão inseridas as equações matemáticas de:

Avaliação da produção diária de metano;

Avaliação da Produção e demanda teóricas de energia térmica; O esgoto deve ser caracterizado em laboratório químico a de lodo;

Fluxograma do Projeto de Aproveitamento Energético da Combustão de Gás Metano do Digestor Anaeróbio em Flare e Desgaseificador de gás sulfeto de hidrogênio.



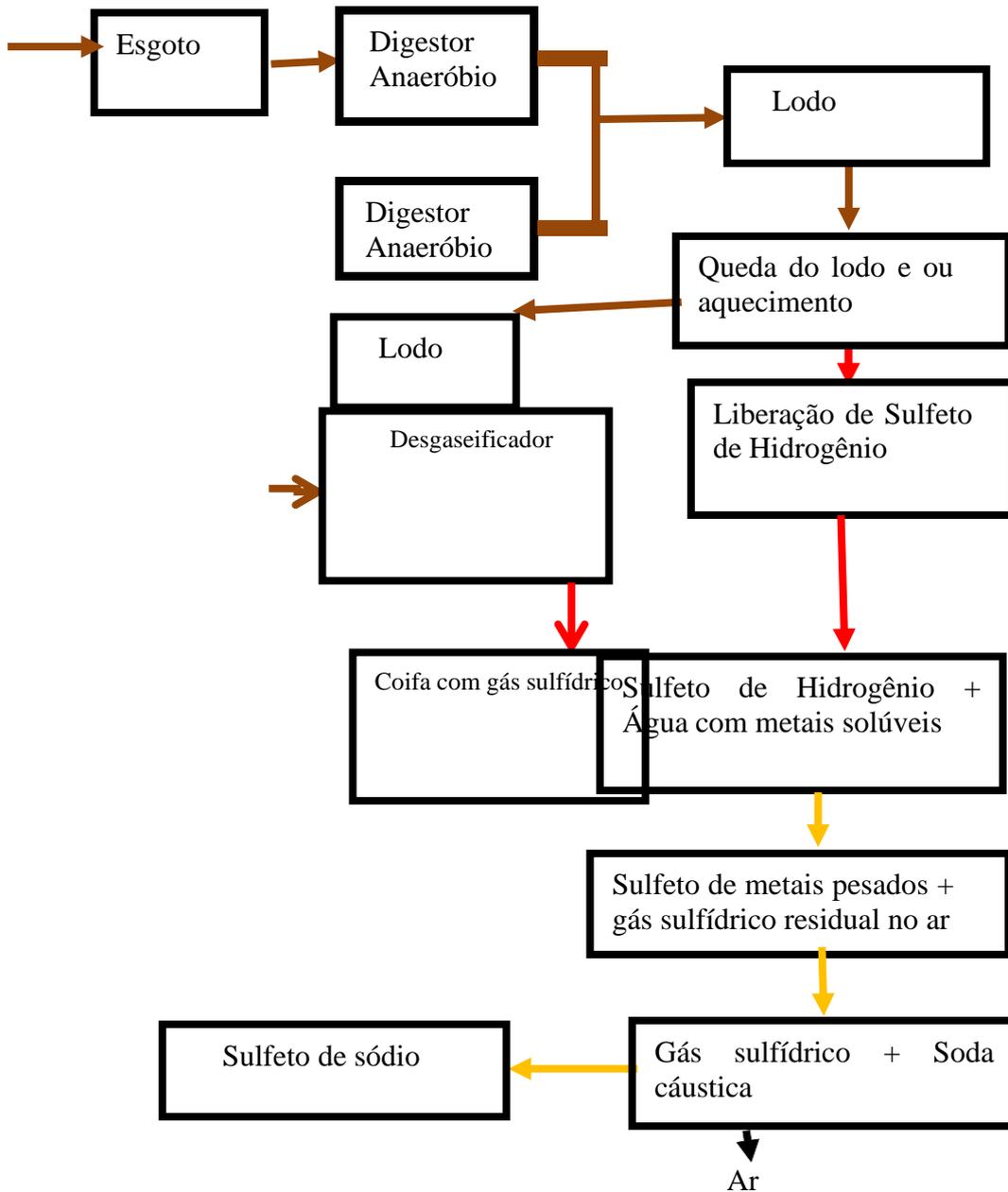
Segue um fluxograma simplificado de uma Estação Piloto e Desenho do Desgaseificador com absorção de gás sulfídrico em hidróxido de sódio.

Esperamos que ao funcionar a Planta piloto em questão possamos:

- a) Obter um subproduto nobre, biosólido, que tenha mercado para venda;
- b) Ter a certificação ou crédito de carbono de que não polui na emissão do gás metano;
- c) Diminuir o custo de aterro caso o lodo continue a ser direcionado para aterro sanitário

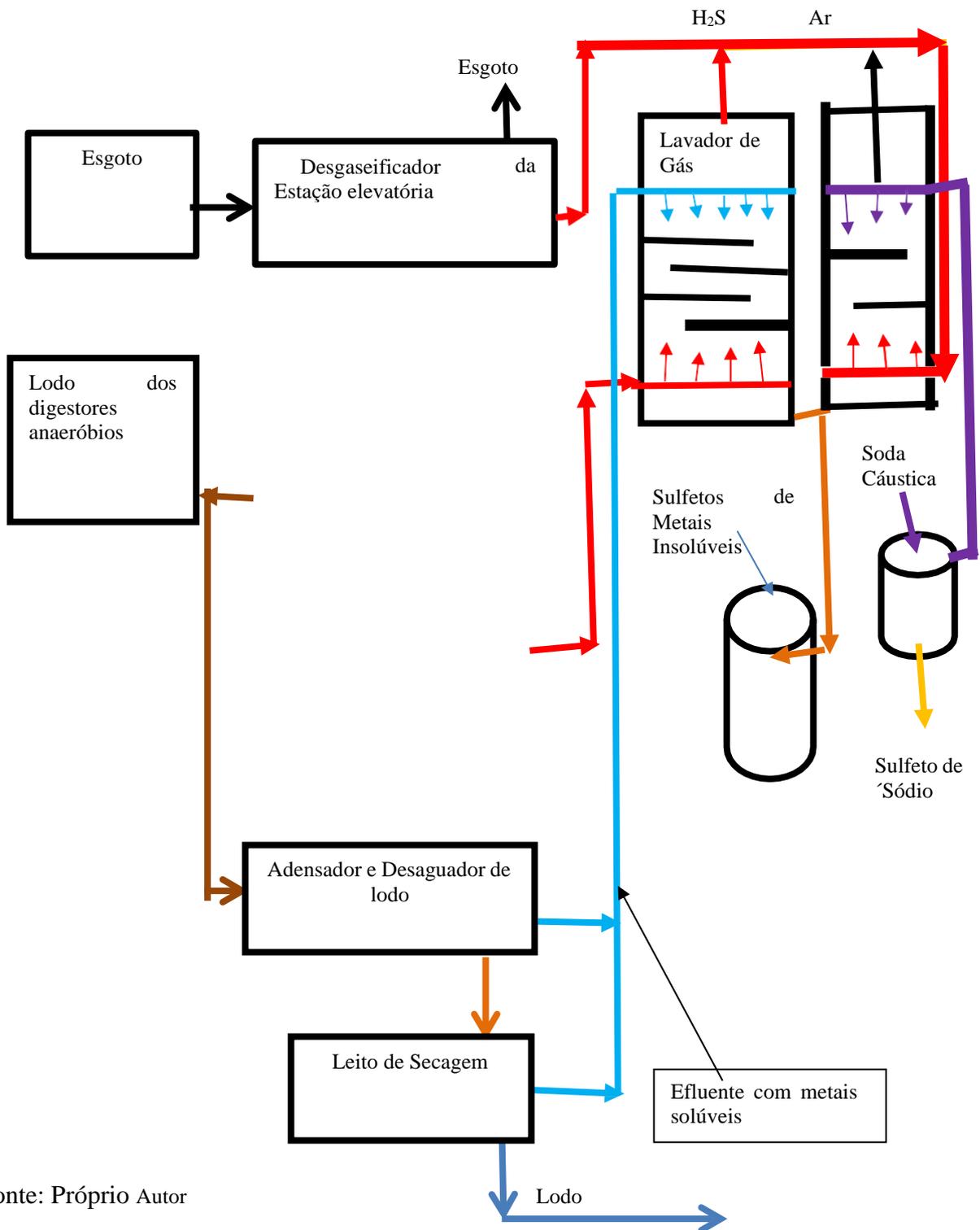
Verificando a presença destes gases fazer uma Planta Piloto para em pequena escala, visando a viabilidade técnica do Projeto proposto ou não.

**Esquema simplificado de uma Planta Piloto**



Fonte: Próprio Autor

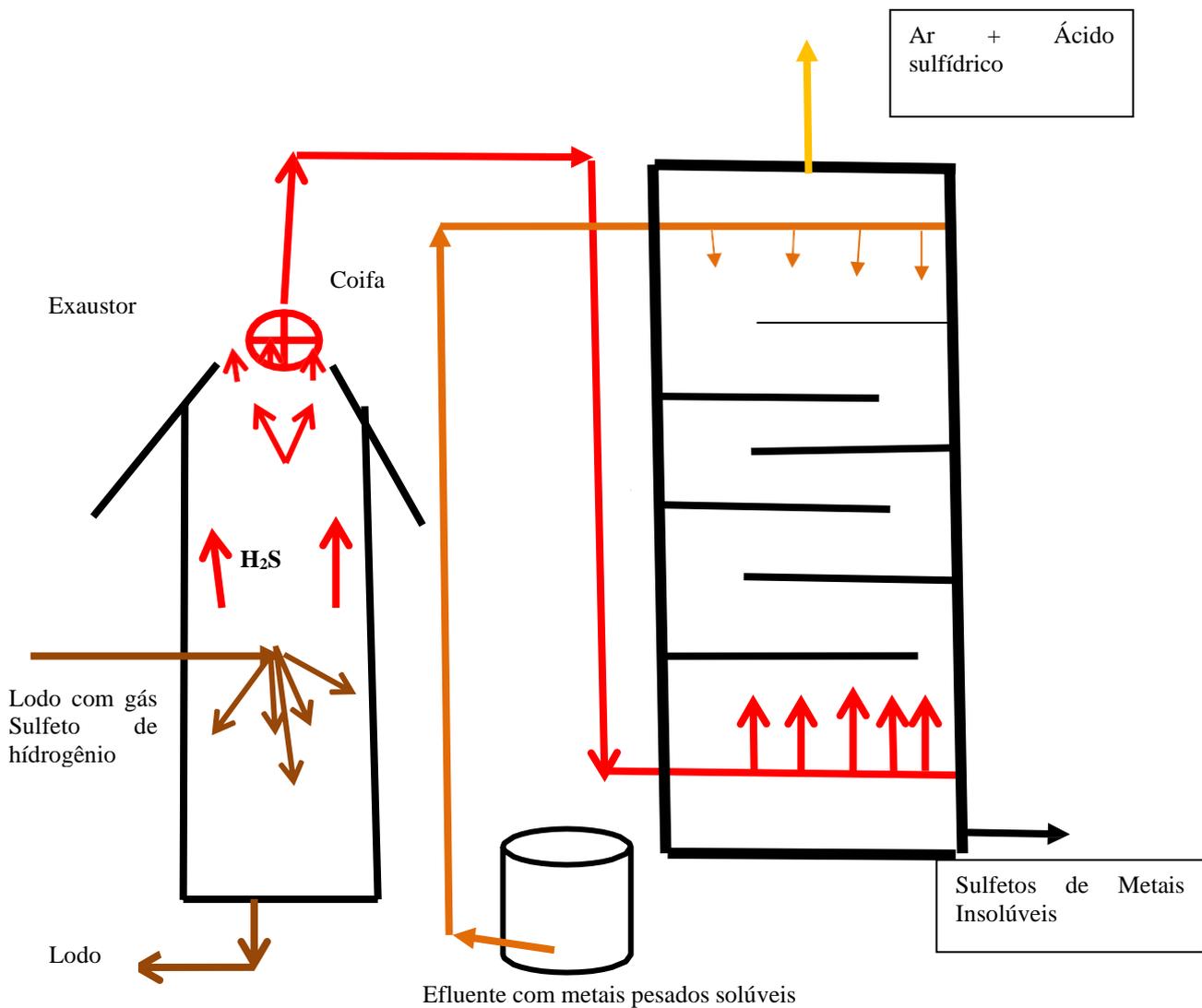
### Fluxograma Simplificado da Planta Piloto para remoção de Gás Sulfídrico e Metais pesados do Esgoto



Fonte: Próprio Autor

### Desenho do Lavador de Gás Sulfeto de Hidrogênio (H<sub>2</sub>S) e sua reação com metais solúveis

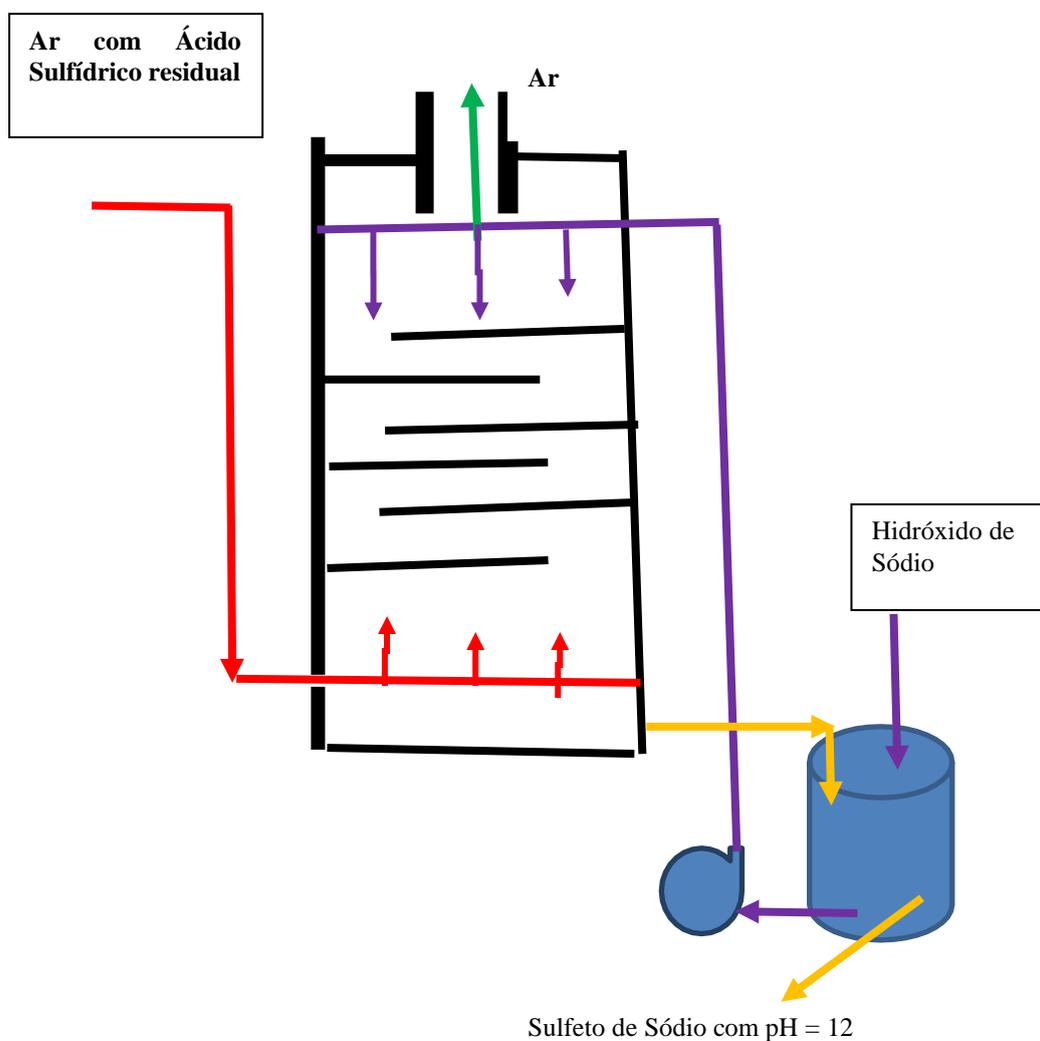
Neste tratamento do lodo dos digestores anaeróbios propomos que o gás sulfeto de hidrogênio seja removido do lodo por exaustor e a reação deste com o efluente com metais solúveis do desaguamento do lodo, aconteça em um Lavador, formando sulfetos insolúveis.



Fonte: Próprio Autor

### Desenho do Lavador de Gás Sulfídrico com Hidróxido de Sódio

O Ar contaminado com gás Sulfídrico residual do primeiro Lavador de gás, deverá escoar a outro Lavador ou absorvedor com Hidróxido de Sódio formando o Sal Sulfeto de Sódio, conforme o esquema simplificado abaixo:



Fonte: Próprio Autor

## RESULTADOS

Os prováveis resultados virão de simulação de testes a serem efetuados em planta piloto de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), através de bombeamento de uma pequena vazão de esgoto para a Estação Piloto deste Projeto, onde o esgoto fluirá por bomba ao desgaseificador liberando parte do gás sulfídrico por exaustão à uma torre de absorção com efluente do (adensador e desaguador) contaminado com metais solúveis, formando sulfetos metálicos insolúveis em água que serão posteriormente tratados.

a) O lodo da saída dos digestores anaeróbios, com gás sulfídrico e metais pesados solúveis, escoará por bomba ao desgaseificador onde o Ácido Sulfídrico ( $H_2S$ ) também poderá reagir com a Soda Cáustica ( $NaOH$ ) a ser adicionada e formar o Sulfeto de Sódio ( $Na_2S$ ), armazenado e vendido.

b) O lodo dos digestores anaeróbios fluirá por bomba a um desgaseificador e por exaustão o gás sulfídrico que dessa forma não reagirá com os metais presentes no lodo, mantendo-o forma solúvel e o gás escoará na torre de absorção em sentido contrário ao efluente do densador e desaguador (leito de secagem) para remoção de sulfetos metálicos.

c) Na Planta Piloto poderão ser removidos gás sulfídrico do lodo por queda do lodo do desgaseificador e remoção com coifa a torre de absorção;

d) Em Planta Piloto poderá ser aquecido o lodo para remoção do Gás sulfeto de hidrogênio.

e) Com a Planta Piloto poderá ser verificado a presença de outros gases como amônia  $NH_3$ .

e) Para detectar a presença de gases como sulfeto de hidrogênio é necessário fazer análises químicas.

Ao remover parte do gás sulfídrico presente no lodo evita-se que reaja com os metais solúveis no esgoto e forme sulfetos de metais pesados, insolúveis no lodo.

## Pesquisa em Laboratório

Uso de Destilador:

1 Litro de amostra de lodo dos digestores anaeróbios de ETE;

Adicionar  $\frac{1}{2}$  litro de lodo em balão de destilação para remoção do gás sulfídrico e mergulho deste em balão com solução de acetato de chumbo para verificação qualitativa do sulfeto de chumbo formado;

Filtrar a vácuo o lodo e recolher o filtrado;

Tomar o outro  $\frac{1}{2}$  litro de lodo e tornar a destilar e remover o gás sulfídrico existente e mergulhá-lo no filtrado do filtro da primeira operação, formando sulfeto de metal pesado insolúvel, precipitado com a devida cor correspondente ao metal: cádmio, níquel, chumbo, zinco, ferro.

Secagem do lodo em Balança de análise de umidade.

Experimento feito em duas Garrafas PET

Coloquei algumas gramas de fezes de cachorro numa garrafa e água, deixei em repouso, e a seguir filtrei e coloquei um pedacinho de carne no lodo em filtro de areia recolhendo o filtrado em outra garrafa PET e fiz passar pelo leito de areia adicionando uma ferrugem marrom que estava em água recolhendo na mesma garrafa do filtrado do lodo, mexi bem a garrafa e o pó marrom se tornou preto, ocorrendo a reação química entre óxido de ferro com o gás sulfídrico formando o precipitado preto, sulfeto de ferro.



**---- Gás Sulfídrico (H<sub>2</sub>S) e o Ferro (Fe):**



**Fonte: Próprio Autor**

## 7. CONCLUSÃO

O trabalho em questão aborda à emissão do gás do digestor anaeróbio para o meio e sua possível recuperação energética na secagem do lodo e seu uso na agricultura e tratabilidade do lodo para minimizar a presença de metais pesados, se implementado dará uma nova alternativa de disposição do lodo e um novo uso para o biogás que poderá ser aproveitado de maneira correta e de maneira sustentável do ponto de vista ambiental.

Há a produção de dióxido de enxofre, por causa da queima do biogás do Digestor Anaeróbio em flare que apresenta gás sulfídrico e ao ser queimado gera o gás dióxido provocando poluição. O flare é usado para evitar a tratabilidade do gás metano impuro produzido pelo Digestor Anaeróbio, como a remoção do gás sulfídrico antes de sua queima ou aproveitamento como combustível gerador de energia o biogás servirá como combustível para a secagem do lodo.

Os metais pesados de esgotos de Efluente Industrial, principalmente da galvanoplastia. Contaminam o esgoto da ETE e para separá-los do lodo o fazemos por variação do pH, acreditando que este influi na solubilidade destes metais. ou por adição de sulfeto de sódio que precipitará o metal em questão na digestão anaeróbia.

O tratamento de gás sulfídrico com soda cáustica nas estações elevatórias é fundamental para removê-lo do biogás produzido do esgoto e evitar a formação de sulfeto de metais pesados insolúveis no lodo o que inviabilizaria provavelmente o seu uso na agricultura, por desconformidade em relação aos metais pesados.

A Secagem do Lodo tem por finalidade a eliminação de agentes patogênicos, presentes no lodo como os Helmintos e redução do volume de lodo além de possível direcionamento para disposição em solo como bioestabilizado.

Tratamento do sobrenadante do adensado com soda para precipitação de possíveis metais pesados, que serão filtrados, adsorvidos e dessorvidos, e decantados ou reação do gás sulfídrico com os possíveis metais pesados na forma solúvel.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chernicharo, Carlos Augusto, Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias - Reatores anaeróbios. Lodo de Esgotos: tratamento e disposição final, Editora UFMG (1997).

Cássia, Adelaíde, Nardocci, et al, Reuso de Água, Manole 2003.

Mainer, Sandrez e Tavares (2007) Métodos para a Remoção de Sulfeto de Hidrogênio em de Efluentes Gasosos aplicáveis a reatores anaeróbios.

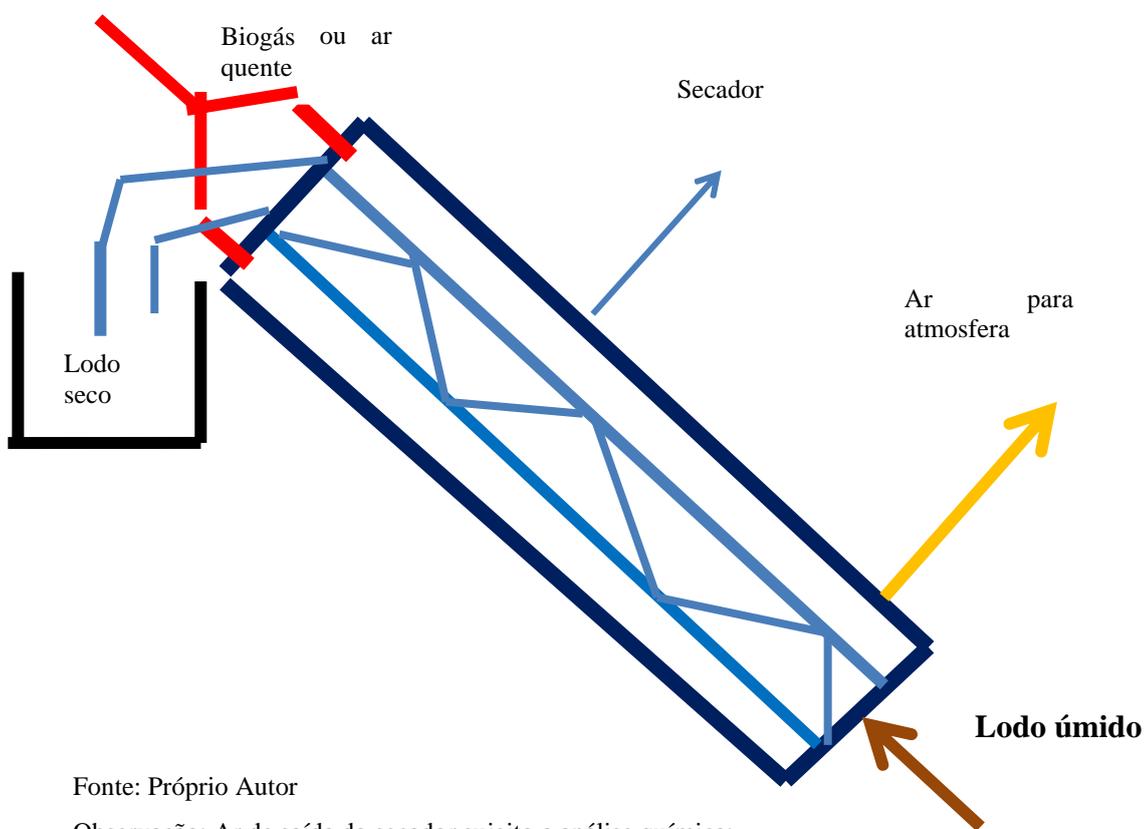
Sales Eduardo, Machado Borges et al, Tratamento térmico de lodo anaeróbio com utilização do biogás gerado em reatores UASB: avaliação da autossustentabilidade do Sistema e do efeito sobre a higienização e a desidratação do lodo

Hamzagic, Diego Mendes et al, Utilização do Biogás para a Secagem de Lodo e geração de Energia Elétrica em uma Indústria de Cerveja

Abstract: Translate google.

Anexo

Esquema simplificado do Secador de lodo



Fonte: Próprio Autor

Observação: Ar de saída do secador sujeito a análise química;

