

LOGÍSTICA REVERSA: reaproveitamento do lodo oriundo das estações de tratamento de esgoto de Paço do Lumiar para utilização como adubo orgânico

REVERSE LOGISTICS: reuse of sludge from the Paço do Lumiar sewage treatment plants for use as organic fertilizer

José Bento Dantas Botão Júnior*
José Wilson de Oliveira Júnior*
Helen Marcia Ferreira Marques**

RESUMO

O reaproveitamento do lodo de esgoto na agricultura surgiu como opção sustentável mundo afora. Muitos países já investem de forma expressiva nesse reuso enquanto o Brasil ainda segue de forma lenta. O lodo de esgoto é o resíduo sólido pastoso escuro gerado nas estações de tratamento de esgoto com a finalidade de descarte. A proposta desse artigo é mostrar a possibilidade da reutilização agrícola desse resíduo no município de Paço do Lumiar e seus possíveis benefícios para a sociedade. O artigo foi baseado em dois procedimentos metodológicos: pesquisa bibliográfica com apresentação do tema proposto e pesquisa de campo nas estações de tratamento de esgoto e aplicação de questionário na empresa detentora da concessão. Fazendo uso dessas ferramentas foi possibilitado o levantamento de dados necessários para o entendimento e posteriormente as respostas indispensáveis para a implantação do projeto apresentado pelo estudo, ainda nessa fase foram identificados falta de rede coletora e de estações de tratamento de esgoto em quase todo município sendo este um dos principais problemas da ideia proposta. O artigo proporcionou identificar a complexidade em implantar a proposta do tema apresentado em virtude da burocracia nos órgãos regulamentadores e legislação vigente que tratam sobre o assunto. A pesquisa demonstrou ser possível implantar no município o projeto apresentado nesse artigo. Porém, para que o projeto seja executável altos investimentos financeiros no campo político e privado serão necessários.

Palavras-chaves: Reaproveitamento sustentável. Lodo de esgoto. Agricultura. Paço do Lumiar.

ABSTRACT

The reuse of sewage sludge in agriculture has emerged as a sustainable option worldwide. Many countries already invest significantly in this reuse while Brazil is still moving slowly. Sewage sludge is the dark pasty solid residue generated in sewage treatment plants for disposal purposes. The purpose of this article is to show the possibility of agricultural reuse of this residue in the municipality of Paço do Lumiar and its possible benefits to society. The article was based on two methodological procedures: bibliographic research with presentation of the proposed theme and field research in sewage treatment plants and application of a questionnaire in the company holding the concession. Using these tools was made possible the collection of data necessary for understanding and later the indispensable answers for the implementation of the project presented by the study, still in this phase were identified lack of collection network and sewage treatment plants in almost every municipality, this being one of the main problems of the proposed idea. The article allowed to identify the complexity in implementing the proposal of the theme presented due to bureaucracy in the regulatory bodies and current legislation that deal with the subject. The research proved to be possible to implement in the municipality the project presented in this article. However, for the project to be executable high financial investments in the political and private field will be necessary.

* Graduado do 5º Período do Curso de Tecnólogo em Logística do Instituto de Ensino Superior Franciscano. E-mail: jrdantas22@gmail.com

* Graduado do 5º Período do Curso de Tecnólogo em Logística do Instituto de Ensino Superior Franciscano. E-mail: wjunio27@gmail.com

** Graduada em Administração; Graduada em Hotelaria; Mestra em Ciência da Educação -Supervisão Pedagógica; Especialista em Gestão de Pessoas, Especialista em Gestão Empresarial, Especialista em Docência Superior e Gestão Educacional. E-mail: helenmarques427@gmail.com

Keywords: Sustainable reuse. Sewage sludge. Agriculture. Paço do Lumiar.

1 INTRODUÇÃO

Hoje no Brasil o reaproveitamento do lodo de esgoto ainda é bastante limitado. Países de 1º mundo como França, Alemanha e Estados Unidos, por exemplo, já possuem o uso agrícola como parte importante para destinação desse resíduo. O lodo é o material resultante do processo de tratamento de esgoto nas estações, esse processo envolve atividades como tratamento e abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, reuso da água e disposição segura do lodo resultante do tratamento. O lodo de esgoto gerado nas estações de tratamento e descartado em aterros sanitários causam riscos à saúde pública e contribuem para a degradação do meio ambiente. Atualmente no município de Paço do Lumiar verificou-se que esse descarte é o único destino dado para esse resíduo que além dos riscos possuem um alto custo logístico no que tange o transporte do mesmo. Existem várias formas de reaproveitamento para esse lodo, porém, observou-se que não há no município de Paço do Lumiar projetos de destinação sustentável para esse material. Esse artigo tem como objetivo demonstrar a possibilidade do uso sustentável desse resíduo através de critérios e procedimentos conforme legislação vigente e contribuir através da pesquisa realizada formas que agreguem benefícios tanto para o meio ambiente quanto para a saúde pública, com o propósito de indicar que esse resíduo seja capaz de trazer impactos positivos para a agricultura, ao produtor como adubo sustentável e para a sociedade luminense com a geração de emprego e renda. Existem vários estudos sobre o tema que nos leva a dar continuidade e aplicação dessa pesquisa científica para inseri-la no município de Paço do Lumiar com o propósito que o seu resultado cause impactos positivos na vida da sociedade, objetivando um olhar diferenciado para a realidade dando uma importante utilização da logística reversa e continuidade da pesquisa e trabalhos científicos referentes ao tema, ampliando conhecimento e colaborando com resultados cada vez mais significativos para a sociedade, gestores públicos e também ao meio acadêmico. Este artigo tem estrutura dividida em tópicos e posteriormente por subtópicos de forma a destacar os pontos abordados no tema proposto. Sendo assim, destacará inicialmente histórico e conceitos sobre saneamento básico, em seguida definições sobre resíduos sólidos, causas e acúmulo ao longo dos anos e em prosseguimento destacará sobre o lodo de esgoto gerado nas estações de tratamento, seus riscos ao meio ambiente e a saúde pública quando descartado inadequadamente e seu processo de geração e características. Essa pesquisa científica apresentará a legislação e as normas reguladoras que tratam sobre o tema chamando atenção ao descarte adequado desse lodo de esgoto e seu reaproveitamento de forma sustentável com a finalidade de melhorar a qualidade de vida da população do município de Paço do Lumiar-MA.

2 SANEAMENTO BÁSICO: histórico e conceitos

O saneamento básico está presente na humanidade desde a idade antiga onde o homem buscava fontes de água. Há registros na China de poços que chegam a centenas de metros. No Egito antigo, registrou-se sistemas de controle das águas do Nilo e o uso de sulfato de alumínio para coagular partículas. Os romanos foram grandes pioneiros da engenharia de saneamento, construindo aquedutos e latrinas comunitárias, além de terem construído no séc. VI ac, a cloaca máxima, um sistema de drenagem sanitária utilizado até os dias atuais. (ITU, 2016). O histórico do saneamento básico no Brasil data de 1561 quando da construção do

primeiro poço de água potável, construído pelo militar português Estácio de Sá, fundador da cidade do Rio de Janeiro. Também na cidade do Rio de Janeiro, foi construído o primeiro aqueduto do país, conhecido atualmente como “arcos da lapa”. é considerada a maior obra do período colonial no Brasil, tendo sido erguido entre 1673 e 1723. Ainda no período colonial, eram utilizados escravos na retirada de fezes e detritos das casas grandes além de também efetuarem o transporte de água potável para o interior das casas. Esses escravos eram conhecidos por “escravos tigres” por terem manchas de queimaduras na pele devido à exposição ao sol e aos respingos de excrementos que transportavam. A partir dos anos 1800, a população brasileira começa a crescer e, por conseguinte, a necessidade de mais água tratada e saúde pública o que impulsiona as obras de saneamento no país e causa o reconhecimento de que os “escravos tigres” precisam ser extintos pois eram vetores de doenças para eles próprios e para a população, fatos que contribuem para que no final do séc. XIX os serviços de saneamento sejam organizados e entregues a empresas estrangeiras. Já entre 1857 e 1877, surgem no Brasil algumas obras significativas na área de saneamento como a construção do primeiro sistema de água encanada de São Paulo, construído pelo governo da época, e a construção da primeira estação de tratamento de água (ETA) do mundo, construída na cidade do Rio de Janeiro que opera com seis filtros de pressão/água.

Com relação à legislação do saneamento no Brasil, temos a constituição de 1930 que entrega aos municípios a responsabilidade pelos serviços de saneamento e abastecimento de água, o que perdura até os dias de hoje. Em 1940, se inicia a comercialização dos serviços de saneamento, o que faz surgir as autarquias e os mecanismos de financiamento, bem como as bases para o surgimento da fundação nacional de saúde (FUNASA), que no seu início, se chamava serviço especial de saúde pública (SESP).

Passando pelo regime militar no Brasil, temos em 1969, a autorização por meio de um decreto de lei, de que o extinto banco nacional de habitação (BNH) aplique recursos próprios e do fundo de garantia por tempo de serviço (FGTS) no financiamento do saneamento em 1971, é instituído o plano nacional de saneamento (PLANSA), que buscava autonomia e autossustentação e causou uma imposição das companhias estaduais sobre as municipais, fazendo com que ocorresse a separação dos órgãos responsáveis pela saúde dos responsáveis pelo saneamento básico no Brasil. Já após a redemocratização, precisamente em 2007, a lei nacional do saneamento básico (LNSB) estabelece as diretrizes nacionais do saneamento básico e devolve aos municípios a responsabilidade pelos serviços de saneamento e abastecimento. Atualmente, o PLANSA, a agência nacional das águas (ANA) e o sistema nacional de informação sobre saneamento (SNIS), coordenam e gerenciam essa área no Brasil. (INCT ETE'S SUSTENTÁVEIS, 2019).

2.1 Conceitos

Ao falarmos do tema saneamento básico, fazemos uma relação direta com o controle de recursos básicos, como: abastecimento, tratamento e distribuição de água; esgotamento sanitário; coleta e destino adequado do lixo e limpeza pública, ações essas que estão diretamente ligadas ao bem-estar físico, mental e social da população. Dentre alguns conceitos de saneamento básico, podemos citar o expresso em lei federal, como disposto abaixo:

No Brasil, o saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição e definido pela Lei nº. 11.445/2007 como o conjunto dos serviços, infraestrutura e Instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana,

drenagem urbana, manejos de resíduos sólidos e de águas pluviais. (TRATA BRASIL *apud* LEI 11.445/2007).

Citamos ainda, o conceito expresso na lei estadual ordinária nº 8.923 de 12 de janeiro de 2009, que cita: “XII - serviços públicos de saneamento básico: o conjunto dos serviços públicos de manejo de resíduos sólidos, abastecimento de água, esgotamento sanitário e manejo de águas pluviais”; (MARANHÃO, 2009). Outra definição é dada pela organização mundial de saúde (OMS), que diz: Guimarães (2007, p. 1) cita que “Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social”. A abordagem histórica trazida neste capítulo, tem como objetivo fornecer ao leitor deste trabalho acadêmico, mecanismos de entendimento acerca do objeto de estudo através da contextualização do tema ao longo da história da humanidade, fazendo com que a conscientização da importância do assunto seja desperta e ponha luz sobre um assunto presente no nosso cotidiano há tempos e que exige estudos profundos e especial atenção das autoridades e da sociedade em geral.

3 RESÍDUOS SÓLIDOS: definição e geração do lodo de esgoto

O lodo de esgoto é o resíduo sólido proveniente do resultado do tratamento nas estações e todo o seu complexo processo de geração e disposição final, tendo suas definições de acordo com legislação vigente e autores do tema. Conforme define a política nacional de resíduos sólidos, lei nº12305 de 02 de agosto de 2010:

Resíduos sólidos são todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (BRASIL, 2010).

O crescimento desordenado das cidades e o intenso acúmulo de resíduos sólidos de diversas categorias contribuíram ao longo dos anos para o aumento da poluição do meio ambiente e danos à saúde pública. Situação que levou autoridades mundo afora a tomarem iniciativas de reaproveitamento sustentável desses resíduos. Segundo Pires (2019, p. 1), “Biossólido é o nome dado ao lodo de esgoto, tratado ou processado, com características que permitam sua reciclagem de maneira racional e ambientalmente segura”. Ou seja, esse lodo de esgoto é todo o resíduo gerado proveniente do tratamento nas estações com finalidade de descarte. O município de Paço do Lumiar possui várias estações de tratamento de esgoto (ETE) que juntas produzem esse lodo em escala significativa sem reaproveitamento sustentável desse resíduo. O lodo de esgoto atualmente tem sua produção cada vez maior em virtude do crescimento das cidades e com a demanda do tratamento de efluente sendo necessário para a não degradação do meio ambiente. Conforme Bettiol e Camargo (2006, p. 27), “A composição do esgoto varia em função do local de origem, ou seja, se proveniente de uma área tipicamente residencial ou tipicamente industrial, e de época do ano entre outros fatores”. Diante do exposto observa-se que existe uma variedade dessa composição que depende da origem desse esgoto, ou seja, doméstico ou industrial. No município de Paço do Lumiar esse esgoto possui características tipicamente domésticas, pois, não possui parque industrial que possa mudar a composição desse esgoto.

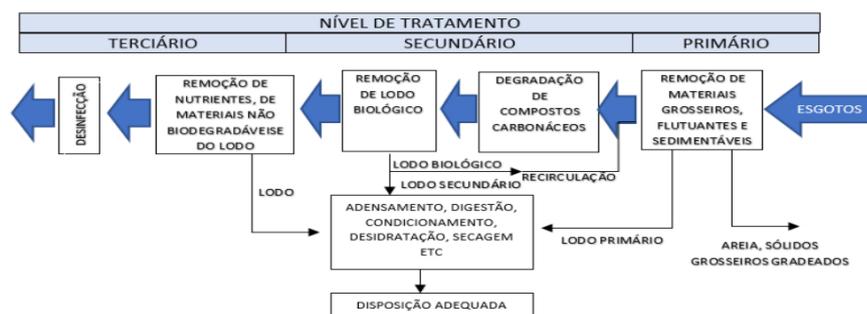
Além das águas usadas em atividades domésticas, também têm acesso a rede coletora aquelas águas provenientes de usos industriais, águas de infiltração etc. No Brasil, usa-se o sistema denominado separador absoluto, que não permite a introdução de águas pluviais, porém, em ocasiões de chuvas sempre ocorre a penetração desse tipo de água por meio de tampões de poço-de-visita, de lançamentos clandestinos etc., atingindo vazões consideráveis. (CAMPOS *et al.*, 1999, p. 5).

Em determinado período do ano por características naturais proveniente das épocas de chuvas esse esgoto possui mudança em virtude do aumento da demanda a ser tratado nas estações.

3.1 Processo de geração e característica do lodo de esgoto

Os processos de tratamento de esgoto nas estações passam por três níveis: Primário, Secundário e Terciário, com cada etapa possuindo funções específicas na separação de materiais e tratamento até a disposição adequada do esgoto.

Figura 1 – Conceito de sistema convencional de tratamento de esgotos



Fonte: Campos *et al.*, 1999, p. 16

Conforme visto na figura acima a geração desse lodo de esgoto primeiramente passa-se por um pré-tratamento onde são retirados os materiais sólidos das grades de retenção desses resíduos, em seguida entra em um poço, onde ficam as bombas submersível sendo bombeado para tanques onde acontece o processo de desintegração de materiais realizada por microrganismos ocorrendo uma decomposição desses materiais, depois são separadas por meio da decantação uma parte líquida que é o esgoto e a outra, após o tratamento, é originado uma substância pastosa escura que é o lodo de esgoto, sendo retirado do tanque via tubulações e em seguida enviado para ressecamento. Campos *et al.* (1999). Conforme Bettioli e Camargo (2006, p. 27), um lodo de esgoto típico apresenta em torno de 40% de matéria orgânica, 4% de nitrogênio, 2% de fósforo, os demais macros e micronutrientes, além de elementos potencialmente tóxicos.

O lodo de esgoto é caracterizado por alterar as propriedades físicas do solo, melhorando sua densidade, porosidade e capacidade de retenção de água. Além disso, melhora seu nível de fertilidade, elevando o pH, diminuindo o teor de alumínio trocável, aumentando a capacidade de troca de cátions (CTC) e a capacidade de fornecer nutrientes para as plantas; e ainda por conter em sua constituição teores elevados de matéria orgânica e de outros nutrientes, promove o crescimento de

organismos no solo, fundamentais para a ciclagem dos elementos (MARTINS, 2015 et al. *apud* MALTA, 2001, p. 68).

Observa-se a complexidade de sua reutilização, buscando assim a composição química adequada desse lodo de modo a saber que não irá causar danos ao solo para a agricultura e sua correta utilização.

4 REAPROVEITAMENTO DO LODO DE ESGOTO PARA FINS AGRÍCOLAS

A destinação agrícola aparece como uma opção ambientalmente sustentável considerando seu reuso no cultivo de plantas, pois, após tratamento seus nutrientes passam a ter características benéficas na agricultura. Conforme Bettiol e Camargo (2006, p. 30), A utilização do lodo de esgoto em solo agrícola tem como principais benefícios, a incorporação dos macronutrientes (nitrogênio e fósforo) e dos micronutrientes (zinco, cobre, ferro, manganês e molibdênio). Ainda conforme Bettiol e Camargo (2006, p. 30), o lodo de esgoto, de modo semelhante às outras fontes de matéria orgânica, aumenta a retenção de água em solos arenosos e melhora a impermeabilidade e infiltração nos solos argilosos e, por determinado tempo, mantém uma boa estrutura e estabilidade dos agregados na superfície. Sua utilização também pode ser aproveitada na construção civil, pois suas características servem como matéria prima para a fabricação de componentes como tijolos e cimentos. Busca-se com essa pesquisa apresentar os meios sustentáveis de reaproveitamento do resíduo gerado nas estações de tratamento de esgoto. Embora num cenário global essa reutilização possua grande relevância, no Brasil ainda não possuem, mesmo com a política nacional de resíduos sólidos e a resolução CONAMA 375, grandes projetos sobre o tema, também apresentar que esse resíduo através de processos de beneficiamento pode ser adaptado para uso na agricultura conforme estudos e projetos já realizados com o objetivo de dar uma destinação sustentável a esse resíduo que hoje apenas é descartado em aterros sanitários, trazendo benefícios à agricultura do município de Paço do Lumiar assim como geração de emprego e renda, considerando que para o beneficiamento desse lodo de esgoto serão necessários investimentos com a implantação.

Ainda segundo dados do INCT ETE's Sustentáveis, alguns países vêm utilizando o lodo de esgoto para esse fim com bons resultados. Países como França e Alemanha já destinam mais de 30% do lodo de esgoto para a agricultura, e os Estados Unidos utilizam mais de 60% do seu lodo para esse fim. O Brasil usa apenas 3% dessa biomassa, e o objetivo de pesquisadores da UFMG e de outras instituições é ampliar significativamente esse percentual. (UFMG, 2018 *apud* INCT ETE'S SUSTENTÁVEIS, 2018, p. 1).

Observou-se que em comparação aos países citados a diferença de reaproveitamento desse lodo no Brasil possui percentuais significativos que mostram a necessidade de mais investimentos e trabalhos científicos para que possamos reaproveitar esse lodo de forma sustentável, agregando valor à sociedade e diminuindo o impacto ambiental do descarte inadequado desse resíduo.

4.1 Legislação e normas regulamentadoras

No Brasil, iniciativas foram tomadas no âmbito legal para que políticas de reaproveitamento desses resíduos através de resoluções como a do CONAMA (Resolução Nº375, de 29 de agosto de 2006), que estabelece:

Art. 1º: Esta Resolução estabelece critérios e procedimentos para o uso, em áreas agrícolas, de lodo de esgoto gerado em estação de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, visando benefícios à agricultura e evitando riscos à saúde pública e ao ambiente. (BRASIL, 2006).

Através de leis federais como a política nacional de resíduos sólidos (lei Nº12. 305, de 02 de agosto de 2010) que alterou a Lei nº9.605, de 12 de fevereiro de 1998; dando outras providências e assim trazendo em seu Art. 3º capítulo XII – “Logística Reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada”. (BRASIL, 2010).

Embora existam políticas de saneamento ambiental como a (lei Nº335 de 09 de outubro de 2006 que dispõe do plano diretor de Paço do Lumiar) que traz no seu título II, capítulo II, Art. 9º: “A Política de Saneamento Ambiental do Município tem como objetivo manter o meio ambiente equilibrado, alcançando níveis crescentes de salubridade, por meio da gestão ambiental, da coleta e tratamento do esgoto sanitário, da drenagem das águas pluviais, do manejo dos resíduos sólidos promovendo a sustentabilidade ambiental do uso e da ocupação do solo.” (PAÇO DO LUMIAR, 2006), o município não possui lei específica que trate do reaproveitamento do lodo de esgoto de forma sustentável. Dessa forma temos um panorama da legislação no âmbito federal, estadual e municipal que trata do passo a passo legal a ser utilizado para reaproveitamento desse resíduo.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este artigo foi composto em etapas, inicialmente por pesquisa bibliográfica que forneceu através de pesquisas científicas e outros materiais referentes ao tema abordado, fundamentação necessária para sua compreensão possibilitando assim que os dados coletados na pesquisa fossem sólidos e relevantes servindo como base para elaboração dessa pesquisa seus processos, caracterização, processo de geração, legislação vigente, debates, reflexões e resolução do tema proposto. Entretanto, como outra etapa desse artigo e assim buscando seu aprimoramento, foi realizada uma pesquisa de campo em estação de tratamento de esgoto a fim de ver o resultado final do processo e geração do resíduo sólido denominado lodo de esgoto. Em prosseguimento a pesquisa de campo, buscamos na empresa detentora da concessão respostas de questionário elaborado sobre o tema abordado. Dessa forma, buscamos demonstrar a realidade do descarte dado atualmente ao lodo de esgoto gerado nas estações de tratamento de esgoto do município de Paço de Lumiar e a proposta de reaproveitamento sustentável desse resíduo na agricultura local.

5.1 Caracterização do campo de pesquisa

O município de Paço do Lumiar possui áreas urbanas e rurais muito densas e populosas onde foi identificado que devido sua expansão novos conjuntos residenciais foram construídos e passaram a compor a estrutura municipal nessas áreas. Também foi identificado durante a pesquisa de campo que a parte rural do município não possui rede de esgoto e conseqüentemente estações de tratamento, exceto, nos conjuntos residenciais construídos no município nos últimos anos que possuem rede de esgoto e estações de tratamento e foram implantados também na área urbana municipal. A pesquisa proporcionou identificar que o conjunto Maiobão, bairro mais populoso do município e conseqüentemente maior gerador de resíduos, possui rede, porém não possui estação de tratamento de esgoto, diante do fato o seu desaguamento ocorre de forma in natura nos rios locais e como consequência sua poluição, danos ao meio ambiente e a saúde pública. Durante pesquisa de campo e visita a estações de tratamento de esgoto (FIGURA 2). Foi observado o processo de tratamento e o resultado final de geração do resíduo proveniente desse tratamento denominado de lodo de esgoto e seu ressecamento (FIGURA 3).

Figura 2 – Estação de tratamento de esgoto (ETE)



Fonte: os autores (2020)

Figura 3 - Lodo em ressecamento natural (Leito de Secagem)



Fonte: os autores (2020)

A figura acima trata-se de um leito de secagem, conforme Lara *et al.* (1999, p. 15):

Os leitos de secagem são caixas com um sistema de drenagem, sobre o qual é colocada uma camada de britas, seguida de camadas de areia. Sobre a areia normalmente são assentados tijolos perfurados capazes de manter a estabilidade mecânica do sistema e ao mesmo tempo permitir a passagem do excesso de água. Os leitos de secagem deságuam e secam o lodo combinando a ação de percolação do excesso de água com a evaporação natural. O lodo ao ser removido apresenta teor de sólidos de 40 a 75 % de acordo com o clima e período de secagem, o que significa um lodo bem concentrado. A condição para seu uso é que o lodo seja bem estabilizado, pois desta forma o lodo será facilmente drenável e não apresentará problemas de odores.

Após todo o processo de tratamento de esgoto, o lodo resultante desse processo é enviado para os leitos de secagem para ressecamento como procedimento final nas estações de tratamento e posteriormente seu descarte ou reaproveitamento.

5.2 Análise dos resultados

Como ferramenta de coleta de dados durante a pesquisa de campo, aplicamos questionário (APÊNDICE A) com a área de gestão responsável pelo tratamento de esgoto na empresa detentora da concessão de serviços de saneamento básico do município de Paço do Lumiar, a fim de obtermos respostas referentes ao tema abordado.

Explanaremos aqui os resultados obtidos com essa pesquisa de campo e suas respostas para melhor compreensão e entendimento do estudo realizado. Ressaltando que o objetivo principal é demonstrar a possibilidade de reaproveitamento sustentável do resíduo sólido chamado de lodo de esgoto gerado nas estações de tratamento na agricultura do município.

Durante a pesquisa de campo e identificação da falta de rede de esgoto e de estações de tratamento em quase todo o município, tomamos como base de visitação uma dessas estações, localizado em um dos condomínios residenciais do município, onde acompanhamos o processo final de geração e disposição desse lodo e a falta de reaproveitamento sustentável desse resíduo.

Buscando respostas para a complexidade do estudo proposto e com o propósito de encontrar os caminhos para a aplicação da ideia, seus possíveis benefícios, investimentos, custos de implantação no que tange o campo empresarial, obtivemos com o questionário aplicado a apresentação de dados que nos permite ter uma visão real dos fatos já explanados nessa pesquisa e o que atualmente será necessário para a realização de um projeto dessa magnitude.

Iniciamos o questionário argumentando sobre o destino dado ao lodo de esgoto com o propósito de confirmarmos os dados levantados durante a pesquisa, obtivemos dessa forma informações sólidas pertinentes ao resultado da pesquisa realizada.

Atualmente, todo o lodo gerado nas estações de tratamento de esgoto (ETE) pertencentes ao município de Paço de Lumiar são direcionados ao processo de desidratação, na sua grande maioria, essa etapa é realizada em leitos de secagem que utilizam do processo de filtragem para redução da considerável parcela de líquido no lodo, e através da secagem por raio solares, remover a parcela úmida remanescente. Outro meio a ser utilizado nas ETE's para desidratação do lodo é a mecânica, que é realizada por meio de um filtro prensa (FIGURA 4) que separa as fases líquida e sólida sob pressão e auxílio de polímeros que aceleram o processo de secagem.

Por ainda não existir estrutura ou projeto que possibilite o reuso desse lodo desidratado, todo material produzido é destinado ao aterro sanitário legalizado por órgãos

ambientais do estado. O transporte é feito por terceirizadas credenciadas a esse serviço, garantindo segurança durante a locomoção e destinação desse material.

Figura 4 – Conjunto filtro prensa/polímeros



Fonte: os autores (2020)

Dando prosseguimento a argumentação e buscando as respostas para a solução do que foi proposto com essa pesquisa científica e tomando como base a legislação federal pela política nacional de resíduos sólidos, lei N°12.305, de 02 de agosto de 2010 e resolução CONAMA 375 de 29 de agosto de 2006, que falam respectivamente do reaproveitamento sustentável de resíduos sólidos e reaproveitamento agrícola desse material. Buscamos junto a empresa detentora da concessão de saneamento do município de Paço do Lumiar se existem estudos ou projetos para reutilização sustentável do lodo de esgoto, tendo como retorno dessa argumentação, importantes informações da proposta inicial desse estudo.

No momento existem apenas estudos de implantação, tal tratativa é devido o início de processo da universalização de esgoto no município. Há apenas uma pequena quantia de bairros e principalmente condomínio que dispõe de rede e tratamento de esgoto, o restante que não possui, utiliza de tratamento individualizado de efluente sanitário, também conhecido como “fossa séptica”. Claro, à medida que se iniciar a implantação de redes de esgotamento e consequentemente estações de tratamento serão promovidas tratativas para geração de lodo, pois o volume gerado será exponencialmente maior que o gerado atualmente.

Ainda sobre o questionário apresentado indagamos no ponto de vista empresarial, o que seria necessário para a implantação desse projeto no município de Paço do Lumiar, considerando os benefícios que posteriormente trariam a sociedade local. Obtivemos dos gestores uma explanação da importância da reutilização sustentável desse resíduo que como já abordado anteriormente, no município apenas é descartado em aterros sanitários. Entretanto, também nos foi explanado a complexidade para a implantação no ponto de vista da legislação e órgãos regulamentadores e o alto investimento para consolidação desse projeto.

Antes de tudo, um estudo prévio deve ser realizado analisando as condições que amparam esse projeto de reaproveitamento agrícola, podemos citar por exemplo, o volume diário gerado, área necessária para implantação, tecnologia para adensamento, digestão, estabilização química, desidratação, compostagem, tratamento térmico além de outras formas de pré-condicionamento do lodo para uma possível reutilização. A aplicação agrícola também deve ser analisada, como utilização e solo agrícola, áreas de reflorestamento, produção de composto ou fertilizante, restauração de terras. Cada critério apresentado tem um peso financeiro e são de extrema importância na definição do projeto de reaproveitamento agrícola.

Além da série de parâmetros e condições estabelecidos pela Resolução CONAMA 375/2006, também deve ser implantado as Unidades de Gerenciamento de Lodo (UGL) que tem por finalidade o recebimento, processamento, caracterização e destinação do lodo produzido, e monitoramento dos efeitos ambientais, agronômicos e sanitários. Essa UGL também deve ser licenciada por órgão ambiental competente, possibilitando a efetiva utilização do lodo gerado durante o processo de tratamento do esgoto sanitário em área agrícola.

Vale frisar, que caso esse resíduo seja utilizado como fertilizante deverá ser observado o disposto no Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004, que regulamenta a Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura. (BRASIL, 2004). Identificamos que o decreto citado sofreu alteração passando a vigorar o Decreto Nº 8.384, de 29 de dezembro de 2014 que altera o Anexo ao Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004, que aprova o Regulamento da Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura. (BRASIL, 2014).

Logo, observa-se que é criterioso a consolidação de um projeto de reaproveitamento agrícola do lodo, esses estudos serão desenvolvidos à medida que se avança no processo de universalização do esgoto no município, permitindo assim, melhor aproveitamento de um dos principais subprodutos gerados durante o tratamento do esgoto sanitário. Porém, para que haja essa universalização é necessário investimentos por parte do governo municipal, estadual e federal e suas parcerias público-privada em infraestrutura e saneamento básico, com projetos e obras na construção de redes e posteriormente de estações de tratamento para suprir o déficit na demanda de coleta e tratamento de esgoto ocorrido atualmente no município. Levando-se em conta que a execução de tais projetos aumentaria consideravelmente a demanda do lodo de esgoto produzido nas estações de tratamento e dessa forma abriria espaço para que os estudos realizados para o reaproveitamento sustentável desse resíduo na agricultura, como a implantação de áreas de recebimento e beneficiamento desse lodo de esgoto, como o proposto nessa pesquisa, tornem-se possíveis e como consequência positiva a diminuição do impacto ambiental, dos danos à saúde pública e sua utilização na agricultura do município de Paço do Lumiar.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa teve como propósito buscar soluções para problemas existentes no nosso dia a dia e que muitas vezes não damos conta ou fingimos que não percebemos, a falta de saneamento básico é um grande gargalo da sociedade trazendo consigo mazelas e grandes danos ao meio ambiente. O propósito principal desse artigo científico foi apresentar a possibilidade de reutilização de um resíduo oriundo de tratamento de esgoto para fins de benefícios para a sociedade do município de Paço do Lumiar em destaque a comunidade rural com o seu uso na agricultura.

Esse estudo nos proporcionou explorar e levantar informações capazes de comparar a deficiência existente do Brasil com outros países no que diz respeito ao reaproveitamento sustentável do lodo de esgoto na agricultura, citando como exemplo a França, Alemanha e Estados Unidos. Esses dados iniciais deixam claro a falta de investimentos e de interesse por parte das autoridades do país em todas as esferas sobre o tema. Procuramos e identificamos através de pesquisas bibliográficas a existência de outros trabalhos referentes ao tema aqui abordado como artigos, seminários, livros e entre outros autores embasamento para a realização desse estudo. Conhecendo a legislação com suas leis, decretos e resoluções em todas as esferas

além de licenciamento, estudos e regulamentações dos órgãos competentes identificamos um longo processo burocrático para a execução do projeto.

Em pesquisa de campo identificamos as principais falhas de saneamento básico existentes no município que surgem como entraves para a realização desse projeto, ainda em campo visitamos estações de tratamento de esgoto e seus processos que nos proporcionou a visualização da geração do lodo de esgoto e seu desaguamento.

Usamos questionário dirigido diretamente à gestão da empresa de tratamento de esgoto do município, no qual obtivemos respostas e posteriormente dados suficientes para entender toda a complexidade para implantação do projeto sugerido por esse artigo científico.

Levando-se em consideração todos os dados obtidos nesse estudo acreditamos que conseguimos expor de forma clara a ideia de reaproveitamento sustentável do lodo de esgoto na agricultura do município. Apresentamos os possíveis benefícios que a implantação e execução desse projeto ocasionariam ao município especialmente ao agricultor e ao meio ambiente.

Entendemos ser possível a implantação de tal projeto entretanto, a pesquisa nos mostrou que para tal realização serão necessários altos investimentos, comprometimento com a sociedade e bom senso das autoridades na infraestrutura, saneamento básico e em todos os setores de uma forma em geral, pois existe uma carência muito grande em todos esses setores identificados no município de Paço do Lumiar.

REFERÊNCIAS

BETTIOL, Wagner; CAMARGO, Otávio Antonio de. **Lodo de esgoto: impactos ambientais na agricultura: projeto com objetivo de fornecer informações sobre o impacto ambiental da utilização do lodo de esgoto para fins agrícolas.** 1. ed. Jaguariúna: Embrapa meio ambiente, 2006.

BRASIL. Decreto N° 4.954, de 14 de janeiro de 2004. Art. 1° Este Regulamento estabelece as normas gerais sobre registro, padronização, classificação, inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas destinados à agricultura. Casa Civil. Brasília, DF. Janeiro 2004. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20042006/2004/decreto/d4954.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%204.954%2C%20DE%2014,agricultura%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs. Acesso em: 15 jun. 2020.

BRASIL. Decreto N° 8.384, de 29 de dezembro de 2014. Art. 1° A ementa do Decreto n° 4.954, de 14 de janeiro de 2004, passa a vigorar com as seguintes alterações: Altera o Anexo ao Decreto no 4.954, de 14 de janeiro de 2004, que aprova o Regulamento da Lei n° 6.894, de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, ou biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas destinados à agricultura. Casa civil. Brasília, DF. Dezembro de 2014. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/decreto/D8384.htm. Acesso em: 15 jun. 2020.

BRASIL. Lei N° 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Casa Civil. Brasília, DF, ago. 2010.

BRASIL. Resolução CONAMA N° 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. Brasília, DF, ago. 2006.

CAMPOS, José *et al.* Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbico e disposição controlada no solo. 1. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2009. p. 5.

CAMPOS, José *et al.* **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbico e disposição controlada no solo.** 1 ed. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

GUIMARÃES, Carvalho. Saneamento básico. UFRJ, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2020.

HISTÓRIA do saneamento básico no Brasil. Inct-ETE's sustentáveis, 2019. Disponível em: . Acesso em: 22 de jun. de 2020.

LARA, Aderlene *et al.* **Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura.** Curitiba: PROSAB, 1999.

MARANHÃO. lei n° 8.923 de 12 de janeiro de 2009. Institui a Política Estadual de Saneamento Básico - PESB, disciplina o convênio de cooperação entre entes federados para autorizar a gestão associada de serviços públicos de saneamento básico, e dá outras providências. São Luis: Palácio do Governo do Estado do Maranhão, 2009. Disponível em: <http://stc.ma.gov.br/legisla-documento/?id=2578>. Acesso em: 22 jun. 2020.

MARTINS, Bruno *et al.* Uso de biossólido na agricultura. Revista Brasileira de Energia Renováveis, Foz do Iguaçu, 2015.

O QUE é saneamento? Trata Brasil, 2019. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/o-que-e-saneamento>. Acesso em: 22 jun. 2020.

PAÇO DO LUMIAR. Lei N° 305, de 09 de outubro de 2006. Dispõe sobre o plano Diretor de Paço do Lumiar, e dá outras providências. Prefeitura Municipal de Paço do Lumiar. Paço do Lumiar, MA, out. 2006.

PIRES, Adriana. **Ambientebrasil – Ambientes.** Lodo de Esgoto, 2019.

SILVA, Antonio Pacheco. História do Saneamento Básico. 6. Reunião do Conselho de Regulação e Fiscalização da AR-ITU, 2016. Disponível em: https://itu.sp.gov.br/wp-content/uploads/2016/ar_itu/conselho_regulacao_fiscalizacao/2016_11_09_6_reuniao_ord_co nsregfis_ar_itu.pdf. Acesso em: 23 de jun. de 2020.

USO do lodo de esgoto na agricultura desafia pesquisadores e empresas. UFMG, Belo Horizonte, 9 de maio 2018. Pesquisa e inovação. Disponível em: <https://ufmg.br/comunicacao/noticias/seminario-na-engenharia-vai-discutir-utilizacao-do-lodo-de-esgoto-na-agricultura>. Acesso em: 23 de maio de 2020.

**APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DIRECIONADO AOS GESTORES DA EMPRESA
DETENTORA DA CONCESSÃO DE SANEAMENTO BÁSICO DO MUNICÍPIO DE
PAÇO DO LUMIAR**

1-Qual a destinação dada a este lodo gerado nas estações de tratamento de esgoto de Paço do Lumiar atualmente?

2-Na empresa a estudos ou projetos para reutilização sustentável desse resíduo conforme a legislação federal e resolução Conama que falam do reaproveitamento agrícola desse material? caso sim, há um período estipulado para a implantação? Caso não, qual seria a justificativa atualmente?

3-Para o reaproveitamento agrícola desse material, o que é necessário no ponto de vista empresarial, realizar um investimento financeiro para que um projeto dessa natureza seja implantado no município?