

FACULDADES INTEGRADAS DE ARACRUZ – FAACZ

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JONATHAN BITTE DOS SANTOS

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA NA FABRICAÇÃO DE TIJOLOS
CERÂMICOS UTILIZANDO LODO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO
DE ÁGUA**

ARACRUZ - ES

2017

JONATHAN BITTE DOS SANTOS

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA NA FABRICAÇÃO DE TIJOLOS
CERÂMICOS UTILIZANDO LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO
DE ÁGUA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil das Faculdades Integradas de Aracruz, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador(a): Prof.(a) MSc. Julimara Zampa Bitti Blank.

ARACRUZ - ES

2017

**FACULDADES INTEGRADAS DE ARACRUZ – FAACZ
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

JONATHAN BITTE DOS SANTOS

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA NA FABRICAÇÃO DE TIJOLOS
CERÂMICOS UTILIZANDO LODO QUÍMICO DE ESTAÇÃO DE TRA-
TAMENTO DE ÁGUA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO APRESENTADO COMO REQUISITO
PARA CONCLUSÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

COMISSÃO EXAMINADORA

Professor (a) MSc Julimara Zampa Bitti Blank (Orientador (a))

Professor Dr. Marcos Roberto Teixeira Halasz (Examinador Interno)

Victor Matheus Bonifácio Alves (Examinador Externo)

11 DE DEZEMBRO DE 2017

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pelo incentivo e apoio incondicional.

A minha esposa, pelo incentivo, paciência e amor imensurável em toda minha trajetória, sem deixar de citar ao grande amor da minha vida a minha filha que é minha inspiração e motivação para superar desafios.

À minha prima Márcia Carla pelo apoio.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte dessa caminhada profissional, o meu muito obrigado.

RESUMO

A destinação do lodo gerado em estações de tratamento de água em boa parte é descartada em rios ou aterros sanitários. Com isso, geralmente nas grandes cidades as condições para se conseguir licenciamento ambiental para esse fim requerem grande investimento de recursos na logística e esses investimentos aumentam a cada ano. A busca por métodos de disposição ou reaproveitamento alternativo vem levantando interesse. Algumas dessas operações envolvem um alto custo de investimento e operação, já que deve ser levado em consideração o transporte até um aterro sanitário adequado. Neste contexto o reaproveitamento do lodo para fabricação de tijolos cerâmicos torna-se uma alternativa interessante e inovadora por apresentar baixo custo de investimento e pode ser considerada ecologicamente correta. Diante do exposto, esta pesquisa visa: caracterizar o lodo gerado na ETA da sede do município de Aracruz com base em análise e avaliar a utilização do lodo para confecção de tijolos cerâmicos. O estudo sobre o lodo gerado na ETA da estação de tratamento de água da sede do município de Aracruz visando a caracterização do mesmo teve o resultado de resíduo classe II A não inerte, com isso foram realizadas a fabricação dos tijolos com lodo na composição e submetidos aos testes de compressão em laboratório, aonde nas condições de cura ideal e cozimento em forno com o tempo de 24 horas, o resultado foi satisfatório tendo em vista que o tijolo suportou a carga de 1,438 MPA sendo que a carga mínima recomendada que é de 1MPA.

Palavras chave: Destinação do lodo, estação de tratamento de água (ETA), reaproveitamento.

ABSTRACT

The destination of the sludge generated in water treatment plants is largely discarded in rivers or landfills. Thus, in large cities generally the conditions for obtaining environmental licensing for this purpose require large investment of resources in logistics and these investments increase each year. The search for methods of disposal or alternative reuse has been raising interest. Some of these operations involve a high cost of investment and operation, since transport to an appropriate landfill must be considered. In this context, the reutilization of sludge for the manufacture of ceramic bricks becomes an interesting and innovative alternative because it presents low investment cost and can be considered ecologically correct. In view of the above, this research aims to: characterize the sludge generated in the ETA of the city of Aracruz based on analysis and evaluate the use of sludge for the manufacture of ceramic bricks. The study on the sludge generated in the ETA of the water treatment plant at the headquarters of Aracruz municipality aiming the characterization of the same had the result of non-inert class II A residue, with this the fabrication of the bricks with mud in the composition was carried out and submitted to the compression tests in the laboratory, where in the conditions of ideal cure and oven cooking with the time of 24 hours, the result was satisfactory considering that the brick supported the load of 1,438 MPA being that the minimum recommended load that is of 1MPA.

Key words: Disposal of the sludge, water treatment plant (ETA), reutilization.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – MÉTODOS DE DISPOSIÇÃO DO LODO.....	21
FIGURA 2 – LOCALIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO, ENSAIOS DE DESAGUAMENTO, FABRICAÇÃO DOS TIJOLOS	23
FIGURA 3 – COLETA DO LODO	23
FIGURA 4 – CONFECÇÃO DOS TIJOLOS CERÂMICOS	24
FIGURA 5 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	25
FIGURA 6 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	25
FIGURA 7 – CONDICIONAMENTO DO LODO	27
FIGURA 8 – LEITO DE SECAGEM PARA DESAGUAMENTO	28
FIGURA 9 - LEITOS DE SECAGEM 1 E 2.....	29
FIGURA 10 - LEITO DE SECAGEM 1.....	29
FIGURA 11 - LEITO DE SECAGEM 2.....	30
FIGURA 13 - LEITO DE SECAGEM 1 COM 12% DE TEOR DE SÓLIDOS...30	
FIGURA 14 - LEITO DE SECAGEM 2 COM 80% DE SÓLIDOS.....	31
FIGURA 15 - AMOSTRA DE LODO COM 80% DE SÓLIDOS.....	32
FIGURA 16 - MOLDE DE MADEIRA.	
FIGURA 17 - MOLDE INOX	33
FIGURA 18 - SOCADOR PARA COMPACTAR.	34
FIGURA 19 - TIJOLOS AGUARDANDO SECAR	35
FIGURA 21 - TIJOLO COM ARGILA PURA.....	38

FIGURA 22 - AMOSTRA APÓS 12H NO FORNO.	
FIGURA 23 - ROMPIMENTO COM 0,7626 MPA	39
FIGURA 24 - TIJOLO COM 15% DE LODO	40
FIGURA 26 - TIJOLO COM 20% DE LODO	
FIGURA 27 - ROMPIMENTO COM 0,3927 MPA	41
FIGURA 28 - TIJOLO COM 30% DE LODO	42

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO LODO DE ETA. .	16
TABELA 2 – PARÂMETROS QUE AFETAM O MANUSEIO DO LODO DE ETA	17
TABELA 3 – CARACTERÍSTICA DO POLÍMERO TESTADO	26
TABELA 4 – CONDIÇÕES DO DESAGUAMENTO.....	28
TABELA 5 – TABELA DE AMOSTRAS.	35
TABELA 6 – RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO DE TIJOLOS NBR 15270- 3/2005.	37
TABELA 7 – CLASSIFICAÇÃO DO TIJOLO CONFORME ENSAIOS.....	42

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
3. OBJETIVOS.....	11
3.1. OBJETIVO GERAL	11
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
4. REFERÊNCIAL TEÓRICO	12
4.1. POLUIÇÃO AMBIENTAL	12
4.1.1. GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	13
4.2. RESÍDUOS PROVENIENTES DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA). 14	
4.3. CLASSIFICAÇÕES DO RESÍDUO SÓLIDO CONFORME ABNT	15
4.4. CARACTERÍSTICAS DO LODO GERADO EM ETA.....	16
4.5. MÉTODOS DE DISPOSIÇÃO DO LODO	18
4.5.1. RECICLAGEM	18
4.5.2. REUTILIZAÇÃO DE LODO DE ETA EM TIJOLOS ECOLÓGICOS	19
4.5.3. UTILIZAÇÃO DO LODO EM MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL.....	19
4.5.3.1 FABRICAÇÃO DO TIJOLO CERÂMICO MACIÇO DE ARGILA.....	20
4.5.5. ATERRO SANITÁRIO.....	20
4.6. LEGISLAÇÃO	22
5. METODOLOGIA	23
.....	24

5.1. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO	24
5.2 CARACTERIZAÇÃO DO LODO	26
5.3. COLETA DO LODO	26
5.3.1. CARACTERÍSTICA DO POLÍMERO UTILIZADO NO ENSAIO.	26
5.3.2. PREPARAÇÃO DA SOLUÇÃO DE POLÍMERO.....	26
5.3.3. DETERMINAÇÃO DE TEOR DE SÓLIDOS.....	27
5.3.4. CONDICIONAMENTO DO LODO PARA DESAGUAMENTO NATURAL.	27
5.3.5. CONDIÇÕES DE DESAGUAMENTO.....	28
5.3.5.1 DESAGUAMENTO DO LODO.....	29
5.4. CONFECÇÃO DO TIJOLO CERÂMICO.	31
5.4.1. AMOSTRA DE LODO.	32
5.4.2. MOLDES PARA CONFECÇÃO.	33
5.4.2.1. MOLDES DE MADEIRA E INOX.	33
5.4.3 MOAGEM DO LODO.....	34
5.4.4 FABRICAÇÃO DO TIJOLO	34
5.4.4.1 TIJOLOS APÓS FABRICAÇÃO.	35
5.4.5 ENSAIO DE COMPRESSÃO	36
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
7. CONCLUSÃO	43
7.1. SUGESTÕES	44

REFERÊNCIAS	45
ANEXO A - LAUDO SOBRE A CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO GERADO PELA ETA.	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A: outros aditivos, tal como o polímero (mg/L)

S: Sólidos secos precipitados em Kg/m³

C: Cor da água bruta, uH

T: Turbidez da água bruta, NTU

D: Dosagem de coagulante, mg/L;

ETA: Estação de tratamento de água;

DBO: Demanda bioquímica de oxigênio;

DQO: Demanda química de oxigênio;

AWWA: American Water Work Association;

SST: Sólidos suspensos totais;

1. INTRODUÇÃO

No processo de tratamento de água realizado pelas empresas de saneamento, são utilizados produtos químicos na água bruta captada, o que leva a geração de resíduos em decorrência das impurezas presentes na água (BARROSO; CORDEIRO; ACHON, 2013).

Essa geração de resíduo na ETA, é um desafio para as empresas do setor. O lodo é gerado no processo de purificação da água, no qual é adicionado um floculante específico que é o sulfato de alumínio, para que ocorra o ligamento das partículas pequenas gerando flocos grandes e sedimentáveis, com a sedimentação desse material no decantador, a disposição dos resíduos sólidos resume-se a fazer o descarte e condicionar o lodo acumulado no decantador (OMOTO, 2009).

Segundo Santos (2012) o reaproveitamento do lodo é uma maneira de dar um uso para o que seria encarado como lixo, podendo ser reaproveitado como parte da matéria prima utilizada para a confecção de materiais cerâmicos, como por exemplo, tijolos ecológicos.

Após caracterização e testes para reutilização do lodo na confecção de tijolos ecológicos, em geral pode-se evitar um impacto ambiental de suma importância, como por exemplo, minimizar a exploração de jazidas de argilas para produção desses tijolos. Com isso a diminuição da degradação ambiental será bem relevante para o meio ambiente (BOSCOV, 2008).

Sobre a importância da água para a saúde e para a vida no planeta se sabe muito. Que é um componente imprescindível para os ecossistemas também não há dúvidas.

A distribuição da água limpa e tratada para a população de acordo com a ONU é um direito fundamental para o ser humano (GIRALDO. et. al, 2012).

Os rios e mananciais aonde são captados a água tem sido, cada vez mais castigados com a poluição, em decorrência do crescimento da população a sua volta e com isso a qualidade da água bruta captada tem piorado, ou seja, mais produtos são uti-

lizados para o devido tratamento e como consequência, observa-se o acréscimo na geração de resíduos nas ETAs, podendo ser citados: lodos gerados em decantadores e água de lavagem dos filtros (CORDEIRO, 2001).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Estudar a utilização do lodo da descarga de decantadores da estação de tratamento de água da sede do município de Aracruz/ES na fabricação de tijolos cerâmicos.

3.2. Objetivos específicos

- a) Caracterizar o resíduo da descarga dos decantadores, conforme ABNT 10004, 10005 e 10006;
- b) Avaliar a viabilidade técnica para reaproveitamento do lodo na fabricação de tijolos cerâmicos;
- c) Fabricar tijolos cerâmicos com lodo na composição, realizar testes de resistência a compressão e comparar os resultados.

4. REFERÊNCIAL TEÓRICO

4.1. Poluição ambiental

O crescimento econômico e o aumento populacional são acompanhados pelo aumento do consumo da população, como consequência direta desses processos, vem ocorrendo um aumento na produção de resíduos sólidos, tanto em quantidade como em diversidade, principalmente nos grandes centros urbanos.

Além do acréscimo na quantidade, os resíduos produzidos atualmente passaram a conter em sua composição produtos químicos perigosos como por exemplo o sulfato de alumínio aos ecossistemas e à saúde humana. Com isso, boa parte dos resíduos produzidos atualmente não possui destinação sanitária e ambientalmente adequada. A tecnologia específica é utilizada de modo a minimizar os impactos ambientais e os danos ou riscos à saúde humana (GOUVEIA e NELSON, 2012).

Carvalho (2004), diz que a educação ambiental é parte fundamental da existência do ser humano como indivíduo e sociedade, a compreensão do ser humano sobre a natureza a sua volta e como ela é parte integrante do meio em que vivemos é de suma importância para se perpetuar a vida no planeta, essa noção de cuidar é uma das faces da cultura regional em que o indivíduo está inserido, ou seja, a sociedade a sua volta tendo o pensamento de diminuir ao máximo os impactos causados por ela, a sua volta aumentam as características históricas da natureza no meio em que vivem.

Com isso o tema da sustentabilidade compara-se com o modelo de “sociedade de risco”. A importância junto com a necessidade de se multiplicar as boas práticas sociais baseadas no enaltecimento do direito ao acesso à informação e à educação ambiental em uma perspectiva complementada. E também demanda aumentar o poder das iniciativas baseadas no princípio de que um maior acesso à informação e transparência na administração dos problemas ambientais urbanos pode implicar a

reorganização do poder e da autoridade sobre esse tema, com acesso a informação o indivíduo pode ter acesso aos meios para poder cobrar mais das iniciativas tanto privadas quanto públicas sobre ações para se reduzir os impactos ambientais (JACOBI, 2003).

O maior problema está na parte do descarte do resíduo sólido já que ao contrário de outros resíduos a capacidade de dispersão dele é bem menor que os outros. Em relação aos resíduos sólidos pode se considerar que possuem valor econômico agregado, ou seja, possibilitam reaproveitamento no próprio processo produtivo (DEMAJOROVIC e JACQUES, 1995).

4.1.1. Gestão dos Resíduos Sólidos

A agenda 21 é um documento assinado em 14 de junho de 1992, no Rio de Janeiro, por 179 países, resultado da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – Rio 92, podendo ser definida como um “instrumento de planejamento participativo visando o desenvolvimento sustentável”, levanta a prática dos 3Rs (Reduzir, Reutilizar e Reciclar) como uma ação muito importante na etapa de gestão desse resíduo gerado em diversas etapas do cotidiano do ser humano seja em casa ou em outras fontes geradoras, com isso surgiu um termo que é logística reversa que é um instrumento de desenvolvimento econômico e social, caracterizado por ações destinadas a facilitar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos aos seus geradores, para que sejam tratados ou reaproveitados em novos produtos, na forma de novos insumos, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, visando a não geração de rejeitos (MARCHI, 2011).

Segundo Zanta (2003) a gestão integrada desses resíduos é parte fundamental das tratativas que podem ser seguidas para se trabalhar de forma adequada minimizando os impactos, ou seja, devem ser definidas etapas para o processo de gestão que em sua maioria engloba a geração e disposição final, a participação maciça das partes tanto geradoras e que tratam o resíduo deve ser muito bem sincronizada entre elas que são: governo, iniciativa privada e a sociedade civil organizada.

4.2. Resíduos provenientes de estações de tratamento de água (ETA).

A necessidade de atender a população com água tratada e em paralelo o crescimento da população fez com que o volume no tratamento de água aumentasse muito com o passar dos anos, nesse contexto as ETA's tiveram que se comportar como indústrias no que diz respeito ao processo de modo geral, ou seja, foram caracterizadas várias linhas de processo e diversos produtos aplicados para geração de um produto final que é a água. Com isso os órgãos ambientais começaram a se preocupar quanto ao resíduo gerado desse processo e os impactos que poderiam trazer para o meio ambiente se disposto em locais impróprios devido aos produtos químicos utilizados para o tratamento da água (ACHON, 2008).

Segundo Iwaki (2017) destaca que o reaproveitamento de lodo pode ser utilizado de várias formas, podendo ser na confecção de materiais de construção de forma generalizada pode ser benéfica tanto para o gerador quanto para a empresa que vai utilizá-lo, ou seja, se faz necessário um levantamento de custos para as possíveis disposições tanto em aterro sanitário quanto para reaproveitamento.

Os resíduos gerados devem sofrer uma caracterização conforme a região aonde é coletada a água, pois as características locais podem influenciar na melhor forma de descarte, após a caracterização desse resíduo pode ser cogitada as disposições tanto em aterros sanitários quanto para confecção de tijolos cerâmicos ou telhas cerâmicas (TEIXEIRA, 2006).

Silveira (2012) ressalta que as mudanças dos valores de concentração de sólidos nos lodos de ETA's podem ocorrer em função das características da água bruta, a tecnologia de tratamento adotada, a duração do intervalo de lavagem de decantadores e filtros, além do coagulante utilizado para realizar o tratamento.

4.3. Classificações do Resíduo sólido conforme ABNT

De acordo com a NBR-10.004 (ABNT, 2004), os lodos gerados em estações de tratamento de água são denominados como resíduos sólidos e podem ser classificados como resíduo perigoso classe I ou Resíduo não Perigoso Classe II e ainda podem ser subdivididos como veremos a seguir.

Na classificação de não perigoso, os resíduos de classe II são subdivididos em resíduos de classe II A (não inertes) e resíduos de classe II B (inertes).

Os resíduos perigosos podem ser definidos como sendo aqueles que constam nos anexos A (Resíduos perigosos de fontes não específicas) ou B (Resíduos perigosos de fontes específicas) ou ainda se possuem características de Inflamabilidade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.

A NBR-10.004 (ABNT, 2004) tem como propósito classificar os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que estes resíduos possam ser gerenciados de maneira correta.

Para realização da classificação do resíduo segundo parâmetros da NBR-10.004 é fundamental a aplicação do ensaio de solubilização que é utilizado para diferenciar os resíduos de Classes IIA e IIB e o ensaio de lixiviação tem o objetivo de determinar o comportamento de uma substância face aos fenômenos físico-químicos que ocorrem durante a percolação, e caracteriza a periculosidade e toxicidade de um resíduo, para efeito de controle dos resíduos perigosos (Classe I).

Considera-se como lodo de uma estação de tratamento de água o resíduo constituído principalmente de água e sólidos suspensos, originalmente contidos na fonte de

água, somados aos produtos resultantes da aplicação de produtos químicos nos processos de tratamento (RICHTER, 2001).

O lodo proveniente do sulfato de alumínio apresenta uma pequena proporção de biodegradabilidade e suas principais características são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Características Físico-Químicas do lodo de ETA.

ST (%)	Al ₂ O ₃ .5H ₂ O (%)	IN (%)	M.O (%)	pH	DBO (Mg/L)	DQO (Mg O ₂ /L)
0,1 - 4	15 - 40	35 - 70	15 - 25	6 - 8	30 - 300	30 - 5.000

ST – Sólidos Totais, M.O – Matéria Orgânica, IN – Inorgânicos

Fonte: RICHTER (2001)

Segundo a resolução nº 357 (posteriormente foi substituída pela 430/2011) do Conselho Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 2005) determinam as condições que devem ser cumpridas para o lançamento de efluentes de qualquer fonte poluidora, direta ou indiretamente nos corpos d'água. Tais condições impedem o lançamento, sem prévio tratamento, do lodo produzido nas ETA's, devido à grande concentração de sólidos sedimentáveis presentes neste resíduo.

4.4. Características do Lodo Gerado em ETA

A tecnologia de tratamento adotada, a duração do intervalo de lavagem de decantadores e filtros, além do coagulante utilizado para realizar o tratamento são importantes no acúmulo de sólidos (SILVEIRA, 2012).

Segundo Haak (2011), dentre os principais parâmetros que afetam o manuseio, a densamento e desaguamento do lodo em uma estação de tratamento de água, são apontados na Tabela 2.

Tabela 2 – Parâmetros que afetam o manuseio do lodo de ETA

Parâmetros	Parâmetros
Concentração de sólidos	Deve-se a resíduos sólidos orgânicos ou inorgânicos provenientes da água bruta.
Resistencia Específica	É o ensaio utilizado para determinar maior ou menor resistência à passagem do líquido através de uma massa sólida, o que mostra a facilidade ou não de desaguamento do lodo.
Compressibilidade	Os lodos dos decantadores são geralmente compressíveis de tal forma que quanto maior a pressão aplicada, maior é a resistência à desidratação.
Distribuição do tamanho das partículas do lodo	Com base na teoria da filtração, a resistência do lodo à filtração é função do tamanho da partícula do floco no lodo, existindo assim uma relação entre a resistência específica e o tamanho das partículas. A adição de condicionantes químicos favorece o aumento do tamanho das partículas, diminuindo a resistência específica à filtração, o que facilita o seu desaguamento.

Fonte: Adaptado de Haak, (2011)

4.5. Métodos de Disposição do lodo

As formas de tratamento e disposição podem variar de acordo com a necessidade da localidade e a disseminação da ideia de reintroduzir o resíduo gerado em um determinado processo de fabricação em matérias primas de um novo ciclo, com isso podemos as seguintes formas de tratamento (AMBIENTAL, 2017):

4.5.1. Reciclagem

Segundo Iwaki (2017) o aproveitamento do lodo em diversas formas de processos está sendo estudada e analisada conforme a região e custos empregados para esse fim, podendo ser aproveitados em:

- Fabricação de tijolos e cerâmicas.
- Produção de agregado leve para construção civil.
- Produção de cimento.
- Reaproveitamento agrícola.
- Fertilizante orgânico e compostagem.
- Recuperação de solos degradados.

A incorporação do lodo na fabricação de produtos cerâmicos como telhas, tubos, tijolos e lajotas, tem-se mostrado uma alternativa viável de destinação adequada.

O lodo é adicionado ao processo durante a etapa de preparação da massa cerâmica e auxilia na correção de umidade. Isso pode ser feito manualmente, com pás carregadeiras, ou em olarias utilizando-se equipamentos apropriados, pode-se adicionar também as cinzas do lodo ao processo produtor de cimento reduz o custo de produção e, como o cimento é o componente mais caro do concreto, também reduz os custos deste item indispensável na construção civil. É possível substituir 35% do consumo de cimento Portland por lodo calcinado entre temperaturas de 700°C a 800°C (IWAKI, 2017).

4.5.2. Reutilização de lodo de ETA em tijolos ecológicos

MOTHÉ et.al. (2004) observando as incorporações de lodo de ETA em tijolos ecológicos, após desidratação, os autores citaram a probabilidade de se misturar o lodo com argila em proporções até teores que não afetem a qualidade do produto final. Estudos realizados em San Jose, Califórnia (AWWA, 1990), expressaram a possibilidade de misturar 90% de lodo gerado numa ETA que utilizava sulfato de alumínio como coagulante com 10% de argila para produzir um tijolo, desde que o lodo estivesse completamente seco.

Se o teor de umidade fosse 40%, 45% de lodo poderia ser incorporado ao tijolo, e se fosse 75% de umidade, somente 10% da massa poderia ser constituída de lodo de ETA. Estes estudos revelam também, que a secagem ao ar livre era uma forma adequada para reduzir a umidade do lodo.

Conseguia-se num período de poucos dias, um teor de sólidos de 60 a 80% num lodo que apresentava um teor de 25%, deixando-o ao ar livre, em pilhas de 2,5 a 7,5 cm de altura no máximo, sendo este resolvido frequentemente.

4.5.3. Utilização do Lodo em Materiais de Construção Civil.

Segundo Oliveira e Holanda (2008) o resíduo de ETAs, quando, seco pode ser classificado como um resíduo sólido rico em argilominerais dependendo da região aonde a água é captada, Silte e areia, com composição semelhante as das argilas comuns usadas em cerâmica vermelha, tendo sido classificado como não inerte classe II A. Este tipo de resíduo pode ser avaliado como uma matéria prima alternativa para fabricação de produtos de cerâmica vermelha (tijolos ecológicos, blocos cerâmicos e telhas).

Em geral, ficou demonstrado que a utilização para confecção de matérias que tem como base a cerâmica vermelha pode ser um destino final seguro para a reciclagem deste abundante resíduo (OLIVEIRA; HOLANDA, 2008).

4.5.3.1 Fabricação do Tijolo Cerâmico Maciço de Argila.

Sabbag (2003) realizou o estudo de reutilização de lodo da ETA de Cubatão em misturas de argilas para produção de blocos cerâmicos. O lodo pode ser incorporado em até 12,5% à massa de argila, em função dos valores obtidos de resistência à compressão dos blocos idênticos aos produzidos somente com argila, com baixa retração e resistência à compressão dentro dos limites estabelecidos pela ABNT NBR 7171/95.

Nos ensaios realizados neste trabalho foi utilizada a nova ABNT NBR15270-2 de 2005 que estipula as dimensões adequadas e a classificação dos tijolos com base em ensaios de compressão, já a ABNT NBR 7171/95 foi cancelada e substituída pela ABNT NBR15270-2/2005.

No trabalho de aproveitamento de lodo em cerâmica vermelha desenvolvido por Paixão (2005), cujo objetivo foi testar a incorporação de lodo em massa cerâmica para verificar a interação e possibilidade de utilização do resíduo como forma de destinação final, observou-se que, com a adição do lodo na mistura de argila, produziram-se alterações das propriedades mecânicas em comparação aos corpos cerâmicos produzidos somente com argilas puras.

4.5.5. Aterro Sanitário

Conforme (ABNT, 2004), os resíduos podem ser definidos de forma prática, como toda matéria descartada ou rejeitada, durante os processos industriais, comerciais, doméstica entre outras, podendo ser definidos também como produtos que não tem reutilização definida e com isso é necessário o descarte.

Todos os resíduos devem ser dispostos de maneira a não causar impactos deletérios no meio ambiente. A disposição em aterros é a destinação mais frequente dos resíduos sólidos e semissólidos em todos o mundo. Os aterros para resíduos sólidos urbanos são denominados aterros sanitários. Os aterros de resíduos industriais classificam-se em Classe I ou II, de acordo com a classificação dos resíduos. Os estéreis são geralmente dispostos em pilhas, e os rejeitos, em bacias formadas por barragens ou diques (ABNT, 2004)

Segundo Boscov (2008) a periculosidade deve ser determinada através de ensaios de lixiviação e dissolução, após esses ensaios determinarem a característica do lodo gerado, se determina o tipo de aterro que será descartado, o material geralmente é desidratado e sem escoamento de líquido livre.

As formas de descarte do lodo desidratado em aterros são:

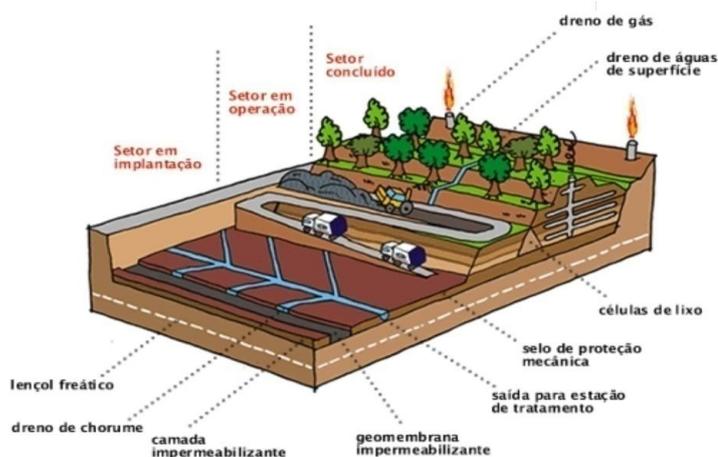
- Depósitos em valas ou na superfície do terreno, em áreas cercadas por diques;
- Descarte juntamente com resíduos sólidos urbanos ou industriais;
- Utilização como cobertura diária de aterros sanitários;

A reutilização reduz custos e impactos ambientais ligados ao lodo gerado em ETAs, podendo ser dada uma destinação viável da seguinte forma:

- Material para base de pavimentos, misturado a pedras e cascalhos;
- Fabricação de cimento;
- Fabricação de materiais cerâmicos (tijolos e telhas)

Ainda segundo Buscov (2008) a substituição da argila na confecção de materiais cerâmicos necessita de pesquisas para a comprovação de desempenho favorável a real utilização, caso seja utilizado para esse fim vira a diminuir o impacto ambiental, reduzir custos quanto à disposição, a diminuição da exploração de jazidas de argila e evitará o descarte em aterros.

Figura 1 – Métodos de Disposição do lodo



Fonte: Ambiental (2017).

4.6. Legislação

A Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010, instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que dispõe diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos. Também identifica as responsabilidades dos geradores de resíduos e do poder público. Foi regulamentada pelo Decreto 7.404, de 23 de dezembro de 2010, que também criou o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa.

Os principais objetivos dessa lei são:

- Proteção da saúde pública e da qualidade ambiental estimulando padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços com desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas.
- Não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.
- Gestão integrada dos resíduos sólidos que busca compartilhar a responsabilidade pelo ciclo de vida dos produtos, envolvendo todos da cadeia de comercialização, como fabricantes, distribuidores, consumidores e órgãos públicos.
- Incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados.
- Incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético.

Considerando que um dos objetivos principais dessa Lei é o reaproveitamento dos resíduos sólidos, então se for implantado um sistema de disposição em empresas que possam fazer uso desse resíduo como matéria prima na produção de outros produtos sem que este degrade ou polua o meio ambiente essa ação pode fazer

parte fundamental de uma boa gestão de resíduos sólidos no município (CONAMA, 2017).

5. METODOLOGIA

O ensaio de desaguamento, fabricação dos moldes, dos tijolos e ensaios de resistência a compressão foram inicialmente desenvolvidos na Estação de Tratamento de Água da Sede do município de Aracruz e no laboratório da FAACZ conforme apresentado nas figuras abaixo.

Figura 2 – Localização do local de estudo, ensaios de desaguamento e fabricação dos tijolos.

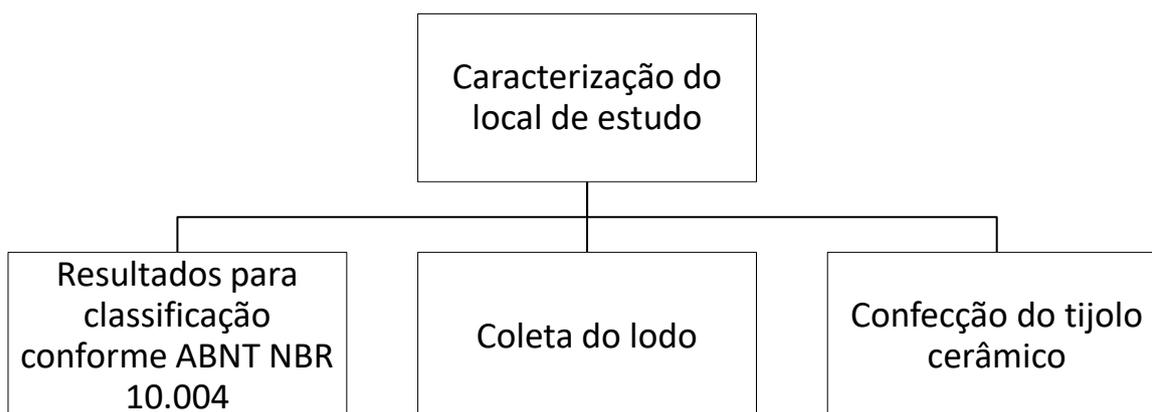


Figura 3 – Coleta do Lodo

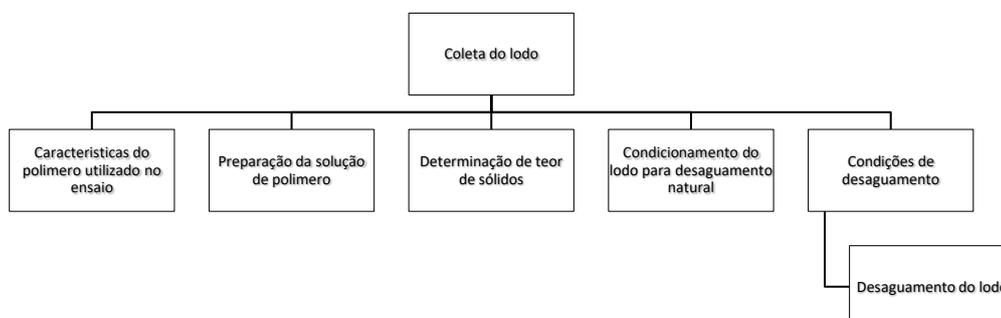
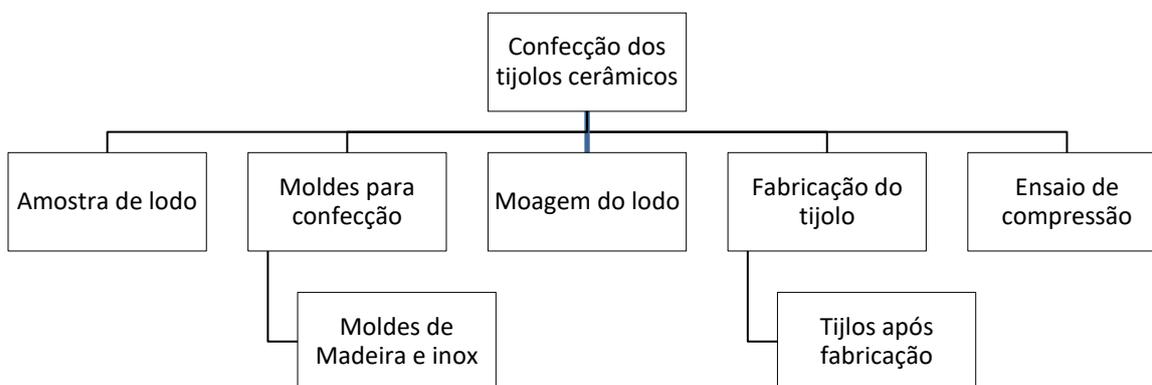


Figura 4 – Confeção dos tijolos cerâmicos



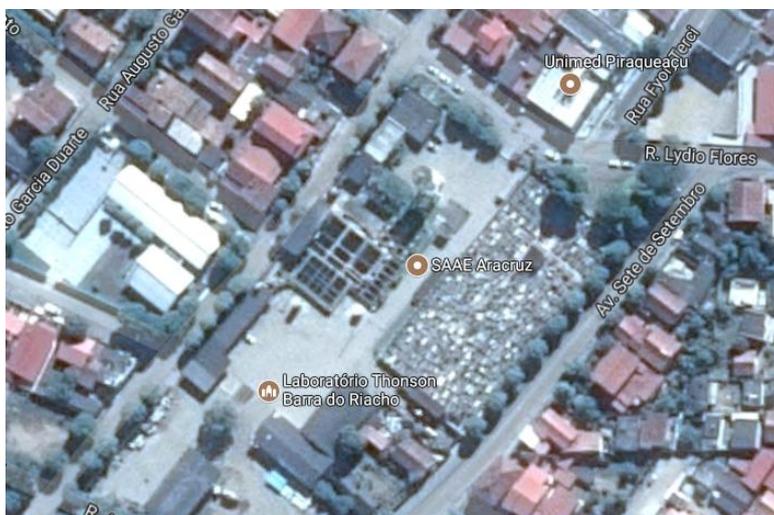
5.1. Caracterização do Local de Estudo

O estudo foi executado no município de Aracruz, localizado no norte do estado do Espírito Santo, utilizando dados técnicos do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) referente a Estação de Tratamento de Água da Sede de Aracruz.

A estação de tratamento de água opera, em média, 24h/d, sobre uma estrutura de tratamento composta por 01 calha parshall, 12 flocladores hidráulicos, 04 decantadores, 12 filtros autolaváveis descendente. A estação de tratamento de água produz cerca de 15.000 m³ de água tratada por dia, com vazão média de 173 L/s.

Os produtos químicos utilizados no processo são: Sulfato de Alumínio, com a função de agente coagulante, Cal Hidratado com a função de alcalinizante e cloro liquefeito como desinfetante, ácido fluossilícico para fluoretação da água, além de ortopolifosfato com a função de agente complexante.

Figura 5 – Localização da área de estudo.



Fonte: Google.maps (2017)

Figura 6 – Localização da área de estudo.



Fonte: SAAE/Aracruz

5.2 Caracterização do Lodo

Conforme (ABNT NBR 10.004, 2004) o laudo foi fornecido pelo SAAE (Conforme Anexo A), aonde foi contratada uma empresa para realizar os testes, foi caracterizado como classe II A – não inerte.

5.3. Coleta do Lodo

5.3.1. Característica do Polímero utilizado no Ensaio.

O polímero utilizado foi o fornecido pelo SAAE da marca SNF Floerger conforme apresentado na tabela 7.

Tabela 3 – Característica do polímero testado

Polímero	Carga	Densidade de carga	Peso Molecular	Faixa Peso Molecular (x 10 ⁶ Daltons)
FO 4290 SH	Catiônico	Baixa-média	Alto	5,5 a 9

Fonte: SNF Floerger

5.3.2. Preparação da Solução de Polímero.

O procedimento para preparação do polímero foi o mesmo realizado por (ALVES, 2017).

O polímero utilizado foi sob a forma de um sólido granular branco, e, para utilização nos testes, foi preparada solução a 0,2% m/v. Foi preparado 2 litros de polímeros agitado a uma rotação de 150 rpm por 1 hora.

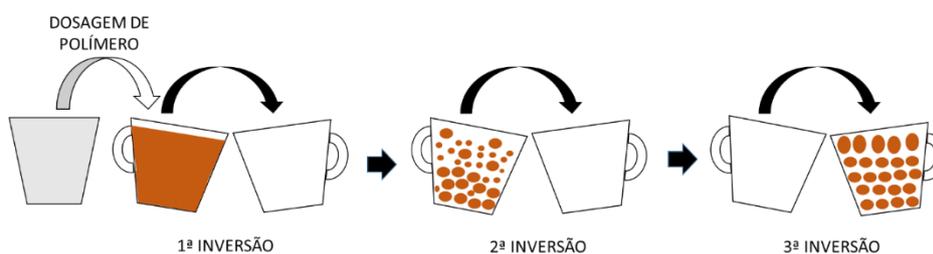
5.3.3. Determinação de Teor de Sólidos.

Antes de realizar o ensaio de desaguamento, foi determinado o teor de sólidos totais após filtragem, pesagem e seco por 24h e verificado a variação de peso (AWWA, 1998).

5.3.4. Condicionamento do Lodo para Desaguamento Natural.

Para execução do condicionamento químico, foi utilizada a metodologia proposta por (Alves;2012), onde inicialmente foi realizada a coleta do lodo do decantador da estação de tratamento de água da Sede de Aracruz/ES, e na sequência foi realizado o condicionamento do lodo utilizando dois baldes de 20 litros cada, em que foi adicionado o polímero e realizado 03 inversões, conforme esquema ilustrativo apresentado na Figura 4:

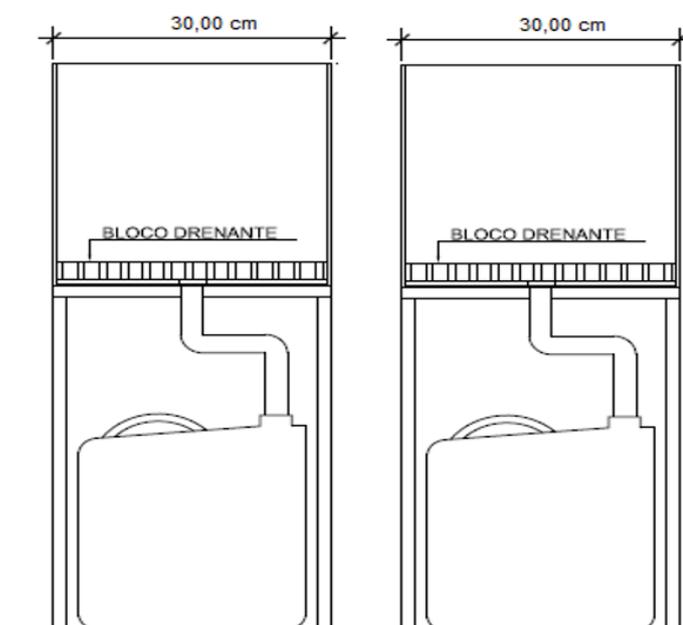
Figura 7 – Condicionamento do Lodo



Fonte: Alves (2017).

Realizado o condicionamento do lodo, foi disposto em dois leitos de secagem em formato retangular para condicionamento do lodo, nos leitos foram inseridos blocos drenantes para execução do desaguamento natural, composta também de dois recipientes conectados por tubos para receber a água após o processo de desaguamento conforme apresentado na Figura 5.

Figura 8 – Leito de secagem para desaguamento



Fonte: Adaptado de (Alves; 2017)

5.3.5. Condições de Desaguamento

O lodo desaguado apresentou teor de sólidos suspensos totais de 2,7% e para isso foram utilizadas as condições para o Leito I de 2,65 mg pol./g SST e para o leito II de 5,30 mg pol./g SST. De acordo com Di Bernardo, Dantas e Voltan (2012) é desejável que se tenha um teor de SST no lodo adensado de no mínimo 2% e dosagem de polímeros entre 2 a 5 mg pol./g SST, as demais condições são apresentadas na tabela 4.

Tabela 4 – Condições do Desaguamento

Leito	Volume de Lodo (L)	Altura de Lodo (m)	Quantidade de Polímero (L)
I	28,00	0,14	1,00
II	14,00	0,07	1,00

Fonte: Experimento desaguamento

5.3.5.1 Desaguamento do Lodo.

Para o desaguamento foram utilizados dois leitos de secagem com quantidades distintas de polímeros, após o desaguamento do lodo e 16 dias de secagem o leito I apresentou 12% de teor de sólidos totais, enquanto o leito II apresentou 80% de teor de sólidos totais.

Figura 9 - Leitos de secagem 1 e 2.



Fonte: Acervo do autor.

Figura 10 - leito de secagem 1.



Fonte: Acervo do autor.

Figura 11 - Leito de secagem 2.



Fonte: Acervo do autor.

Figura 13 - Leito de secagem 1 com 12% de teor de sólidos.



Fonte: Acervo do autor.

Figura 14 - Leito de secagem 2 com 80% de sólidos.



Fonte: Acervo do autor.

O resultado de desaguamento do leito II foi a que apresentou melhores condições de teor de sólido para realizar a produção de lodo, tendo em vista que para produção de tijolo é necessário baixo teor de umidade.

5.4. Confeção do Tijolo Cerâmico.

Para confecção do tijolo foi utilizada argila pura e já tratada com teor de 48% de umidade aproximadamente, foi utilizado também amostra de lodo adquirida com o desaguamento realizado estação de tratamento de água da sede do município de Aracruz, após os passos a seguir foi realizada a confecção do tijolo.

5.4.1. Amostra de Lodo.

Após a etapa de desaguamento do lodo resultou em 500g de amostra para a confecção do tijolo cerâmico.

Figura 15 - Amostra de lodo com 80% de sólidos.



Fonte: Acervo do autor.

5.4.2. Moldes para Confeção.

Foram fabricados dois moldes para a fabricação do tijolo com as seguintes medidas: 4,5x5x19 cm, sendo um feito de madeira e outro de inox.

5.4.2.1. Moldes de Madeira e Inox.

Após a fabricação do primeiro tijolo de argila pura no molde de madeira foram constatados que a madeira se tornou de difícil desforma, ou seja, dificultou a retirada do tijolo, foram cortadas quatro chapas com as medidas (4,5x5x19cm) e soldadas tomando assim a forma desejada.

Figura 16 - Molde de madeira.



Fonte: Acervo do autor

Figura 17 - Molde Inox



Fonte: Acervo do autor

5.4.3 Moagem do Lodo

Após realizada as etapas de desaguamento e secagem do lodo, a amostra de lodo proveniente do experimento precisou passar pelo processo de compactação para poder misturar na argila.

Figura 18 - Socador para compactar.



Fonte: Acervo do autor.

5.4.4 Fabricação do Tijolo

Todas as amostras de tijolo contém peso total de 500g, devido a quantidade de lodo resultante do processo anterior, foi necessário uma adequação nas medidas do tijolo que passaram a ter 4,5x5x9cm, a fabricação foi realizada de forma artesanal, devido à falta de espaço em olarias para a fabricação, foi utilizada argila pura com teor aproximado de 48% de umidade, foram fabricadas 5 amostras numeradas de 1 a 5 que são, Amostra 1 com argila pura, Amostra 2 com 10% de lodo, Amostra 3 com 15%, Amostra 4 com 20% de lodo, Amostra 5 com 30% de lodo na composição.

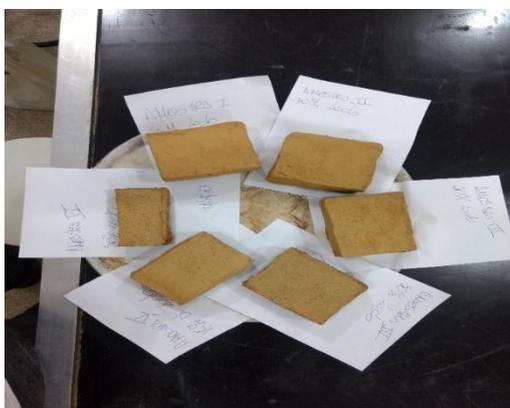
Tabela 5 – Tabela de amostras.

Amostras	Argila (%)	Lodo (%)
1	100	-
2	90	10
3	85	15
4	80	20
5	70	30

5.4.4.1 Tijolos Após Fabricação.

Após a fabricação dos tijolos, eles foram colocados para secar. Após 4 dias de secagem eles ficaram prontos para o cozimento no forno com temperatura mínima de 900°C por 12h, a amostra 5 ficou no forno por 24h.

Figura 19 - Tijolos aguardando secar



Fonte: Acervo do autor

Figura 20 - Tijolos após secagem



Fonte: Acervo do autor.

5.4.5 Ensaio de Compressão

O ensaio de resistência a compressão de acordo com a ABNT NBR 15270-3/2005 é realizado inserindo blocos de Neoprene (borracha) para adaptar melhor a amostra para o ensaio, a compressão nos tijolos é realizada de forma gradativa tendo uma variação máxima de 0,1 Mpa até o rompimento, tendo como finalidade a classificação da amostra para determinar qualidade mínima de comercialização e após classificação identifica a melhor forma de aplicação do tijolo.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O experimento de desaguamento para extrair o lodo dos decantadores se mostrou bastante positivo, pois através dele conseguimos observar que quanto maior a quantidade de polímero (5,30 Mg Pol./g SST) utilizado e em condições climáticas favoráveis o teor de sólidos alcançado foi bastante satisfatório em 16 dias de secagem, já o leito de secagem 2 aonde inserimos uma quantidade menor (2,65 Mg Pol./g SST) de polímero o tempo de secagem foi muito superior chegando a atingir 90 dias para secagem.

A determinação da resistência do bloco define a qualidade do produto produzido e em que condições o bloco pode ser utilizado, ou seja, quanto maior a classe do bloco em mais aplicações ele pode ser utilizado (ABNT NBR; 15270-3/2005). Com base nos resultados conseguimos observar que o tempo de exposição ao forno (Mufla) influencia diretamente no resultado adquirido.

Tabela 6 – Resistência a compressão de tijolos NBR 15270-3/2005.

Classe	Resistência a compressão na área bruta (Mpa)
10	1,0
15	1,5
25	2,5
45	4,5
60	6
70	7
100	10

Amostra 1 - Somente com Argila

Após fabricado, ficou secando por 5 dias antes da queima em forno com a temperatura acima de 900°C. Teve sua resistência comprometida devido ao molde de madeira não ter sido o ideal em sua confecção, pois por se tratar de um molde de madeira a absorção da água foi grande e isso comprometeu a estrutura da amostra fazendo com que a mesma quebrasse antes mesmo do teste de resistência a compressão.

Figura 21 - Tijolo com argila pura.



Fonte: Acervo do autor.

Amostra 2 - Com 10% de Lodo na composição

Foi utilizada 450g de argila pura e 50g de lodo, para fabricação do tijolo e após fabricado ficou secando por 4 dias, após esse tempo foi realizada a queima do tijolo em forno com a temperatura acima de 900°C, aonde apresentou uma resistência abaixo do mínimo esperado de 1 Mpa diante da classificação da norma, mesmo sendo confeccionado no molde de inox.

Figura 22 - Amostra após 12h no forno.



Fonte: Acervo do autor.

Figura 23 - Rompimento com 0,7626 Mpa

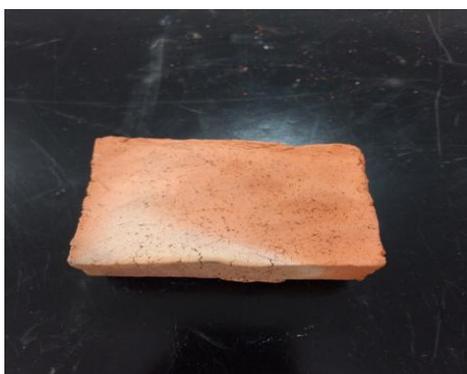


Fonte: Acervo do autor.

Amostra 3 - Com 15% de Lodo na composição

Foi utilizada 425g de argila pura e 75g de lodo, para fabricação do tijolo e após fabricado ficou secando por 4 dias, após esse tempo foi realizada a queima do tijolo em forno com a temperatura acima de 900°C, aonde apresentou uma resistência ainda menor 0,61 Mpa nas mesmas condições de fabricação da amostra anterior.

Figura 24 - Tijolo com 15% de lodo



Fonte: Acervo do autor.

Figura 25 - Rompimento com 0,61 Mpa



Fonte: Acervo do autor.

Amostra 4 - Com 20% de Lodo na composição

Foi utilizada 400g de argila pura e 100g de lodo, para fabricação do tijolo e após fabricado ficou secando por 5 dias, após esse tempo foi realizada a queima do tijolo em forno com a temperatura acima de 900°C, apresentou um resultado de resistência menor do que as demais amostras que foi de 0,3927 Mpa.

Figura 26 - Tijolo com 20% de lodo.



Fonte: Acervo do autor.

Figura 27 - Rompimento com 0,3927 Mpa



Fonte: Acervo do autor.

Amostra 5 - Com 30% de Lodo na composição

Foi utilizada 350g de argila pura e 150g de lodo, para fabricação do tijolo e após fabricado ficou secando por 4 dias, após esse tempo foi realizada a queima do tijolo em forno com a temperatura acima de 900° graus. As condições para a fabricação desse bloco foram mais próximas da ideal, ou seja, o tempo de secagem ao ar livre foi de 7 dias e seu tempo de cozimento na mufla foi de 24h, sua resistência se mostrou significativamente maior do que as demais amostras e se encaixou no requisito mínimo de classificação da ABNT NBR 15270-3/2005 que foi de 1,438 Mpa.

Figura 28 - Tijolo com 30% de lodo



Fonte: Acervo do autor.

Figura 29 - Rompimento com 1,438 Mpa



Fonte: Acervo do autor.

Tabela 7 – Classificação do tijolo conforme ensaios.

Tijolo	Resistência a compressão apresentada (Mpa)	Classe
AMOSTRA 2	0,7626	N/A
AMOSTRA 3	0,61	N/A
AMOSTRA 4	0,3927	N/A
AMOSTRA 5	1,438	10

7. CONCLUSÃO

Em função dos resultados obtidos, a amostra de resíduo sólido foi classificada como Classe II A - Não Inerte, segundo ABNT NBR 10.004, fato que viabiliza a destinação do resíduo para fabricação de tijolos cerâmicos.

Quanto ao experimento de desaguamento foi observado que com o acréscimo de polímero o tempo de secagem do lodo se tornou mais rápido e o teor de sólidos foi bem satisfatório chegando a 80%, tendo em vista que para a fabricação dos tijolos seria necessário um teor de sólidos alto.

Após a amostra se coletada houve a necessidade de uma melhor compactação do lodo para a fabricação do tijolo. Os moldes se tornaram um fator importante para o resultado final da fabricação do tijolo tendo em vista que o molde de madeira teve uma alta absorção da água, já o molde de inox não apresentou essa absorção.

Outro fator determinante para uma maior resistência a compressão foi o tempo de secagem ao ar livre que na amostra 5 foi de 7 dias e o tempo de cozimento na mufla (forno) foi de 24h, ou seja, em relação as outras amostras que secaram entre 4 a 5 dias e tiveram um tempo de cozimento de 12h. A amostra 5 se mostrou com uma resistência maior aos demais sendo esses fatores determinantes para o resultado satisfatório dos ensaios.

Nessas condições a viabilidade técnica de fabricação de tijolos utilizando o lodo da ETA da Sede do município se tornou favorável e positiva, ou seja, dentro dos limites que esses ensaios e fabricação foram realizados é possível sim fabricarem esses tijolos com lodo em sua composição sem afetar a resistência e qualidade de utilização.

7.1. Sugestões

Com base no trabalho realizado, sugere-se que sejam realizadas mais amostras de tijolos com lodo em sua composição e o tempo de secagem ao ar livre seja de no mínimo de 8 dias, o tempo de cozimento em forno com temperatura superior a 900°C e superior a 24h e com no Máximo 72h, para a observação dos resultados que poderão ser encontrados.

E que seja também realizado um teste de impermeabilidade nas amostras sujeitas ao ensaio de compressão, o objetivo desse ensaio é identificar se as amostras absorvem a argamassa que pode ser inserida durante a aplicação desses tijolos na construção.

REFERÊNCIAS

ACHON, Cali Laguna, Marcelo Melo Barroso, and João Sérgio Cordeiro. "Draining beds: natural system for sludge volume reduction in the water treatment plant." **Engenharia Sanitaria E Ambiental** 13.1 (2008): 54-62.

ACHON, Cali Laguna; BARROSO, Marcelo Melo; CORDEIRO, João Sérgio. **Resíduos de estações de tratamento de água e a ISO 24512: desafio do saneamento brasileiro**. Eng Sanit Ambient, v. 18, n. 2, p. 115-122, 2013.

ALVES, V. M. B. **Comparação entre sulfato de alumínio e policloreto de alumínio em estudo de caso**. 2012. 43ª Assembleia Nacional da Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento, Vitória, 2012

AMBIENTAL, **Formas de tratamento e destinação de Resíduos Sólidos**, 2017. Disponível em: < <http://www.ambiental.sc/saiba-mais/residuos/> >. Acesso em: 01 Out. 2017.

APHA, AWWA, WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 20ª edição, Washington, E.U.A. (1998).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10.004 – Resíduos Sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 77p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-3. Componentes cerâmicos Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – Terminologia e requisitos– Especificação**. Rio de Janeiro, 2005.

AWWA, Land application of water treatment sludge. **Impact and management**. USA AWWARF, 1990.

BRASIL. – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459> > . Acesso em: 30 set. 2017.

BOSCOV, Maria Eugenia Gimenez. **Geotecnia ambiental**. Oficina de Textos, 2008.
CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico**. 2004

CONAMA, **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**, 2010. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636> >. Acesso em: 23 set. 2017.

DEMAJOROVIC, JACQUES. "**Da política tradicional de tratamento do lixo à política de gestão de resíduos sólidos as novas prioridades.**" Revista de Administração de Empresas 35.3 (1995): 88-93.

De Oliveira, Nilton Fernandes, and Emiliano Silva Costa. "**Classificação e Biodegradação de lodo de estações de tratamento de água para descarte em aterro sanitário.**"

Desaguamento do lodo de estações de tratamento de água por leito de drenagem/secagem. Engenharia Sanitária e Ambiental. v.20 n.2. 297-306, 2015.

DI BERNARDO; L. DANTAS, A. D. B; VOLTAN, P. E. N. **Métodos e Técnicas de Tratamento e Disposição do Resíduos Gerados em ETA's.** São Carlos: LDiBe, 2012.

DIAS, Genebaldo Freire. "**Educação ambiental.**" **Princípios e práticas**, 6ª Edição. São Paulo: Editora Gaia (2000).

DULIN, B. E.; KNOCHE, W. R. **The impact of incorporated organic matter on the dewatering characteristics of aluminium hydroxide sludge.** Journal American Water Works Association. May. p. 74-79. 1989.

FERREIRA, João Alberto; DOS ANJOS, Luiz Antonio. **Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais** .Public and occupational health issues related to municipal solid waste management. Cad. Saúde Pública, v. 17, n. 3, p. 689-696, 2001.

GIRALDO DA SILVA AUGUSTO, Lia et al. **O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano.** Ciência & Saúde Coletiva, v. 17, n. 6, 2012.

GOUVEIA, NELSON. "**Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social.**" Ciência & saúde coletiva 17.6 (2012).

HAAK, W. **Condicionamento químico de lodo de estação de tratamento de água com monitoramento através de potencial redox.** 2011. 196p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, 2011.

IWAKI, **Destinação final de lodos de ETAS e ETE, Tratamento de água**, 2017. Disponível em:< <https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/destinacao-final-de-lodos-de-et-as-e-et-es/>>. Acesso em: 23 set. 2017.

JACOBI, Pedro et al. **Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade.** Cadernos de pesquisa, v. 118, n. 3, p. 189-205, 2003.

MARCHI, Cristina Maria Dacach Fernandez. **Cenário mundial dos resíduos sólidos e o comportamento corporativo brasileiro frente à logística reversa.** *Perspectivas em Gestão & Conhecimento*, v. 1, n. 2, p. 118-135, 2011.

MOTHÉ, C.G.; Junior, C.; Mothé Filho, H. F. **Utilização do lodo Residual do Tratamento de Água para a Indústria da cerâmica vermelha.** In: *Anais do 48º Congresso Brasileiro de Cerâmica, ABC, Curitiba- PR. 2004.*

OLIVEIRA, E. M. S.; HOLANDA, J. N. F. **Influência da adição de resíduo (lodo) de estação de tratamento de águas nas propriedades e microestrutura de cerâmica vermelha.** *Influence of the addition of water treatment sludge on the properties and microstructure of red ceramic.* *Cerâmica*, v. 54, n. 330, p. 167-173, 2008.

OMOTO, EDILSON S. **"Avaliação do descarte de lodo da ETA diretamente na rede coletora de esgotos."** *I Encontro das Águas (2009).*

PAIXÃO, L. C. C. **Aproveitamento de lodo de estação de tratamento de água em cerâmica vermelha.** 2005. *Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.*

SABBAG, M. G. **Incorporação de lodo de estação de tratamento de água em blocos cerâmicos.** 2003. *Iniciação Científica. (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade de São Paulo.*

SANTOS, Jaqueline Guimarães. **A logística reversa como ferramenta para a sustentabilidade: um estudo sobre a importância das cooperativas de reciclagem na gestão dos resíduos sólidos urbanos.** *Reuna*, v. 17, n. 2, p. p. 81-96, 2012.

Souza, Aloysio G. de; Barreto, Elsa; Carvalho, Eraldo H. De; Brandao, Janete; Cordeiro, Joao Sérgio; Bernardo, Luiz Di; Penalva Reali, Marco Antonio; Scalize, Paulo Sérgio; Franci Goncalves, Ricardo; Piotto, Zeila, **"Noções Gerais de Tratamento e Disposição Final de Resíduos de Tratamento de Água."** (1999).

TEIXEIRA, S. R., et al. **"Efeito da adição de lodo de estação de tratamento de água (ETA) nas propriedades de material cerâmico estrutural."** *Cerâmica (2006):* 215-220.

UENO, O. K.;Saito, N. H.; Hernandez, R.C.S.; Leite, U.M.B. (2004). **Caracterização do resíduo de ETAS para incorporação em matriz de cerâmica Vermelha.** In: *Anais do 48º Congresso Brasileiro de Cerâmica, ABC, Curitiba- PR.*

ZANTA, Viviana Maria; FERREIRA, Cynthia Fantoni Alves. **Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos.** CASTILHOS, ABJ *Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte.* Rio de Janeiro: ABES, p. 1-16, 2003.

**ANEXO A - Laudo sobre a caracterização do resíduo gerado pela
ETA.**

Relatório de Ensaios CA Nº 8310/15

Revisão

Laboratório de ensaios acreditado pela norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005

O escopo da acreditação pode ser visto em:

<http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rble/docs/CRL0353.pdf>



RESÍDUO SÓLIDO

CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) analisada(s). Reprodução Parcial somente com prévia autorização. As amostras de contra-provas têm um prazo de guarda de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

RF-LBW-004, Rev. 00 de 23/07/09

Página:

Relatório de Ensaios CA Nº 8310/15

Revisão

INTERESSADO: SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE ARACRUZ

R. José dos Santos Lopes, S/N.º, De Carli, Aracruz-ES,
CEP: 29194-017

1. MATERIAL ENSAIADO:

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA: LODO DO DECANTADOR DA ETA SEDE - FOTOS 370 A 374	
Data da Coleta:	04/08/15 às 11:30
Entrada no Laboratório:	05/08/15 às 08:36

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) analisada(s). Reprodução Parcial somente com prévia autorização. As amostras de contra-provas têm um prazo de guarda de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

RF-LBW-004, Rev. 00 de 23/07/09

Página:

Relatório de Ensaios CA Nº 8310/15

Revisão

2. COLETA DA AMOSTRA:

Coleta realizada pela Controle Analítico conforme "Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater" - AWWA/APHA/ WEF, última edição, Guia de Coleta e preservação de Amostras - CETESB e/ou normalizações e técnicas específicas da ABNT. POP 014 - Planejamento, preservação e técnicas para coleta e amostragem.

Plano de amostragem: 9649

Diagramas, esboços ou fotografias do local da amostragem: NA

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) analisada(s). Reprodução Parcial somente com prévia autorização. As amostras de contra-provas têm um prazo de guarda de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

RF-LBW-004, Rev. 00 de 23/07/09

Página:

Relatório de Ensaios CA Nº 8310/15

Revisão

Condições ambientais durante a amostragem que possam afetar a interpretação dos resultados: Não

3. METODOLOGIAS APLICADAS:

22ª Edição “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”;

US Environmental Protection Agency

Procedimentos internos baseados em normas da ABNT/CETESB.

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) analisada(s). Reprodução Parcial somente com prévia autorização. As amostras de contra-provas têm um prazo de guarda de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

RF-LBW-004, Rev. 00 de 23/07/09

Página:

Relatório de Ensaios CA Nº 8310/15

Revisão

NBR 10004 (Classificação de Resíduos);

NBR 10005 (Lixiviação de Resíduos);

NBR 10006 (Solubilização de Resíduos);

NBR 10007 (Amostragem de resíduo sólido);

4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) analisada(s). Reprodução Parcial somente com prévia autorização. As amostras de contra-provas têm um prazo de guarda de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

RF-LBW-004, Rev. 00 de 23/07/09

Página:

Relatório de Ensaios CA Nº 8310/15

Revisão

Resíduo no estado Sólido, apresentando 95,7 % de umidade. Livre de líquidos livres. Nota: Todos os resultados estão expressos na base seca.

5. RESULTADOS OBTIDOS:

5.1. ANÁLISES NO RESÍDUO BRUTO:

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) analisada(s). Reprodução Parcial somente com prévia autorização. As amostras de contra-provas têm um prazo de guarda de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

RF-LBW-004, Rev. 00 de 23/07/09

Página:

Relatório de Ensaio CA Nº 8310/15

Revisão

PARÂMETROS DE- TERMINADOS	VALORES EN- CONTRADOS	UNIDADE	DATA DA ANÁLI- SE
Cor da Amostra	marrom	--	10/08/15
Cianeto	<1,00	mg/kg	08/08/15
pH (solução 1:1)	6,19 ± 0,019	UpH	05/08/15
Sulfeto	2,05 ± 0,11	mg/kg	06/08/15
Óleos e Graxas	0,587 ± 0,037	%	14/08/15
Fenol	<3,00	mg/kg	17/08/15
Inflamabilidade	Ausente	---	12/08/15

5.2. ANÁLISE DE LIXIVIAÇÃO

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) analisada(s). Reprodução Parcial somente com prévia autorização. As amostras de contra-provas têm um prazo de guarda de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

RF-LBW-004, Rev. 00 de 23/07/09

Página:

Relatório de Ensaio CA Nº 8310/15

Revisão

A Lixiviação foi realizada seguindo as diretrizes da norma NBR 10005 (Lixiviação de Resíduos). Uma mistura composta por uma massa seca da amostra de 100 g é misturada a 2000 cm³ de Solução de Extração nº1 ou nº2 (escolhida de acordo com o pH da amostra).

Esta mistura entrou em processo contínuo de agitação durante 18 ± 2 horas, a uma temperatura de até 25°C.

Após o tempo de agitação, a amostra foi filtrada à vácuo em filtro com porosidade de 0,6 à 0,8 µm, compondo assim, o Extrato do Lixiviado, que seguirá para análise química.

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) analisada(s). Reprodução Parcial somente com prévia autorização. As amostras de contra-provas têm um prazo de guarda de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

RF-LBW-004, Rev. 00 de 23/07/09

Página:

Relatório de Ensaio CA Nº 8310/15

Revisão

5.2.1. DADOS DA LIXIVIAÇÃO:

pH do Extrato Lixiviado obtido	4,98 ± 0,015
Tempo Total de Lixiviação (h)	18,0
Volume de Líquidos Obtido (cm ³)	990

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) analisada(s). Reprodução Parcial somente com prévia autorização. As amostras de contra-provas têm um prazo de guarda de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

RF-LBW-004, Rev. 00 de 23/07/09

Página:

Relatório de Ensaios CA Nº 8310/15

Revisão

5.2.2. ANÁLISES DO EXTRATO DO LIXIVIADO:

PARÂMETROS DE- TERMINADOS	UNIDADE	ESPECIFICAÇÃO NBR 10004 – 2ª	VALORES EN- CONTRADOS	DATA DA ANÁ- LISE
------------------------------	---------	---------------------------------	--------------------------	----------------------

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) analisada(s). Reprodução Parcial somente com prévia autorização. As amostras de contra-provas têm um prazo de guarda de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

RF-LBW-004, Rev. 00 de 23/07/09

Página:

Relatório de Ensaio CA Nº 8310/15

Revisão

		Ed. (31/05/2004) A- NEXO F		
Arsênio (As)	mg/L	1,00	<0,005	18/08/15
Bário (Ba)	mg/L	70,0	0,161 ± 0,0026	
Cádmio (Cd)	mg/L	0,500	<0,001	
Chumbo (Pb)	mg/L	1,00	<0,005	
Cromo Total (Cr)	mg/L	5,00	0,051 ± 0,00079	
Fluoreto (F ⁻)	mg/L	150	0,193 ± 0,01	19/08/15
Mercúrio (Hg)	mg/L	0,100	<0,005	18/08/15
Prata (Ag)	mg/L	5,00	<0,005	
Selênio (Se)	mg/L	1,00	<0,005	
PESTICIDAS				
Aldrin + Dieldrin	µg/L	3,00	<0,00025	
Clordano	µg/L	20,0	<0,00025	

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) analisada(s). Reprodução Parcial somente com prévia autorização. As amostras de contra-provas têm um prazo de guarda de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

RF-LBW-004, Rev. 00 de 23/07/09

Página:

Relatório de Ensaio CA Nº 8310/15

Revisão

DDT	µg/L	200	<0,00025	
2,4-D	µg/L	3000	<0,100	
Endrin	µg/L	60,0	<0,00025	
Heptacloro e seu E- póximo	µg/L	3,00	<0,00025	
Lindano	µg/L	200	<0,00025	
Metoxicloro	µg/L	2000	<0,00025	
Pentaclorofenol	µg/L	900	<0,100	
Toxafeno	µg/L	500	<0,0005	
2,4,5-T	µg/L	200	<0,100	
2,4,5-TP	µg/L	1000	<0,100	
				11/08/15
OUTROS ORGÂ- NICOS				
Benzeno	µg/L	500	<1,00	
Benzo(a)pireno	µg/L	70,0	<0,010	11/08/15

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) analisada(s). Reprodução Parcial somente com prévia autorização. As amostras de contra-provas têm um prazo de guarda de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

RF-LBW-004, Rev. 00 de 23/07/09

Página:

Relatório de Ensaios CA Nº 8310/15

Revisão

Cloreto de vinila	µg/L	500	<0,500
Clorobenzeno	µg/L	100000	<1,00
Clorofórmio	µg/L	6000	<1,00
Cresol total (*)	µg/L	200000	<0,100
o-Cresol	µg/L	200000	<0,100
m-Cresol	µg/L	200000	<0,100
p-Cresol	µg/L	200000	<0,100
1,4-Diclorobenzeno	µg/L	7500	<1,00
1,2-Dicloroetano	µg/L	1000	<1,00
1,1-Dicloroetileno	µg/L	3000	<1,00

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) analisada(s). Reprodução Parcial somente com prévia autorização. As amostras de contra-provas têm um prazo de guarda de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

RF-LBW-004, Rev. 00 de 23/07/09

Página:

Relatório de Ensaio CA Nº 8310/15

Revisão

PARÂMETROS DE- TERMINADOS	UNIDADE	ESPECIFICAÇÃO NBR 10004 – 2ª Ed. (31/05/2004) A- NEXO F	VALORES EN- CONTRADOS	DATA DA ANÁ- LISE
2,4-Dinitrotolueno	µg/L	130	<0,100	11/08/15
Hexaclorobenzeno	µg/L	100	<0,00025	11/08/15
Hexaclorobutadieno	µg/L	500	<1,00	11/08/15
Hexacloroetano	µg/L	3000	<0,00025	11/08/15
Metiletilcetona	µg/L	200000	<30,0	11/08/15
Nitrobenzeno	µg/L	2000	<0,100	11/08/15
Piridina	µg/L	5000	<30,0	11/08/15
Tetracloroeto de Car- bono	µg/L	200	<1,00	11/08/15
Tetracloroetileno	µg/L	4000	<1,00	11/08/15

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) analisada(s). Reprodução Parcial somente com prévia autorização. As amostras de contra-provas têm um prazo de guarda de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

RF-LBW-004, Rev. 00 de 23/07/09

Página:

Relatório de Ensaio CA Nº 8310/15

Revisão

Tricloroetileno	µg/L	7000	<1,00	11/08/15
2,4,5-Triclorofenol	µg/L	400000	<0,100	11/08/15
2,4,6-Triclorofenol	µg/L	20000	<0,100	11/08/15

5.3. ANÁLISE DE SOLUBILIZAÇÃO

O Extrato de Solubilização foi obtido, seguindo as diretrizes da norma NBR 10006 (Solubilização de Resíduos).

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) analisada(s). Reprodução Parcial somente com prévia autorização. As amostras de contra-provas têm um prazo de guarda de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

RF-LBW-004, Rev. 00 de 23/07/09

Página:

Relatório de Ensaio CA Nº 8310/15

Revisão

Uma massa seca de 250 g do resíduo foi misturada em 1000 cm³ de água deionizada e isenta de orgânicos. Esta mistura foi agitada por 5 minutos, seguida de repouso durante 7 (sete) dias, em temperatura até 25°C.

Após o repouso, a mesma foi filtrada em membrana com porosidade de 0,45 µm, compondo assim, o Extrato de Solubilização, seguido posteriormente para análise química.

5.3.1. DADOS DA SOLUBILIZAÇÃO:

Data do Início da Solubilização	05/08/15
Data do Término Solubilização	12/08/15

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) analisada(s). Reprodução Parcial somente com prévia autorização. As amostras de contra-provas têm um prazo de guarda de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

RF-LBW-004, Rev. 00 de 23/07/09

Página:

Relatório de Ensaio CA Nº 8310/15

Revisão

pH do Extrato Solubilizado obtido	6,76 ± 0,02
-----------------------------------	-------------

5.3.2. ANÁLISES DO EXTRATO DO SOLUBILIZADO:

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) analisada(s). Reprodução Parcial somente com prévia autorização. As amostras de contra-provas têm um prazo de guarda de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

RF-LBW-004, Rev. 00 de 23/07/09

Página:

Relatório de Ensaios CA Nº 8310/15

Revisão

PARÂMETROS DETERMINADOS	UNIDADE	ESPECIFICAÇÃO NBR 10004 – 2ª Ed. (31/05/2004) A- NEXO G	VALORES EN- CONTRADOS	DATA DA ANÁLISE
Alumínio (Al)	mg/L	0,200	0,229 ± 0,0039	19/08/15
Arsênio (As)	mg/L	0,010	<0,005	
Bário (Ba)	mg/L	0,700	0,031 ± 0,0005	
Cádmio (Cd)	mg/L	0,005	<0,001	
Chumbo (Pb)	mg/L	0,010	<0,005	
Cianeto (CN ⁻)	mg/L	0,070	<0,050	12/08/15
Cloretos (Cl ⁻)	mg/L	250,0	<5,00	
Cobre (Cu)	mg/L	2,000	0,013 ± 0,00014	19/08/15
Cromo Total (Cr)	mg/L	0,050	<0,025	19/08/15
Ferro (Fe)	mg/L	0,300	27,4 ± 0,30	19/08/15
Fluoreto (F ⁻)	mg/L	1,50	<0,100	19/08/15
Manganês (Mn)	mg/L	0,100	1,90 ± 0,016	19/08/15

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) analisada(s). Reprodução Parcial somente com prévia autorização. As amostras de contra-provas têm um prazo de guarda de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

RF-LBW-004, Rev. 00 de 23/07/09

Página:

Relatório de Ensaio CA Nº 8310/15

Revisão

Mercúrio (Hg)	mg/L	0,001	<0,0001	19/08/15
Nitratos (expresso em N)	mg/L	10,00	<1,00	12/08/15
Prata (Ag)	mg/L	0,050	<0,005	19/08/15
Selênio (Se)	mg/L	0,010	<0,005	
Sódio (Na)	mg/L	200,0	2,48 ± 0,039	
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg/L	250,0	18,7 ± 0,43	18/08/15
Surfactantes	mg/L	0,500	<0,100	12/08/15
Zinco (Zn)	mg/L	5,000	<0,025	19/08/15
Fenóis Totais	mg/L	0,010	<0,00002	17/08/15
PESTICIDAS				
Aldrin e dieldrin	µg/L	0,030	<0,00025	12/08/15
Clordano	µg/L	0,200	<0,00025	
2,4-D	µg/L	30,0	<0,100	
DDT	µg/L	2,00	<0,00025	
Endrin	µg/L	0,600	<0,00025	
Lindano	µg/L	2,00	<0,00025	

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) analisada(s). Re-produção Parcial somente com prévia autorização. As amostras de contra-provas têm um prazo de guarda de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

Relatório de Ensaio CA Nº 8310/15

Revisão

Metoxicloro	µg/L	20,0	<0,00025
Toxafeno	µg/L	5,00	<0,0005
Heptacloro e seu epóxido	µg/L	0,030	<0,00025
Hexaclorobenzeno	µg/L	1,00	<0,00025
2,4,5-T	µg/L	2,00	<0,100
2,4,5-TP	µg/L	30,0	<0,100

6. AVALIAÇÃO DA AMOSTRA DE RESÍDUO :

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) analisada(s). Reprodução Parcial somente com prévia autorização. As amostras de contra-provas têm um prazo de guarda de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

RF-LBW-004, Rev. 00 de 23/07/09

Página:

Relatório de Ensaios CA Nº 8310/15

Revisão

Nas análises efetuadas no Extrato de Lixiviado, nenhum dos parâmetros os limites estipula

Quanto ao Extrato do Solubilizado, os seguintes parâmetros ultrapassaram os limites
estipulados pela Norma NBR

10004. : Alumínio, Ferro e Manganês.

7. CONCLUSÃO (CLASSIFICAÇÃO DO RESÍDUO):

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) analisada(s). Re-
produção Parcial somente com prévia autorização. As amostras de contra-provas têm um prazo de guarda de 07 dias após emissão do re-
latório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

RF-LBW-004, Rev. 00 de 23/07/09

Página:

Relatório de Ensaio CA Nº 8310/15

Revisão

Com base na Norma ABNT – NBR 10004, e conforme as características físico-químicas e químicas apresentadas da amostra de resíduo, este é classificado como:

Classe II A - Não Inerte

De acordo com os parâmetros analisados.

Nota: Estes resultados possuem significação restrita e se aplicam tão somente à amostra fornecida pelo interessado. É vedada a reprodução

parcial e/ou total sem prévia autorização.

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) analisada(s). Reprodução Parcial somente com prévia autorização. As amostras de contra-provas têm um prazo de guarda de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

RF-LBW-004, Rev. 00 de 23/07/09

Página:

Relatório de Ensaios CA Nº 8310/15

Revisão

Osasco/SP, 25 de agosto de 2015.



Engº Bruno Ansara de Abreu

CRQ 04.363.574

Analista de Controle de Qualidade

Signatário Autorizado

Documento verificado e aprovado por meios eletrônicos

A verificação da autenticidade deste documento pode ser feita baixando o documento original em
<http://www.controleanalitico.com.br> usando o código LPCML BBZ 282.

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) analisada(s). Reprodução Parcial somente com prévia autorização. As amostras de contra-provas têm um prazo de guarda de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

RF-LBW-004, Rev. 00 de 23/07/09

Página:

Relatório de Ensaios CA Nº 8310/15

Revisão

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) analisada(s). Reprodução Parcial somente com prévia autorização. As amostras de contra-provas têm um prazo de guarda de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

RF-LBW-004, Rev. 00 de 23/07/09

Página: