

Eixo Temático ET-03-013 - Meio Ambiente e Recursos Naturais

## **CARACTERIZAÇÃO DE AREIA ADVINDA DOS DESARENADORES DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DO RIBEIRÃO ONÇA**

Verônica Bernardes de Souza Léo, Taciana Reis Alves, Alcino Trindade Rosa Machado,  
Amanda Caroline Moura de Carvalho, Gabriel Resende Alves,  
Ismael Gustavo Rodrigues Alves, Thiago Felipe Alves Costa

Centro Universitário de Belo Horizonte - UNIBH. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG.

### **RESUMO**

Durante o processo de tratamento de esgotos domésticos em uma estação de tratamento (ETE) são geradas elevadas quantidades de resíduos, sendo estes compostos por sólidos grosseiros, areia, óleos e graxas (BORGES, 2014). Grande parte das ETEs apresentam como alternativa final, a disposição deste resíduo em aterros sanitários, sem antes realizar nenhum tratamento afim de reduzir os impactos gerados pelo descarte do mesmo (YAMANE, 2007). No intuito de reduzir a degradação desordenada do meio ambiente e atender a demanda por matéria prima gerada pelo elevado crescimento da construção civil, vem se desenvolvendo cada vez mais a necessidade de se buscar alternativas afim de substituir a areia natural. Diante disso, o objetivo deste estudo é caracterizar e tratar o resíduo do desarenador de uma Estação de Tratamento de Esgoto, localizada em Belo Horizonte, para possível reaproveitamento do material como agregado miúdo em argamassas e concretos. No dia 24 de agosto de 2018 foram coletadas, na ETE Onça, amostras da areia advinda dos desarenadores a fim de conhecer as características e aplicações do material coletado. Com o material, alguns ensaios foram conduzidos no laboratório de Materiais de Construção Civil e no Laboratório de Química do Centro Universitário de Belo Horizonte. Em seguida, o material passou por um processo de tratamento com o intuito de reduzir os poluentes presentes, à níveis satisfatórios, de modo a não prejudicar sua utilização na produção de concreto/argamassa. O procedimento adotado para o tratamento da areia seguiu como referência o método adotado por Yamane (2007). Foram separadas 3 amostras de 15Kg do resíduo para a caleagem. Utilizou-se para cada amostra uma porcentagem diferente de cal hidratada: 10%, 20% e 30% com relação ao peso úmido. No dia 31 de agosto de 2018, foram realizados novamente os ensaios laboratoriais em amostras de cada uma das pilhas da areia coletada afim de verificar a eficiência do procedimento de tratamento. Os ensaios de material pulverulento e torrões de argila apresentaram resultados acima do que é estipulado pelas normas, podendo este ser um empecilho caso o material tratado venha a ser utilizado para fins estruturais. Por outro lado, obteve-se êxito quando se constatou que a matéria orgânica que era o principal agente poluente do resíduo foi quase integralmente eliminada, podendo-se afirmar a eficácia dos tratamentos utilizando-se as porcentagens de 20 e 30% de cal.

**Palavras-chave:** Areia advinda de desarenadores. Aproveitamento de resíduos. Caracterização de areia.

### **INTRODUÇÃO**

Durante o processo de tratamento de esgotos domésticos em uma estação de tratamento (ETE) são geradas elevadas quantidades de resíduos, sendo estes compostos por sólidos grosseiros, areia, óleos e graxas (BORGES, 2014).

Conforme Yamane (2007), os resíduos gerados nos desarenadores, caixas de areia que fazem parte do tratamento preliminar de uma ETE, são constituídos de areia e outros sólidos,

em que parte destes são compostos orgânicos e microrganismos patogênicos contidos nos efluentes domésticos.

Grande parte das ETEs apresentam como alternativa final, a disposição deste resíduo em aterros sanitários, sem antes realizar nenhum tratamento afim de reduzir os impactos gerados pelo descarte do mesmo (YAMANE, 2007).

A areia é uma matéria prima importante para a construção civil. O crescimento deste setor vem gerando um grande aumento na demanda por insumos, inclusive a areia, utilizada como agregado miúdo na confecção de concretos e argamassas.

Devido à intensa procura pelo material, é cada vez mais notório o esgotamento das jazidas, que por vez tem gerado intensas fiscalizações ambientais pela extração ilegal (TEODORO, 2013).

As extrações de areia acarretam grandes impactos ao meio ambiente, estes, muitas vezes gerados pela extração desordenada da matéria prima, agredindo as calhas naturais dos rios, alterando o regime hidráulico dos mesmos e acelerando o processo de erosões das margens, tornando o sistema improdutivo, sem crescimento de vegetação e sem a possibilidade de restauração do ambiente (TEODORO, 2013).

No intuito de reduzir a degradação desordenada do meio ambiente e atender a demanda por matéria prima gerada pelo elevado crescimento da construção civil, vem se desenvolvendo cada vez mais a necessidade de se buscar alternativas afim de substituir a areia natural.

Pode-se encontrar disponíveis na literatura atual, diversas pesquisas que avaliam a reutilização de resíduos como forma de agregado na construção civil, estas referentes ao uso da areia de fundição, areia de britagem, entre outros. Também é possível encontrar pesquisas que utilizam o lodo gerado nas ETEs como forma de agregado miúdo na construção civil, destinado à fabricação de concretos e argamassas (BORGES et al., 2016).

O resíduo de um desarenador pode ser uma opção a ser utilizado em concretos e argamassas desde que seja realizado correto tratamento, objetivando eliminar ou reduzir drasticamente os microrganismos patogênicos e poluentes, tornando a areia segura do ponto de vista biológico, físico e químico para as possíveis aplicações acima citadas (YAMANE, 2007).

Existem estudos utilizando óxido de cálcio (cal) e o cloro como possíveis compostos para tratamento da areia. Ao se pesquisar sobre os mesmos, sobre a disponibilidade e facilidade de encontra-los no mercado e sobre como utilizá-los, este estudo focará na utilização da cal como forma de tratamento.

Assim, este presente trabalho visa, em primeira instância, analisar parâmetros físicos, químicos e biológicos da areia retirada do desarenador, antes e depois do tratamento proposto, a fim de verificar a possibilidade de reutilização da areia retirada dos desarenadores das ETEs, como agregado miúdo na fabricação de concretos e argamassas.

O benefício deste produto já tratado será tanto por parte das estações de tratamento de esgoto, que conseguirão um fim menos lesivo para os resíduos gerados pelos desarenadores; como para as indústrias que produzem e comercializam areia, que precisarão extrair menor quantidade de material dos rios.

## **OBJETIVO**

O objetivo geral deste estudo é caracterizar e tratar o resíduo do desarenador de uma Estação de Tratamento de Esgoto, localizada em Belo Horizonte, para possível reaproveitamento do material como agregado miúdo em argamassas e concretos.

Como objetivos específicos, têm-se:

- Caracterizar o material advindo dos desarenadores da ETE através de ensaios em laboratório, antes do tratamento do mesmo;
- Tratar a areia com a utilização da cal;
- Realizar novamente os ensaios em laboratório, mas agora com a areia tratada.
- Comparar os resultados obtidos antes e depois do tratamento;

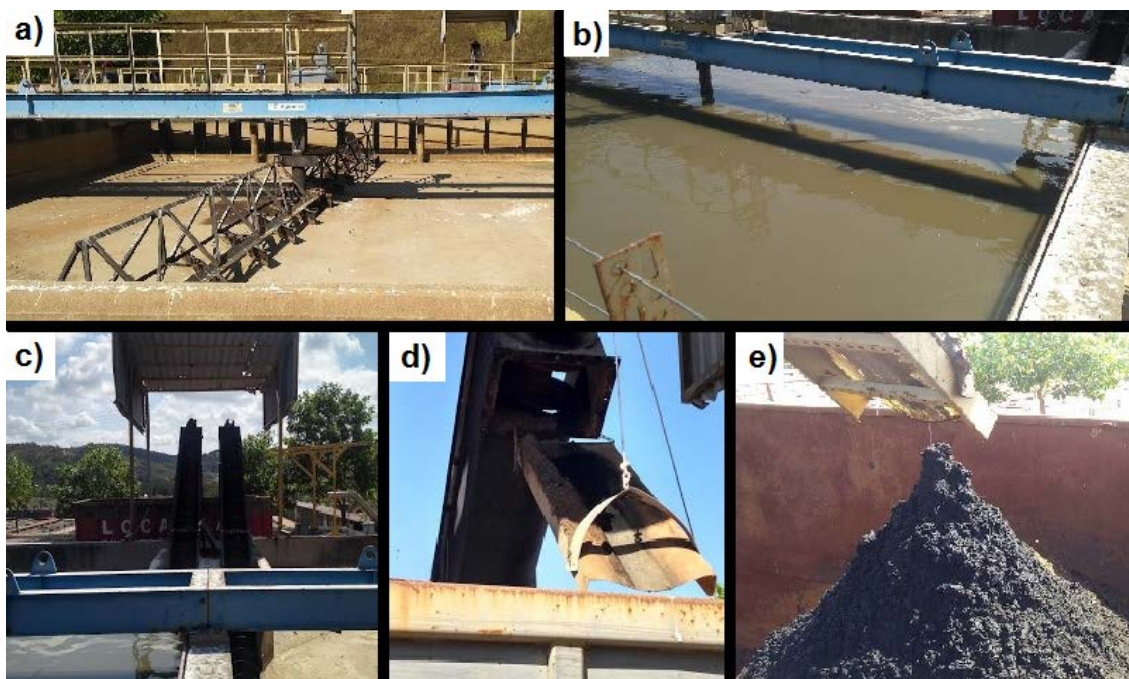
- Analisar a possibilidade de reutilização da areia advinda dos desarenadores em concretos e argamassas.

## METODOLOGIA

O estudo utilizou o material advindo dos desarenadores da Estação de Tratamento de Esgoto do Onça, localizada na cidade de Belo Horizonte. A estação recebe e trata uma vazão afluente média de 1733 L/s. A ETE possui três desarenadores, sendo que dois estão sendo utilizados atualmente. As principais características do desarenador se encontra na Tabela 1. Por dia, fica retido no desarenador cerca de 274 Kg de material. Caçambas são cheias do material pelo parafuso do desarenador mecanizado e estas são encaminhadas ao aterro sanitário de Macaúbas em Sabará, cidade pertencente a Região Metropolitana de Belo Horizonte. Na Figura 1 é possível visualizar o conjunto formado pelos desarenadores.

**Tabela 1.** Características Principais do Desarenador Mecanizado da ETE Onça.

<b>Fabricante</b>	AQUAMEC
<b>Número de unidades</b>	3
<b>Tipo de desarenador</b>	Mecanizado
<b>Ponte raspadora</b>	Circular
<b>Dimensão do tanque</b>	12,20 m de diâmetro
<b>Área superficial</b>	148,84 m <sup>2</sup>
<b>Profundidade total</b>	1,35 m



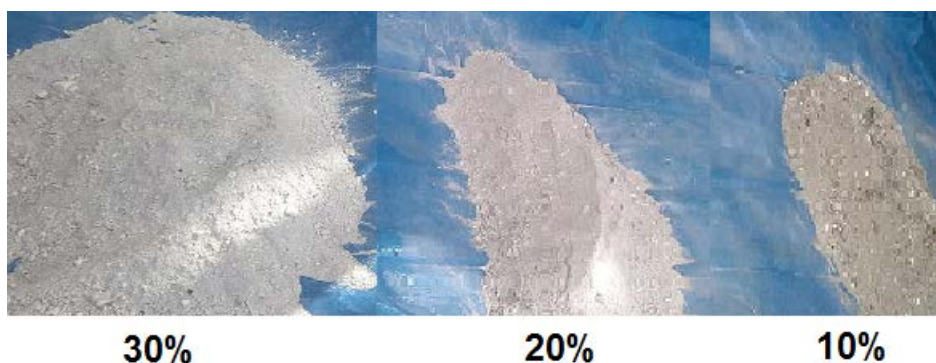
**Figura 1.** Conjunto desarenadores na ETE Onça: (a) desarenador vazio com visualização da ponte raspadora, (b) desarenador em funcionamento, (c) conjunto desarenador, com parafuso e caçamba no fundo, (d) parafuso e despejo do material; (e) caçamba com material.

Para o desenvolvimento deste trabalho realizaram-se entrevistas e pesquisas de campo na Estação de Tratamento de Esgoto do Ribeirão do Onça com o objetivo de conhecer melhor o seu funcionamento e a destinação que é dada aos resíduos advindos da fase preliminar de tratamento, mais especificamente dos desarenadores.

No dia 24 de agosto de 2018 foram coletadas, na ETE Onça, amostras da areia advinda dos desarenadores a fim de conhecer as características e aplicações do material coletado. Com o material, alguns ensaios foram conduzidos no laboratório de Materiais de Construção Civil e no Laboratório de Química do Centro Universitário de Belo Horizonte: faixa granulométrica do agregado, torrões de argila e materiais friáveis, materiais carbonosos, teor de material pulverulento, impurezas orgânicas, teor de cloretos, teor de sulfatos, determinação da massa unitária, massa específica, absorção de água, inchamento, teor de partículas leves, umidade superficial, série de sólidos totais (sólidos totais voláteis e fixos), coliformes totais e fecais, matéria orgânica, teor de umidade, ovos de helmintos e solubilização (cor, dureza, nitrato, turbidez, pH).

Após a realização dos testes laboratoriais o material passou por um processo de tratamento com o intuito de reduzir os poluentes presentes, a níveis satisfatórios, de modo a não prejudicar sua utilização na produção de concreto/argamassa.

O procedimento adotado para o tratamento da areia seguiu como referência o método adotado por Yamane (2007). Foram separadas três amostras de 15 kg do resíduo para a caleagem. Utilizou-se para cada amostra uma porcentagem diferente de cal hidratada: 10%, 20% e 30% com relação ao peso úmido. Estas amostras foram dispostas em 3 pilhas conforme Figura 2.



**Figura 2.** Amostras de 15 kg de areia do desarenador sendo tratada com cal hidratada em diferentes proporções.

As pilhas foram formadas no dia 24 de agosto de 2018 e o tratamento durou 7 dias. Dentro desse prazo, tivemos dias de insolação e chuva, o material ficou disposto em local aberto e em grande parte coberto. A luz do sol não incidiu diretamente sobre o material.

No dia 31 de agosto de 2018, foram realizados novamente os ensaios laboratoriais em amostras de cada uma das pilhas da areia coletada afim de verificar a eficiência do procedimento de tratamento.

Assim, comparando os resultados dos ensaios antes e depois da areia ser tratada, chegou-se aos resultados e conclusões expostos nos itens a seguir.

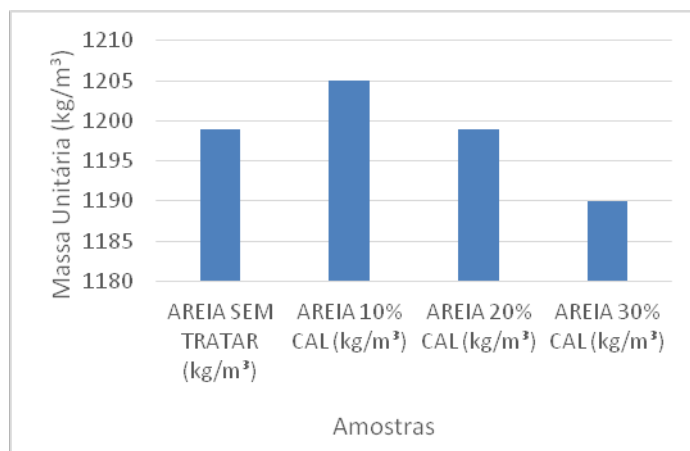
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Massa Unitária e Massa Específica

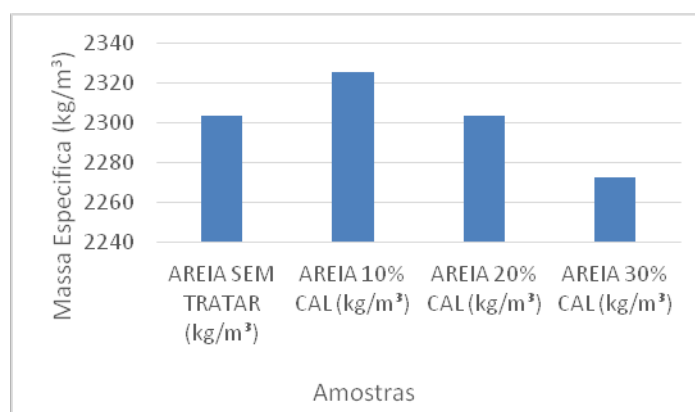
Os ensaios de massa unitária e massa específica são normatizados pela NBR NM 52/2003 - Agregados - Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman. Esse ensaio é de extrema importância na hora de definir os agregados miúdos que serão utilizados na confecção de concretos e argamassas, uma vez que os seus valores estão diretamente ligados ao peso próprio do concreto e da argamassa e ao volume que é ocupado por eles.

A massa unitária consiste na relação entre massa do agregado e o seu volume, desconsiderando os espaços vazios. Já a massa específica, é a relação entre a massa do agregado

e o seu volume real, considerando os espaços vazios presentes no agregado (NBR NM 52, 2003).



**Gráfico 1.** Massa unitária. Fonte: Autor, 2018.



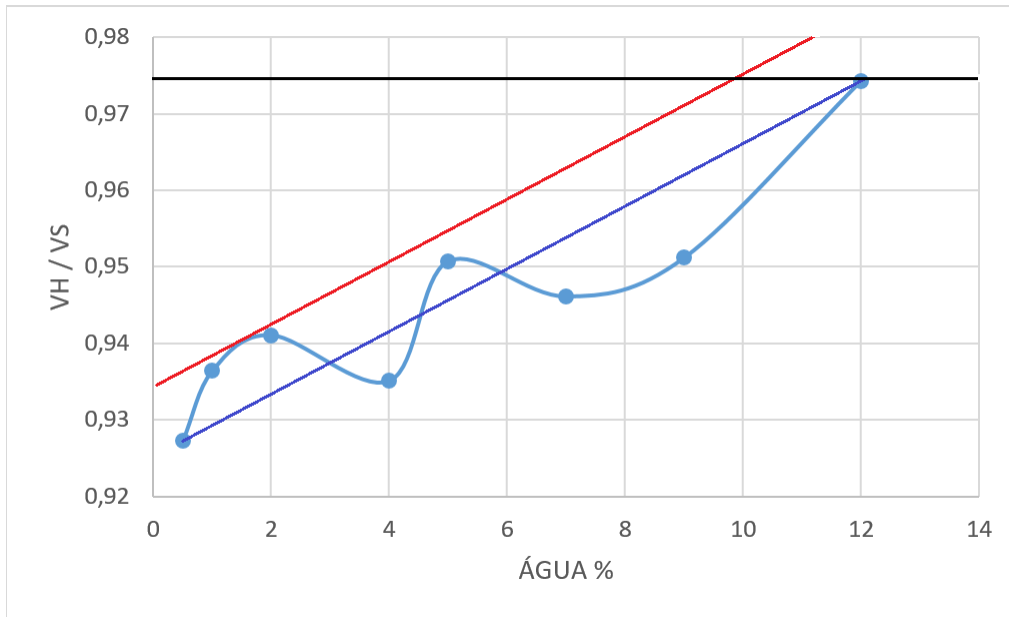
**Gráfico 2.** Massa específica. Fonte: Autor, 2018.

Os resultados obtidos através dos ensaios de massa unitária e específica mostram que, na amostra de areia com 10% de cal, houve um aumento de 1% em relação à areia sem tratamento. Posteriormente nas dosagens de 20% e 30% de cal, houve um decréscimo, onde foi notado que a massa unitária e específica do agregado com a concentração de 20% de cal foi exatamente igual à do agregado sem nenhum tratamento. Já na amostra com 30%, foi obtida uma redução de 1%.

#### **Inchamento da areia**

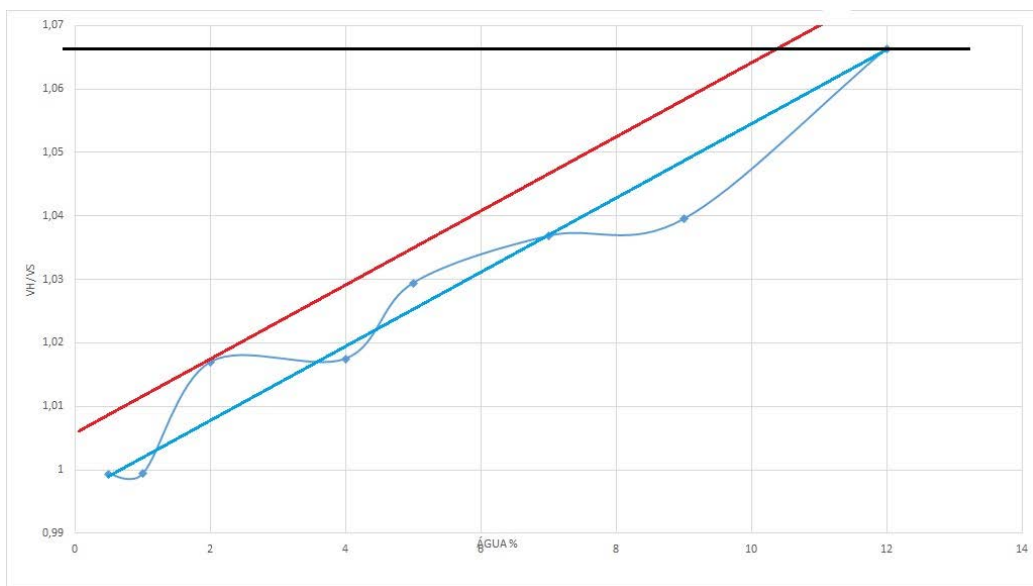
O ensaio de inchamento da areia é normatizado pela ABNT NBR 6467/2006 - Agregados - Determinação do inchamento de agregado miúdo. Devido à grande capacidade de agregado miúdo em absorver água, torna-se necessário o conhecimento do coeficiente de inchamento do agregado, pois através do processo de absorção de água ele sofre alterações em seu volume aparente (MEIER, 2011).

Os gráficos 3, 4, 5 e 6 apresentam os resultados do ensaio de inchamento das amostras.



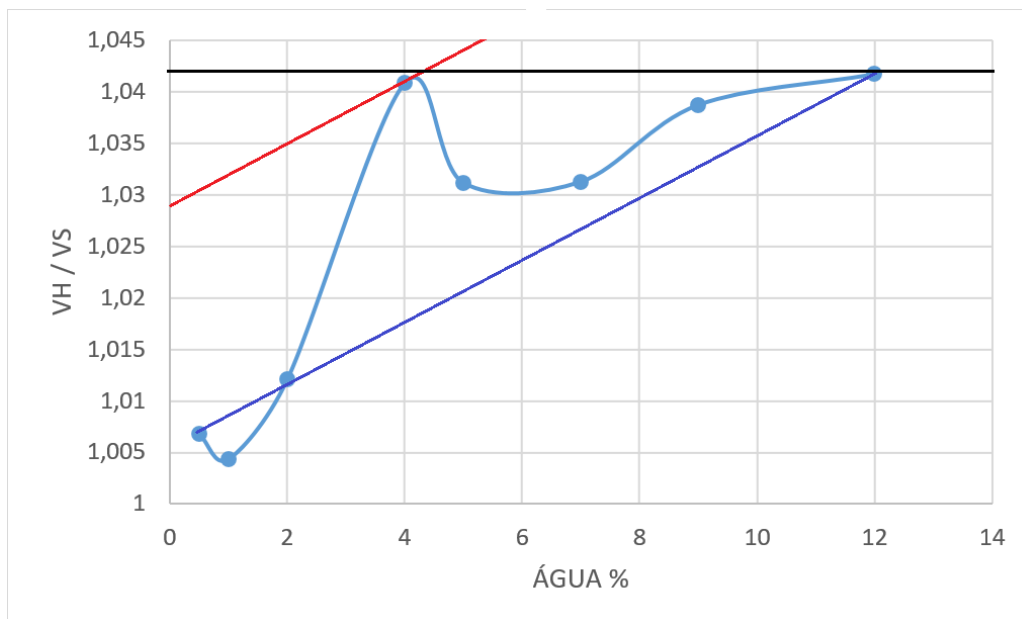
**Gráfico 3.** Areia sem tratamento. Fonte: Autor, 2018.

A amostra da areia sem tratamento apresentou umidade crítica de 9,8% e coeficiente de inchamento médio de 0,939.



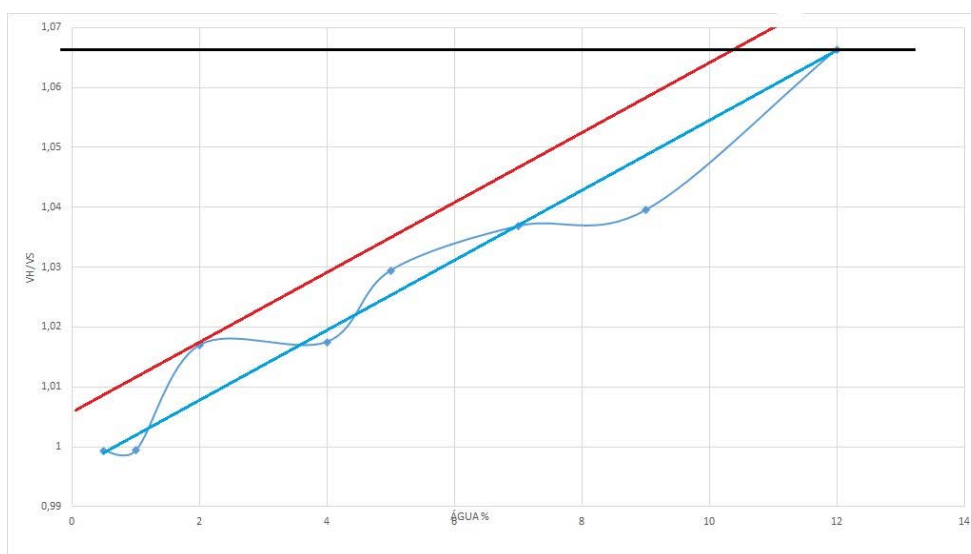
**Gráfico 4.** Areia com 10% de cal. Fonte: Autor, 2018.

A amostra da areia com 10% de cal apresentou umidade crítica de 10,6% e coeficiente de inchamento médio de 1,017.



**Gráfico 5.** Areia com 20% de cal. Fonte: Autor, 2018.

A amostra da areia com 20% de cal apresentou umidade crítica de 4,3% e coeficiente de inchamento médio de 1,041.



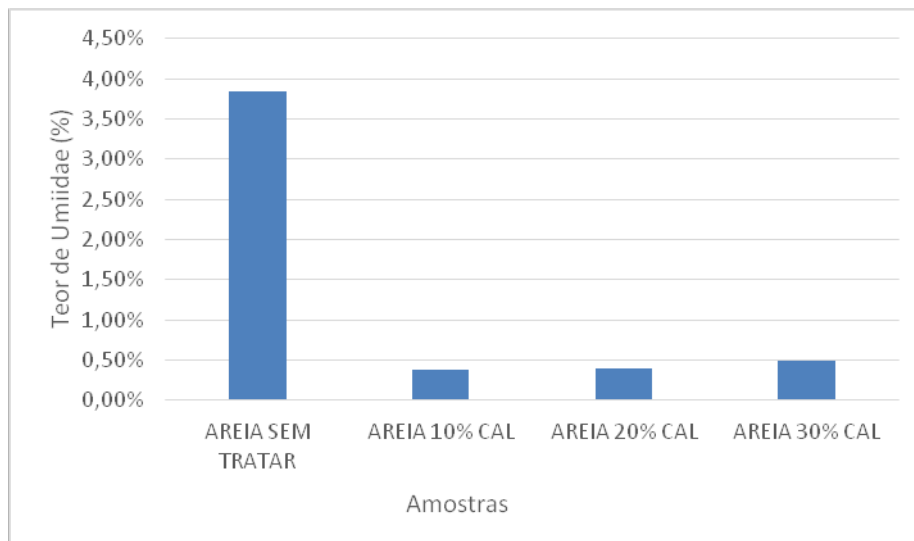
**Gráfico 6.** Areia com 30% de cal. Fonte: Autor, 2018.

A amostra da areia com 30% de cal apresentou umidade crítica de 10,4% e coeficiente de inchamento médio de 1,017.

### Teor de Umidade

O ensaio de teor de umidade da areia é normatizado pela ABNT NBR 6457/1986 – Amostras de Solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Através deste ensaio é possível analisar a relação que existe entre a massa de água e a massa de sólidos presentes no volume do agregado.





**Gráfico 7.** Teor de umidade. Fonte: Autor, 2018.

Nota-se que através dos resultados obtidos pelo ensaio de teor umidade das amostras, a areia sem tratar apresentou um teor de umidade de 3,84%, assim podemos definir que o agregado possui uma baixa quantidade de água em sua composição. Já nas amostras com adição de 10%, 20 %, e 30% de cal houve um decréscimo bem elevado, apresentando valores de teor de umidade de 0,38%, 0,39% e 0,49% para as amostras com 10%, 20% e 30% respectivamente.

#### **Torrões de argila e matérias friáveis**

O ensaio de torrões de argila e matérias friáveis é normatizado pela ABNT NBR 7218/1987 - Agregados - Determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis.

A presença de torrões de argila e materiais friáveis nos agregados miúdos ocasiona a perda de resistência mecânica no concreto e na argamassa, além de incômodos estéticos. A argila pode se fazer presente através de películas superficiais atrapalhando na aderência entre o agregado miúdo e o cimento, além de poder formar manchas em superfícies de concreto aparente (NEVILLE, 1982).

Através do ensaio de torrões de argila e matérias friáveis realizados na areia sem tratamento, foi possível determinar uma concentração de 19,92% de argila em sua composição.

#### **Determinação do teor de material pulverulento**

O ensaio de determinação do teor de material pulverulento é normatizado pela ABNT NBR 7219:1987 – Agregados – Determinação do teor de materiais pulverulentos.

A presença em excesso de material pulverulento no agregado miúdo se torna prejudicial na resistência mecânica do concreto e da argamassa, prejudicando a aderência entre o agregado e o cimento, além de elevar o consumo de água a ser utilizado no traço. Desta forma, se torna de extrema importância ter conhecimento da quantidade de material pulverulento presente na composição do agregado miúdo (MEIER, 2011).

Através do ensaio de determinação do teor de material pulverulento realizado na areia sem tratamento, foi possível determinar uma concentração de 3,92% de material pulverulento em sua composição.

#### **Determinação da composição granulométrica**

O ensaio de determinação da composição granulométrica é determinado pela ABNT NBR 7217:1987 - Agregados - Determinação da composição granulométrica de agregado graúdo.

A composição granulométrica é caracterizada de acordo com o tamanho dos grãos que compõem o agregado miúdo. Através desse ensaio pode ser definido o diâmetro máximo do

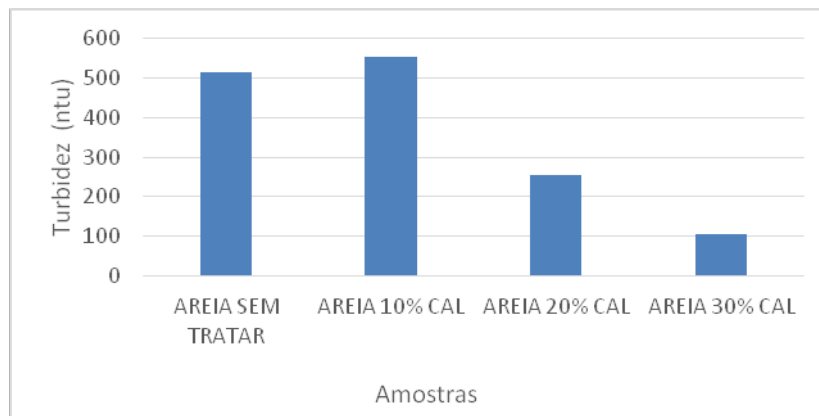


agregado e o seu módulo de finura, determinado de acordo com a soma das porcentagens retidas em cada peneira (MEIER,2011).

Através do ensaio de determinação da composição granulométrica realizado na areia sem tratamento, determinou-se um módulo de finura de 3,31 e um diâmetro máximo característico de 2,36mm. Diante desses resultados o agregado foi classificado como areia média.

### **Turbidez**

A turbidez está diretamente ligada a presença de sólidos suspensos na água, sendo estes compostos por partículas de rochas, argila, silte ou até mesmo por microrganismos. Os sólidos em suspensão na água podem atuar como abrigo para proliferação de microrganismos, podendo ser associados a compostos tóxicos e organismos patogênicos (SPERLING, 1996).



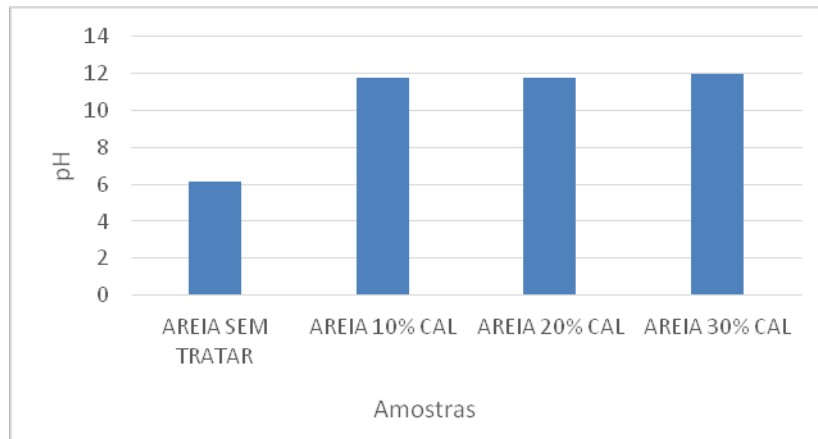
**Gráfico 8.** Turbidez. Fonte: Autor, 2018.

Nota-se nos resultados obtidos através da análise de turbidez nas amostras que foram diluídas em água destilada que a areia sem tratamento apresentou um valor de 514ntu. Na amostra com 10% de cal, ouve um acréscimo de aproximadamente 1%, quantificando 554ntu. Já nas amostras com 20% e 30% de cal ouve um decréscimo de 49% e 200% respectivamente, assim quantificando 253 ntu para a amostra com 20% de cal e 103ntu para a amostra com 30% de cal.

### **Potencial Hidrogênico (pH)**

O potencial hidrogênico indica as condições de acidez, sendo formadas pela concentração de íons de hidrogênio  $H^+$ , que são formados por sólidos e gases dissolvidos. Estes sólidos podem ser classificados como de origem natural através da dissolução de rochas, absorção de gases da atmosférica, oxidação da matéria orgânica, etc., ou de origem antrópica, devido ao despejo de resíduos domésticos e industriais de forma incorreta (SPERLING, 1996).

O pH neutro é igual 7, a variação do potencial hidrogênico pode acarretar diversos problemas, uma vez que o pH baixo  $< 7$ , faz com que a matéria se torne ácida. Já o pH elevado  $> 7$ , faz com que a matéria se torne básica, prejudicando a aderência do agregado com o cimento, gerando perda da resistência mecânica do concreto e da argamassa.



**Gráfico 9.** pH. Fonte: Autor, 2018.

Através da análise do pH realizada nas amostras pode-se observar que a areia sem tratamento apresentou inicialmente o pH baixo  $< 7$ , sendo este 6,17, assim considerada ácida. Logo após a adição de 10% e 20% de cal, apresentou um acréscimo de 91,2% em seu pH, quantificando 11,8  $> 7$ , assim tornando-a uma substância básica. Já na amostra com adição de 30% cal, houve um acréscimo de 94,5% alcançando um pH de 12  $> 7$ .

#### **Análise microbiológica**

Presente nos esgotos domésticos, seus principais componentes orgânicos são as proteínas, carboidratos, gordura e óleos, além de outras substâncias que são encontradas em menores quantidades como a ureia, surfactantes, fenóis e outros (SPERLING, 1996).

As impurezas orgânicas acarretam problemas no processo de hidratação do cimento, uma vez que as substâncias orgânicas presentes ocupam a superfície do agregado, prejudicando a sua aderência com o cimento, assim ocasionando a perda de resistência mecânica do concreto e da argamassa (MEIER, 2011).

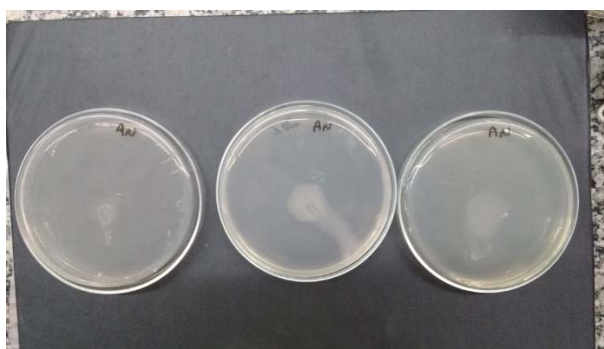
Através do ensaio de análise microbiológica foi possível observar que a areia sem tratamento possui uma elevada quantidade de matéria orgânica. Após o tratamento, realizado por meio da adição de cal nas porcentagens de 10%, 20% e 30%, foi possível observar que a quantidade de matéria orgânica se reduziu gradativamente de acordo com o aumento da proporção de cal adicionada a areia. Com a concentração de 30% de cal, foi observada a eliminação por completo das microbactérias como é representado nas figuras abaixo.



**Figura 3.** Análise microbiológica (areia sem tratamento).



**Figura 4.** Análise microbiológica (10% de cal).



**Figura 5.** Análise microbiológica (20% de cal).



**Figura 6.** Análise microbiológica (30% de cal).

## CONCLUSÕES

Após estudos efetuados sobre os tipos de tratamentos de areia através de pesquisas bibliográficas, realização de visita técnica para conhecer o processo do resíduo até o desarenador e com a realização dos ensaios laboratoriais, concluiu-se que o fato de se tratar este material, é uma medida sustentável, uma vez que o resíduo que retornaria ao meio ambiente em forma de rejeito da ETE, estará sendo reaproveitado para fins construtivos, deixando de poluir, degradar e contaminar o meio.

Concluiu-se ainda que os ensaios de material pulverulento e torrões de argila, apresentaram resultados acima do que é estipulado pelas normas, podendo este ser um empecilho caso o material tratado venha a ser utilizado para fins estruturais. Por outro lado, obteve-se êxito quando constatou-se que a matéria orgânica que era o principal agente poluente do resíduo foi quase integralmente eliminada, podendo-se afirmar a eficácia dos tratamentos utilizando-se as porcentagens de 20 e 30% de cal.

## REFERÊNCIAS

BORGES, N. B.; CAMPOS, J. R.; PABLOS, J. M.; FERREIRA, G. T. Potencialidade da utilização da areia removida em desarenadores de estação de tratamento de esgoto na construção civil, como material alternativo à areia comercial comum. **Revista DAE**, p. 64-79, 2016.

BORGES, N. B. **Aproveitamento dos resíduos gerados no tratamento preliminar de estações de tratamento de esgoto**. Hidráulica e saneamento – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, 2014.

BRASIL. ABNT NBR 7217/1987 - Agregados - Determinação da composição granulométrica de agregado graúdo, Rio de Janeiro, RJ, 1987.

BRASIL. ABNT NBR NM 52/2003 - Agregados - Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman. Rio de Janeiro, RJ, 2003.

BRASIL. ABNT NBR 6467/2006 - Agregados - Determinação do inchamento de agregado miúdo. Rio de Janeiro, RJ, 2006.

BRASIL. ABNT NBR 6457/1986 – Amostras de Solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização.

BRASIL. ABNT NBR 7218/ 1987 - Agregados - Determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis. Rio de Janeiro, RJ, 1987.

BRASIL. ABNT NBR 7219/2003 – Agregados – Determinação do teor de materiais pulverulentos. Rio de Janeiro, RJ, 2003.

MEIER, D. **Análise da qualidade do agregado miúdo fornecido em Curitiba e região metropolitana**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Ecoville. Curitiba, 2011.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto**. São Paulo: PINI, 1982.

SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: DESA, 1996.

YAMANE, L. H. **Avaliação da higienização do resíduo de caixa de areia de estações de tratamento de esgoto**. Engenharia Ambiental – Universidade Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-Graduação de Engenharia Ambiental. Vitória, 2007.