

INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO INDUSTRIAL DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES EM CERAMICA VERMELHA

INCORPORATION OF INDUSTRIAL RESIDUE FROM AN EFFLUENT TREATMENT STATION IN RED CERAMICS

Eduardo Carvalho Silva¹

Diogo Pedreira Lima²

¹ Acadêmico do Curso de Engenharia Civil – Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos

² Professor, mestre – Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos(Orientador)

RESUMO: O biodiesel é um combustível derivado dos ésteres de ácidos graxos de cadeia longa, proveniente de fontes biológicas renováveis como os óleos vegetais e a gordura animal. Tem sido uma boa alternativa para substituir os combustíveis fósseis, e com isso, sua produção tem aumentado e os resíduos gerados também têm crescido; é produzido principalmente pela reação de transesterificação via catálise básica, gerando dois produtos: o biocombustível e a glicerina. A produção de biodiesel gera um efluente líquido proveniente da etapa de purificação (lavagem ácida), que tem como principais constituintes: metanol, glicerina, biodiesel e etc. este trabalho tem por objetivo estudar qual o efeito da adição desses resíduos nas propriedades físicas de uma massa de cerâmica argilosa, que é utilizada na fabricação de telhas e tijolos, na região de Porto Nacional. Este estudo consiste na incorporação de resíduo industrial da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), da empresa Granol, foram adicionadas quantidades de 0%, 2%, 5%, 7,5%, 10% de efluente na massa para a fabricação de telhas tijolos. As propriedades avaliadas foram: absorção de água e tensão de ruptura a compressão de acordo com NBR 15270:2005. O uso do resíduo industrial influenciou significativamente e mostrou-se positivo, permanecendo dentro dos limites das estabelecidos pelas normas relacionadas a cada propriedade avaliada.

Palavras-chave: Reutilização. Resíduos. Cerâmica vermelha.

ABSTRACT: Biodiesel is a fuel derived from esters of long-chain fatty acids from renewable biological sources such as vegetable oils and animal fat. It has been a good alternative to replace fossil fuels, and with that, their production has increased and the waste generated has also grown; It is produced mainly by the transesterification reaction via basic catalysis, generating two products: biofuel and glycerin. The production of biodiesel generates a liquid effluent from the purification stage (acid

washing), whose main constituents are: methanol, glycerine, biodiesel and so on. this work aims to study the effect of the addition of these residues on the physical properties of a clayey clay mass, which is used in the manufacture of tiles and bricks, in the region of Porto Nacional. This study consists of the incorporation of industrial waste from the Effluent Treatment Station (ETE), from the company Granol, adding the amounts of 0%, 2%, 5% 7,5%, 10% of effluent in the mass of tile manufacturing bricks. The evaluated properties were: water absorption and bending rupture stress according to NBR 15270: 2005. The use of industrial waste significantly influenced and proved positive, remaining within the limits of those established by the standards pertinent to each evaluated property.

Keywords: Biomass. Waste. Red ceramics

1 INTRODUÇÃO

Uma das grandes preocupações dos órgãos de fiscalização ambiental e da saúde pública, são os resíduos industriais, pois eles podem apresentar em sua composição diversos elementos comprovadamente perigosos e em uma quantidade significativa que oferece muitos riscos, não só ao meio ambiente como até mesmo o ser humano (REIS, 2007).

As tradicionais indústrias de cerâmica utilizam para composição da massa cerâmica, materiais de natureza heterogênea geralmente constituída de materiais plásticos e não plásticos. O aproveitamento de materiais residuais de vários tipos, hoje já se faz presente, mesmo em porcentagens insignificantes (LIMA, 2016).

Resíduos da indústrias de Biodiesel, assim como outros resíduos envolvendo compostos orgânicos são atualmente submetidos a processos com alto custo para a transformação em classe II-A (resíduo não perigoso), com isso, a indústria de cerâmica vermelha tem um papel muito importante, pois ela pode ser a destinação final desses resíduos, Esta incorporação, realizada de maneira criteriosa, pode ajudar no destino mais vantajoso ambientalmente, desses que seriam uma fonte de poluição (ABNT, 2004).

Algumas vantagens podem ser citadas com a incorporação de resíduos na fabricação de cerâmica vermelha: a proteção ao meio ambiente e a economia combinada com a melhor qualidade dos produtos resultantes, isso chama atenção da indústria cerâmica. Comparando-se os processos de inertização com transformação do resíduo em peças de cerâmica vermelha, pode-se observar com facilidade que a

adição à massa para fabricação de peças em cerâmica vermelha não gera outros resíduos, sem prejuízo para a qualidade do referido material. No entanto, quando se utiliza os métodos de inertização do resíduo orgânico, este é apenas reclassificado, passando de resíduo classe I, perigoso, para classe II-A, não perigoso não inerte, requerendo ainda espaço e cuidados para disposição correta (VIEIRA, 2006).

Os efluentes originados da produção de biodiesel têm uma capacidade muito grande de poluir o meio ambiente. As áreas que são afetadas por esse tipo de poluição apresentam danos quase que irreparáveis em sua biodiversidade. As indústrias de produtoras de biodiesel vêm se preocupando muito com o assunto e fazendo o possível para minimizar os impactos ambientais e recuperar os locais já afetados. Todavia, não é possível recuperar por completo os compostos que compõem tal efluente, traços desses compostos dependendo do regime de funcionamento dos reatores usados na produção de biodiesel (batelada ou contínuo) e dos sistemas de recuperação, remanescem nos efluentes gerados por esses sistemas. (VIEIRA, 2006).

Fica a necessidade de se buscar alternativas para a destinação desses efluentes, o biodiesel se caracteriza por ser um combustível ambientalmente sustentável, e por isso deve mostrar essa sustentabilidade também no tratamento do seus efluentes, as indústrias de cerâmica vermelha podem ser muito importantes nesse ponto, pois elas podem ser a destinação final desses resíduos.

Baseado nessa premissa este trabalho buscou estudar a adição dos resíduos da ETE, na argila vermelha, proveniente da região de Porto Nacional, matéria prima utilizada localmente para fabricação de tijolos e telhas e avaliar quais os efeitos dessa adição nas propriedades da cerâmica.

2 METODOLOGIA

Para realização deste trabalho utilizou-se como matérias-primas uma massa cerâmica empregada para fabricação de cerâmica vermelha procedente da região de Porto Nacional, Tocantins, coletada na cerâmica Tocantins e resíduo da ETE, (resíduo do processo de queima da caldeira de biomassa da indústria Granol situada no parque industrial de Porto Nacional).

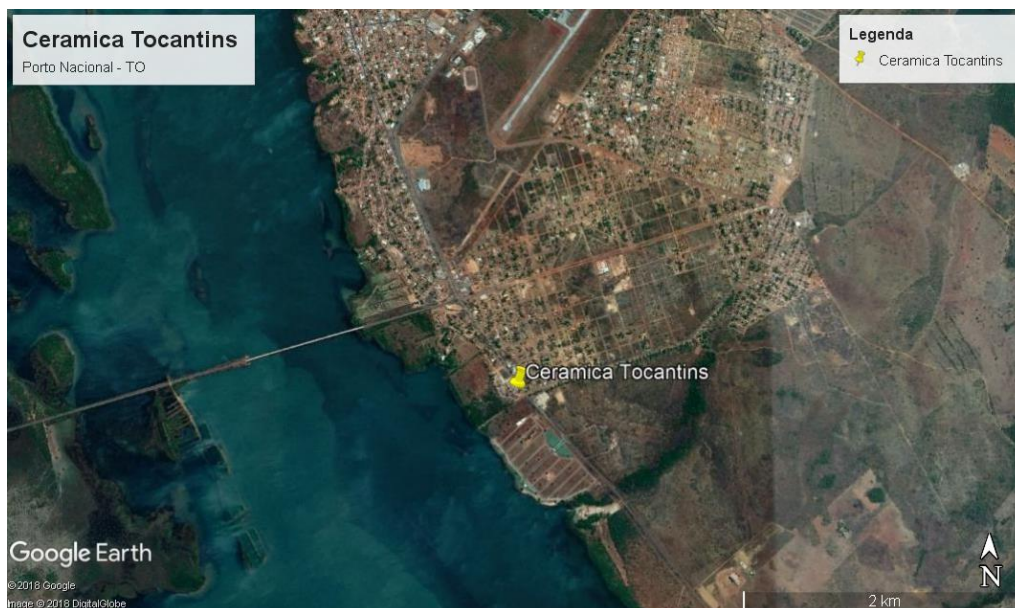


Figura 1 - Localização da Cerâmica Tocantins
Fonte: Spot Datum WGS 84 Zona 23

Esta pesquisa é de caráter experimental determinando-se como ensaios de absorção de água, tensão de ruptura à compressão, selecionando-se as variáveis de porcentagem 0%, 2%, 5%, 7,5%, 10% de resíduo da ETE incorporada que seria capaz de influenciar esses.

A massa cerâmica utilizada no presente trabalho, primeiramente passou por processo de secagem, seguida de destorroamento, homogeneização e peneiramento, conforme descrito na NBR 6457 (ABNT, 2016).

Logo após esse processo foi realizado a caracterização física. As análises foram realizadas no Laboratório de Solos do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos – ITPAC em Porto Nacional. Para a caracterização física das matérias-primas e misturas realizou-se ensaios de análise granulométrica, índices de consistência (limite de liquidez, limite de plasticidade e índice de plasticidade) e densidade real dos grãos, segundo as recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

A Análise Granulométrica é para determinar a distribuição de tamanho de partículas das amostras, utilizou-se o método combinado de peneiramento e sedimentação, conforme NBR 7181 (ABNT, 2016). Com o material que foi passado na peneira de 2mm (10mesh).

Os ensaios de sedimentação consistiram em colocar em um béquer 70g de amostra passante na peneira de 2mm, seca ao ar, em 125ml de solução de defloculante (hexametáfosfato) e deixar em repouso por um período de 24 horas.

A mistura foi colocada no dispersor por um período de 15 minutos. Logo após, colocou-se a mistura em uma proveta e adicionada água destilada até atingir o volume de 1000ml. Após estabilizar a temperatura em 24°C agitou-se colocando as partículas em suspensão, e ao iniciar a sedimentação mergulhou-se cuidadosamente o densímetro na dispersão. Procedeu-se as leituras do densímetro nos tempos de 0,5, 1, 2, 4, 8, 15, 30, 60, 120, 240 e 480 minutos.

Em seguida, lavou-se na peneira de 200mesh, secou em estufa e só então procedeu-se o peneiramento utilizando para isto peneiras de malha 16mesh, 30mesh, 50mesh, 100mesh e 200 mesh.

A preparação da amostra para determinar os limites de Atterberg (limite de plasticidade e de Liquidez) seguiu-se o protocolo estabelecido na NBR 7180 (ABNT, 1984), em que foi tomada uma fração de 200g de cada matéria prima destorroadas, secas na temperatura ambiente e passantes na peneira de 40mesh, e então, umedecida com água, até formar uma pasta uniforme e consistente. O limite de liquidez (LL) foi determinado conforme NBR 6459 (ABNT, 2016), utilizando o método de Casagrande. Os valores de umidade e números de golpes obtidos neste experimento foram plotados em um gráfico, em que na abscissa se encontrava o número de golpes e na ordenada, a respectiva umidade. A umidade referente à projeção de 25 golpes, sobre a reta traçada, foi considerada o limite de liquidez.

Para a determinação do limite de plasticidade (LP) seguiu-se a NBR 7180 (ABNT, 2016). Aproximadamente 10g da amostra foi moldada até adquirir um formato cilíndrico.

Quando o cilindro atingiu as dimensões previstas na norma e fragmentou determinou-se a umidade. Sendo a umidade média de três repetições consideradas o limite de plasticidade.

O Índice de Plasticidade (IP), que indica o caráter plástico da matéria prima, foi obtido pela diferença entre o limite de liquidez (LL) e o limite de plasticidade (LP). Este índice determina o caráter de plasticidade da matéria prima, visto que, quanto maior o índice, mais plástico será o material.

A massa específica dos grãos foi determinada de acordo com a NBR 6508 (ABNT,1984), utilizando materiais passantes na peneira de 40mesh. Para uma parte

desta amostra, foi determinada a umidade e a outra foi hidratada com água destilada por um período de 12 horas.

Em seguida, a amostra hidratada foi transferida ao picnômetro e aplicado vácuo de 88KPa durante 15 minutos, a fim de remover todo o ar aderido às partículas do material. Adicionou-se água destilada até a marca de calibração do picnômetro, e deixou-o em repouso até alcançar a temperatura ambiente. Foi então pesado o picnômetro + matéria-prima + água e anotou-se. Logo em seguida, foi determinada a curva de calibração correspondente a massa do picnômetro cheio de água até a marca de referência.

O lodo coletado foi primeiramente deixado para que perdesse a umidade naturalmente, no entanto, o material não perdeu umidade necessária para realização dos ensaios de caracterização física. Devido a não solidificação do resíduo, resolveu-se utilizar o lodo em estado líquido, dessa forma, com a adição do lodo em estado líquido, foi economizado a quantidade de água, na mesma proporção de lodo utilizado em cada porcentagem, ou seja, com acréscimo de 2,5% de resíduo, não foi utilizado 2,5% de água.



Figura 2 – Lodo da ETE Granol
Fonte: (SILVA, 2018)

Para elaboração dos corpos de prova foram analisadas cinco composições com incorporação de resíduo da ETE na massa argilosa nos seguintes percentuais: 0%, 2,5%, 5%, 7,5% e 10 % em peso com referência ao branco (0%), valores esses escolhidos tendo como referência a tese de Lima (2016) que utilizou até 10% de lodo,

Para cada composição determinada, serão confeccionados três corpos de prova para os ensaios laboratoriais. Em laboratório foi pesada as amostras com 100% de massa cerâmica (branco) e outras amostras contento: 97,5% de massa cerâmica e 2,5% de lodo da ETE; 95% de massa cerâmica e 5% de lodo da ETE, 92,5% de massa cerâmica e 7,5% de lodo da ETE; 90% de massa cerâmica e 10% de lodo da ETE.

As misturas foram umedecidas de acordo com o teor de umidade determinado nos ensaios de caracterização física, e pela umidade do lodo da ETE Granol que se encontrava em forma líquida. Com o lodo adicionado de forma líquida, a água que seria utilizada para o resíduo, foi desprezada, ou seja, para elaboração dos corpos de provas de 25g, com adição de 10%, houve uma dispensa de 2,5ml de água, referente ao resíduo. Depois de preparada a mistura, esta foi levada prensada com uma carga de 2,5 Mpa por 1 minuto no embolo retangular 6x2cm, conhecido vulgarmente como “molde”.



Figura 3 – Corpos de Provas antes de serem queimados
Fonte: (SILVA, 2018)

Após elaboração dos corpos de provas, os mesmos foram levados à Cerâmica Tocantins, onde foram colocados para serem queimados por 48 horas, a temperatura foi aferida, e a temperatura ficou entre 800°C a 900 °C.

Após de queimados, os corpos de provas, novamente voltaram para o Laboratório do ITPAC para os ensaios de absorção e resistência.

Para determinação da absorção de água, primeiramente foram mensurados os valores de massa seca e massa úmida dos corpos de prova. Com relação à massa seca, os corpos de provas foram submetidos à secagem em estufa a temperatura de 110°C até atingir peso constante.

Para determinação da massa úmida, os mesmos corpos de provas foram submetidos ao teste de imersão em um recipiente preenchido com água em temperatura ambiente, de maneira que, o volume de água fosse suficiente para mantê-los totalmente imersos, por um período de 24 horas. Passado este período, os corpos de provas foram removidos do recipiente, colocados para escorrer, secos com pano e posteriormente pesados.

Sabe-se que a cerâmica absorve água, devido aos vazios presentes mesmo após a queima, de acordo com a NBR 15310 (ABNT, 2005), o limite máximo admissível de absorção de água é 20%, valores de absorção superiores a esse são inadmissíveis.

O ensaio de resistência foi feito pelo ensaio de compressão, de acordo com a NBR 15270-3 (ABNT, 2005), os corpos de provas foram encaixados no dispositivo, em seguida foi aplicada a carga no ponto correspondente, a uma velocidade constante, sem golpes, até que ocorresse a ruptura do mesmo. O valor de carga máxima de ruptura de cada corpo de prova foi então determinado em Mpa seguindo a NBR 15270-2 considerando mínimo aceitável de 3 Mpa (ABNT, 2005)

3 RESULTADOS

Pela análise granulométrica, conforme escala de classificação internacional (SANTOS, 1989), a massa cerâmica apresentou predominância em sua constituição de silte e de areia.

As plasticidades das argilas podem ser avaliadas através dos limites de Attenberg que indicam a adequação da massa cerâmica a ser conformada por extrusão (ARAÚJO et al., 2015). Foi verificado que o limite de liquidez do solo foi 39% e o limite de Plasticidade ficou em 42,8%.

Segundo a NBR 7180 (ABNT, 1984) o Índice de Plasticidade é a diferença entre os dois limites de liquidez e limites de plasticidade, indica a faixa de valores em que o solo se apresenta plástico, na matéria prima utilizada e de acordo com os valores encontrados, esse valor ficou com 4,4%.

Com base nos ensaios realizados em Laboratório, pode-se observar que a massa específica dos grãos do solo apresentou valor de $2,714\text{g/cm}^3$, quando as massas apresentam valores entre $2,500\text{g/cm}^3$ a $2,800\text{g/cm}^3$, segundo SANTOS (1989) são classificadas dentro da faixa de produtos argilosos.

O ensaio de absorção foi satisfatório, ficando abaixo dos limites de que a norma estabelece que é de 20%. Conforme a tabela abaixo.

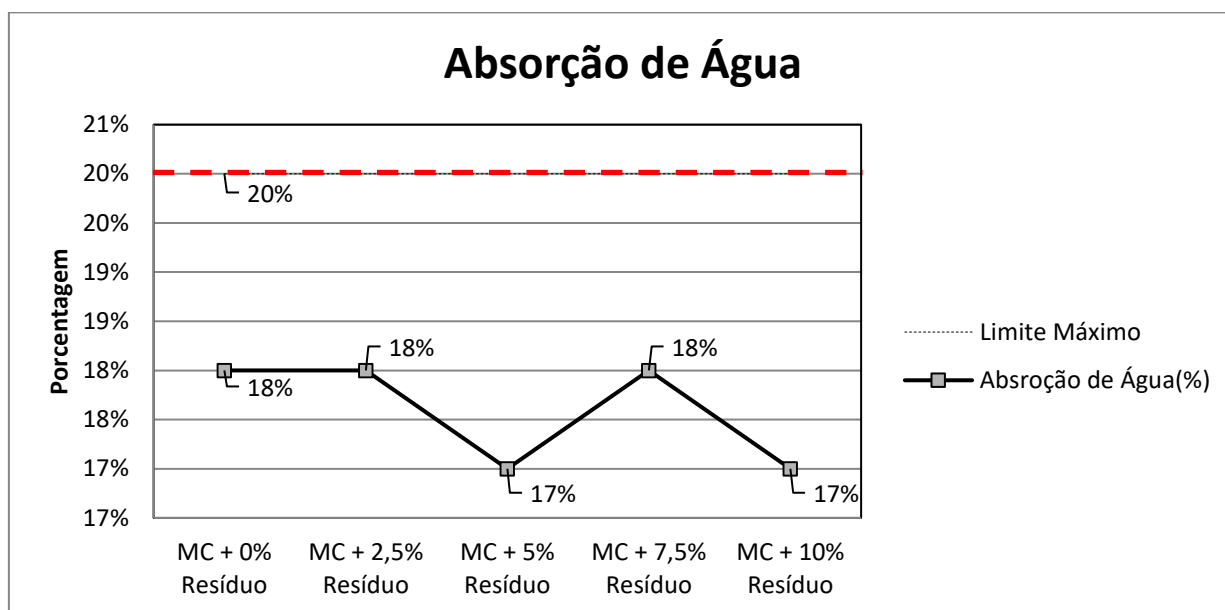


Figura 4 – Absorção de água tendo referência o limite máximo permitido pela NBR 15270:3/2005
 Fonte: (SILVA, 2018)

Com base nos resultados acima, verifica-se que os corpos de prova produzidos, utilizando como matéria-prima somente a massa cerâmica apresentaram valores de Absorção de Água inferiores a 20%, que é o valor máximo admissível para telhas em ambientes tropicais, conforme previsto na NBR 15310 (ABNT, 2005).

Os corpos de provas com adição de resíduo da ETE, também apresentaram valores inferiores a 20%, no entanto, sua cor variou de acordo com a quantidade adicionada de resíduo, por exemplo, o corpo de prova com a adição de 10% de resíduo apresentaram uma coloração bem mais escura que o corpo de prova com adição de 2,5%.

Os corpos de provas foram submetidos ao ensaio de resistência a compressão, os valores estão expressos na tabela 2

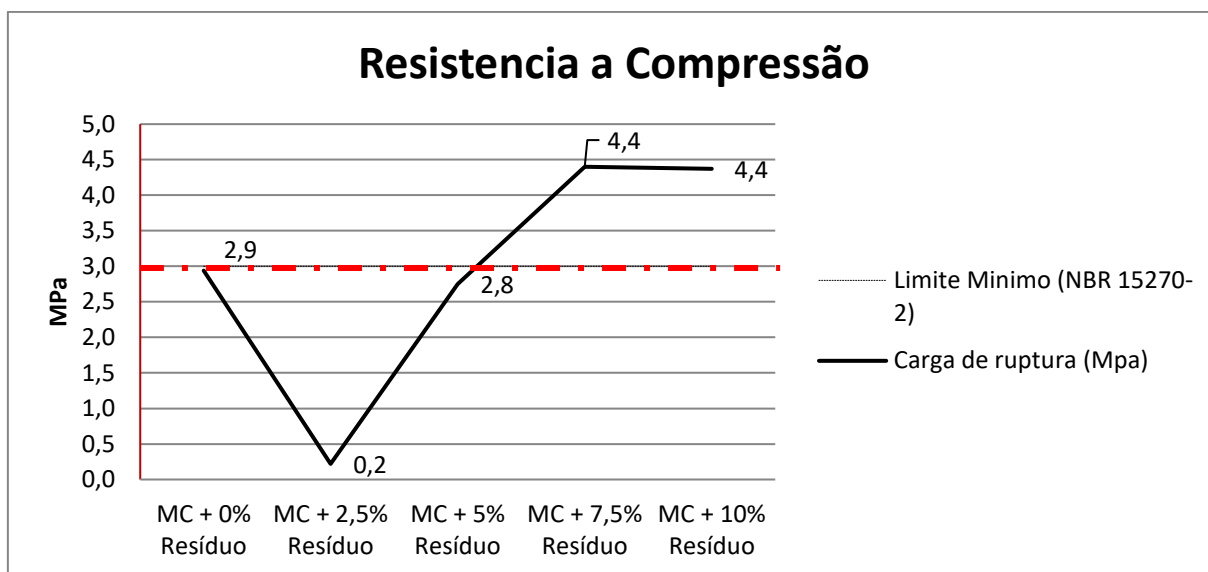


Figura 5 – Resistencia à Compressão tendo como Referência o limite mínimo segundo NBR 15270:2
Fonte: (SILVA, 2018)

Devido a uma falha técnica, no instrumento que realiza o ensaio de resistência a compressão, nos corpos de provas com adição de 2,5% de lodo, não foi possível fazer a avaliação precisa do resultado.

4 DISCUSSÃO

A massa cerâmica apresentou predominância em sua constituição de silte e de areia, sendo enquadradas também como argila magra segundo Pracidelli e Melchiades (1997).

Lima (2016) também verificou predominância de silte na composição de 50% das massas cerâmicas utilizadas para fabricação de cerâmica vermelha. De acordo com Pracidelli e Melchiades (1997) a areia acrescenta trabalhabilidade de argilas, reduzindo o grau de compactação da massa e facilita a passagem de água do interior da peça.

Lima (2016) citou a grande importância que a plasticidade tem para a cerâmica vermelha, já que é a extrusão se perfaz no principal método de conformação empregado, e para isso é preciso que a massa apresente uma consistência plástica. O Limite de Plasticidade (LP) indica a quantidade de água mínima que a massa cerâmica deve conter para ser conformada (ARAÚJO et al., 2015). Para o presente trabalho a umidade utilizada para conformação foi de 25%.

Devido o lodo da ETE Granol, em estado líquido, não foi incluído na composição da massa dos corpos de prova água para a massa total, e sim para a quantidade de solo correspondente, ou seja, no solo com adição de 10% de lodo da ETE, (90% solo + 10% lodo) economizou-se 10% de água, economia muito significativa.

Quando comparada à absorção dos corpos de provas sem adição e com adição de resíduo da ETE Granol, notou-se que a variação não é significativa. Com base nos resultados a absorção verifica-se que a adição de resíduo melhora, ainda que apenas um ponto percentual a absorção de água, mas todas as amostras ficaram abaixo de 20% admitidos pela Norma Brasileira.

Outros autores como Monteiro et al. (2008), Lima (2016) relatam aumento da absorção de água, com acréscimo de lodo, estes autores relatam ainda que o aumento exponencial de absorção com acréscimo de lodo pode estar relacionado ao aumento da porosidade e perda ao fogo. No entanto com o lodo da ETE, que foi utilizado de forma líquida essa porosidade e perda ao fogo, não foi significativa para o aumento da absorção, ao contrário, mostrou-se eficaz mantendo a absorção e em alguns casos foi menor que do corpo de prova sem adição de lodo.

A resistência dos corpos de provas com adição de resíduo de ETE mostrou-se favorável em algumas porcentagens, quando comparado com os corpos de prova sem adição de lodo, verificou-se um ganho de quase 1,5 Mpa de resistência a compressão nos blocos com 7,5% e 10%. E isso é interessante para a indústria pois como já foi mencionado, com a adição de lodo, houve uma economia de água de até 10%, de acordo com a quantidade de lodo adicionado, ou seja, com a adição de 2,5% houve uma economia de 2,5%, com adição de 5% de resíduo, a economia de 5% de água e assim por diante. e com essa economia e aumento da resistência se pode fazer materiais que suportam mais cargas e com custo menor.

5 CONCLUSÃO

Inúmeras pesquisas foram realizadas, buscando alternativas para a destinação do lodo proveniente das Estações de Tratamento de Água, e esse trabalho visa saber se o lodo da Estação de Tratamento de Efluentes industriais de uma empresa de Biodiesel, seria uma boa alternativa para o setor ceramista é uma opção

para aproveitamento deste resíduo na fabricação de novos produtos, e com base nos resultados alcançados neste trabalho, conclui-se que:

- A adição de 7,5% e 10% de lodo da ETE Granol foi uma excelente proporção, se mantendo abaixo do limite de 20% de absorção de água, definido pela NBR 15310, e essa adição manteve os níveis de absorção de água iguais aos níveis da massa cerâmica sem adição de resíduo,
- Os corpos de prova com 7,5% e 10% de adição de resíduo da ETE Granol aumentou consideravelmente a resistência dos mesmos, pois, de acordo com a NBR 15270-2, o mínimo é de 3 Mpa, com a adição de resíduo ultrapassou esse valor. Mostrando se viável para elaboração de novos produtos e melhoria nas características dos já existentes.
- A adição de lodo da ETE Granol se mostra viável no quesito economia de matéria prima, (argila) e água, pois, o lodo em estado líquido substitui tanto a argila como a água.
- Como a adição de 7,5% e 10% de lodo da ETE Granol mostrou-se satisfatório, recomenda-se futuramente que outros trabalhos, aumente a quantidade de lodo acrescentado para que se possa analisar o comportamento dessa cerâmica, verificar a plasticidade, como também, verificar a retração.

AGRADECIMENTO

Agradecimentos primeiramente a Deus, por tudo que ele nos concede todos os dias. Agradeço à empresa Granol, que disponibilizou de muito bom grado o resíduo da sua Estação de Tratamento de Efluentes. Assim como a Cerâmica Tocantins, que permitiu a coleta do solo, e a queima das amostras. Ao ITPAC PORTO e seu corpo de funcionários que nos ajudaram desde o processo de secagem do material, até a realização de todos os ensaios. E a minha família, meu pai, Oziel Alves da Silva, minha mãe, Noeme Carvalho Rodrigues, minha noiva, Mayra Ruiz Diaz, e meu primo, Samuel Carvalho dos Reis, que pacientemente me ajudaram no trabalho braçal e financeiramente. E ao professor Diogo Pedreira Lima pela orientação e respostas rápidas quando surgia os imprevistos e contratempos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004.

_____. NBR 6457: Amostras de solo: Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 1986.

_____. NBR 6459: Solo: Determinação do Limite de Liquidez. Rio de Janeiro, 1984.

_____. NBR 6508: Grãos de solos que passam na peneira de 4,8 mm: Determinação da Massa Específica. Rio de Janeiro, 1984.

_____. NBR 7180: Solo: Determinação do Limite de Plasticidade. Rio de Janeiro, 1984.

_____. NBR 7181: Solo: Análise Granulométrica. Rio de Janeiro, 1984

_____. NBR 15270-2: Componentes cerâmicos: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005

_____. NBR 15270-3: Componentes cerâmicos: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2005

_____. NBR 15310: Componentes cerâmicos: Telhas: terminologia, requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2005

ARAÚJO, F. C.; SCALIZE, P. S.; ALBUQUERQUE, A.; ANGELIM, R. R. **Caracterização física do resíduo de uma estação de tratamento de água para sua utilização em materiais de construção.** Cerâmica, v. 61, p. 450-456, 2015

LIMA, DIOGO PEDREIRA. **Caracterização de lodo da estação de tratamento de água utilizado como agregado na construção civil em elementos de telhas vermelhas.** Palmas, TO, 2016

MONTEIRO, S.N.; ALEXANDRE, J.; MARGEM, J. I.; SÁNCHEZ, R.; VIEIRA, C. M. F. **Incorporation of Sludge from Water Treatment Plant into Red Ceramic. Construction and Building Materials**, v. 22, p. 1281–1287, 2008.

PRACIDELLI, S.; MELCHIADES, F. G. **Importância da composição granulométrica de massas para a cerâmica vermelha.** Cerâmica Industrial, v. 2, p. 31-35, 1997

REIS, Carlos Nelson dos. **A responsabilidade social das empresas: o contexto brasileiro em face da ação consciente ou do modernismo do mercado?** Rev. econ. contemp., maio/ago. 2007, vol.11, no.2, p.279-305.

VIEIRA, C. M. F.; MONTEIRO, S. N. **Cerâmica Argilosa Incorporada com Resíduo Oleoso Proveniente do Setor Petrolífero.** Revista Matéria, v. 11, n. 3, pp. 217–222, 2006.