

## RESÍDUOS SÓLIDOS

### CONFEÇÃO DE TIJOLOS A PARTIR DA REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS.

**Bruno Oliveira Garcia (AUTOR PRINCIPAL)** – bruno.2oliveiras@hotmail.com  
Unesp Rio Claro.

**Profa. Dra. Maria Lúcia Pereira Antunes (COAUTOR)** – malu@sorocaba.unesp.br  
Unesp Sorocaba.

**Marcel Gobbi (COAUTOR)** – marcelgobbi@gmail.com  
Unesp Sorocaba.

**Resumo:** Os diversos resíduos gerados nas indústrias representam um grande desperdício de matéria-prima, além de representarem potenciais riscos à sociedade e ao meio ambiente. O gerenciamento dos resíduos sólidos industriais é um dos principais problemas enfrentados pelas empresas, seja por questões ambientais e legais, seja por questões financeiras. A destinação desses resíduos são em geral lixões, aterros sanitários ou mesmo terrenos abandonados ou inabitados. Observa-se então, a necessidade de buscar novos processos que permitam a redução dos resíduos gerados pelas indústrias, bem como novas formas de reaproveitamento desses resíduos. Uma possibilidade de reaproveitamento dos mesmos é a sua utilização na construção civil, substituindo, parcialmente, matérias-primas como a brita e areia por resíduos industriais. Esta é uma alternativa positiva, uma vez que reduz a deposição de resíduos em aterros e ainda contribui com a redução de insumos e custo na indústria da construção civil. É nessa perspectiva, que se insere a motivação deste projeto, que tem como objetivo identificar os resíduos industriais da cidade de Sorocaba e região, que possuem potencial para serem utilizados na confecção de tijolos de cimento para calçamento, realizando os ensaios e os experimentos necessários. Por fim, o material produzido, poderá ser distribuído para a construção de calçadas e pequenas passarelas de Instituições beneficentes da cidade.

**Palavras-Chave:** Resíduos, Construção Civil, Reaproveitamento.

## **1. INTRODUÇÃO E OBJETIVO:**

Há algum tempo o meio ambiente vem sendo explorado de uma forma predatória e irreversível. Para mudar esse cenário cada vez mais pessoas vêm se preocupando com esse grave problema mundial, tanto que há algum tempo o princípio dos 3R's (reciclar, reutilizar e reduzir) vem sendo empregado em diversos setores [1].

A ideia do projeto “Calçadas Ecológicas” baseia-se principalmente na reutilização de resíduos sólidos industriais, aqueles que são gerados nos processos produtivos da indústria [6], disponibilizados por empresas da região. Diz-se que é reutilização pois não há mudança das características físicas da maioria dos resíduos, principal diferença entre a reutilização e a reciclagem [2]. Geralmente para a reutilização é necessário se utilizar da criatividade, pois os resíduos são utilizados da mesma forma que iriam para o aterro. No projeto o resíduo é reutilizado para a produção de argamassa, geralmente substituindo a uma parcela de areia ou brita, dependendo do tipo de argamassa, como matéria prima. Vale destacar que todos os materiais reutilizados passaram por testes de caracterização granulométrica e de suas características o que comprovou ser possível a sua utilização.

Argamassa pode ser definida de várias maneiras, é comumente definida como sendo “uma massa plástica, capaz de endurecimento posterior e resultante de uma mistura de ligante, areia e água”, porém segundo a ABNT / NBR 13529 (1995) [3], por exemplo, define a argamassa para revestimento como sendo “uma mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) inorgânico(s) e água, contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento”. Ainda segundo a NBR 13529/1995 existem basicamente dois tipos de aglomerantes (material inorgânico natural) que dão nome aos tipos de argamassa, o cimento, o cal ou ambos utilizados em conjunto. O tipo de argamassa a ser utilizado depende de muito do local de utilização, de acordo com a disponibilidade e consequentemente viabilidade econômica de cada região, por exemplo, existem regiões onde é mais escasso o cal, e logo, tem o preço mais elevado, então por consequência utiliza-se o cimento. Neste projeto foi utilizado o cimento Portland por conveniência, e essa consiste em uma mistura homogênea de areia, cimento e água. Escolhemos esse tipo devido a sua alta resistência, característica necessária para a confecção de calçadas [4]. A argamassa é uma mistura que será a base para a confecção destes tijolos, assim que colocada em um molde e seguidas as seguintes etapas de descanso da massa que foi colocada no molde.

Os resíduos utilizados durante o projeto “calçadas Ecológica”, foram obtidos de indústrias da região de Sorocaba. Foram escolhidos resíduos com potencial para a substituição de matéria prima para a produção de argamassa. Inicialmente, na região, foram identificados os resíduos de um fundição, ou melhor, areia de fundição e também o resíduo proveniente da furação de pás eólicas, ambos utilizados por indústrias locais que encontram certos problemas para fazer seu descarte correto. Já o resíduo de EVA (Etil Venil Acetato), resina termoplástica derivada do petróleo [7], é originário do Sul do país. Todos os resíduos citados acima teriam

como destino algum aterro sanitário ou lixão de regiões próximas, e as indústrias teriam que arcar com alguns custos para isso, logo, não é foram encontradas dificuldades para que as empresas concedam esse resíduo para pesquisas, ainda mais que, através da legislação vigente, existem incentivos a reciclagem [6]. Os resíduos utilizados passaram por teste de caracterização e granulometria para ter certeza de que é possível a sua reutilização sem que haja qualquer dano, à argamassa produzida.

Através deste projeto, teve-se a ideia de confeccionar uma parte da calçada do campus com tijolos “ecológicos”, para que esta ficasse exposta para que os alunos se identificassem, e também para que fosse um primeiro passo para uma futura expansão da técnica de produção de tijolos com resíduos para além da universidade, visto que, mesmo que um dos pilares da universidade pública seja a extensão, existe uma certa dificuldade dos projetos de, efetivamente, abrangerem uma parcela significativa da universidade.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1) MOLDES PARA A CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA**

Os corpos de provas foram confeccionados seguindo a norma ABNT 5738 (Procedimento para modelagem e cura de corpos-de-prova) [5], que determina que para corpos cilíndricos, a altura deve ser igual ao dobro do diâmetro, sendo que o ultimo deve ser de 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm, 30 cm ou até de 45 cm. E também considera que a lateral e a base do molde não deve ser de material absorvente e nem que reaja com o cimento Portland. No caso do projeto, os moldes foram feitos a partir de canos de PVC (Policloreto de Vinila), material obtido através da reação de polimerização de cloretos de vinila (cloroetano), um dos polímeros mais utilizados no mundo, juntamente com a PET [8], que foram cuidadosamente cortados para que seguissem a norma NBR 5738, que sugere os testes a partir de corpos cilíndricos, um dos motivos pelo qual foi utilizado este material e este formato, além do fato de ele ser facilmente encontrado. Neste projeto foram utilizados corpos de 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura (Figura 1). É necessário seguir a norma para que seja possível levar os corpos de prova para o teste de resistência.



Figura 1 – Moldes para argamassa feitos de PVC e base constituída de CAPS.

## 2.2) PRODUÇÃO DA ARGAMASSA

O primeiro passo, para a produção de argamassa é separar os materiais que serão utilizados. Usualmente a argamassa é composta de: areia, cimento e água, nas proporções de 1 cimento para cada 3 de areia. Em relação a quantidade de água, esta foi adicionada de modo a se obter a consistência adequada, sem que haja uma proporção exata. Nesta etapa do projeto foram utilizados como resíduos o EVA, substituindo a areia em proporções volumétricas, de 10% e 20%, e areia de fundição nas proporções, também volumétricas, de 5% e 10%. Além das corpos de prova confeccionados com o incremento dos resíduos, é necessário que se tenha corpos brancos, sem nenhum tipo de adição de resíduo, para que sejam utilizados em testes de referência.

Assim que os materiais estão devidamente separados, ocorre a mistura dos componentes: areia, o resíduo e o cimento, nas proporções corretas e aos poucos são adicionadas porções pequenas de água, até que a massa obtenha uma consistência pastosa. Quando a argamassa atingir a consistência desejada é hora de coloca-la nos moldes (figura 2),

que estão devidamente untados com óleo vegetal para facilitar no momento da desmoldagem. É necessário, para a homogeneização da argamassa, que o molde seja preenchido até a metade e façamos 6 furos na argamassa, com algum objeto cilíndrico, como um pincel, e depois bater na base do molde até os furos desaparecerem, e depois terminar de preencher o molde e repetir o procedimento de homogeneização.



Figura 2 – Preenchimento dos moldes com argamassa.

### 2.3) PERÍODO DE CURA E DESMOLDAGEM

Para a desmoldagem é necessário que, antes do preenchimento dos moldes com a argamassa, todos estivessem devidamente identificados, e que a parte interior do molde estivesse untada com óleo vegetal, para facilitar o processo de desmoldagem. Foi escolhido o óleo vegetal como lubrificante, para que este não reaja com a argamassa e altere suas propriedades químicas e físicas.

O tempo de desmoldagem dos corpos de argamassa foi de 24 horas, então após o tempo necessário os corpos foram desmoldados e colocados no processo de cura. Imediatamente após a desmoldagem é necessário que os corpos de prova sejam colocados em solução saturada de hidróxido de cálcio a  $(23\pm 2)$  °C e umidade relativa do ar superior a 95%, e sem ação de gotejamento ou qualquer ação de água corrente. Assim os corpos foram submersos em solução de água com cal e protegidos por uma manta, para que não houvesse evaporação ou ação externa que pudesse atrapalhar no processo, e assim permaneceram durante 28 dias, tempo de cura necessário.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1) Tijolos obtidos.

Após o período de cura foram obtidos os tijolos, que neste caso são tratados como corpos de prova que foram confeccionados em formato cilíndrico, devido a necessidade de se seguir a norma técnica, a qual especificava corpos neste formato. As figuras 3 e 4 mostram os corpos de prova obtidos com a substituição da areia por EVA e areia de fundição.

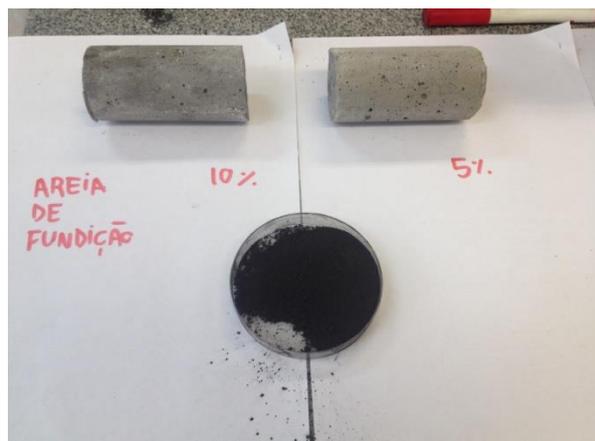


Figura 3 – Tijolo produzido com resíduo: Areia de fundição.

Figura 4 – Tijolo produzido com resíduo: EVA.

Nota-se que os corpos de prova produzidos com a areia de fundição apresentam uma coloração escura. Isso pode ser interessante para a produção do calçamento, uma vez que proporciona que se trabalhe com a estética das calçadas. Mesclando-se os corpos de coloração clara e escura pode-se produzir desenhos e geometrias diferentes.

Após um treinamento com pessoas especializadas em calçamento, foi dado início a formação das calçadas com esses tijolos. Foi feito um teste inicial no Campus da UNESP de Sorocaba e as geometrias produzidas são apresentadas nas figuras 5 e 6.



Figura 5 – Calçada produzida com os tijolos de resíduo:EVA.



Figura 6 – Calçada produzida com os tijolos de resíduo:EVA e de areia de fundição.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto aconteceu ao decorrer do ano letivo, sempre sendo feito dentro do campus da Unesp, onde foi possível encontrar todos os materiais necessário. Foi muito gratificante poder participar do projeto que abriu espaço para novas experiência e muito aprendizado, desde a produção de argamassa até curiosidades e dados concretos sobre a situação dos resíduos sólidos da região, além da necessidade de utilizar a criatividade em momentos que procederam dificuldades no projeto.

#### Agradecimentos.

Sou muito grato a excelente professora e ótima profissional, Malu, que sempre esteve presente e muito envolvida no projeto, procurando incentivar a pesquisa e a produção de uma forma sutil e bem humorada. Ao Marcel, que em conjunto tornou as práticas que muitas vezes eram cansativas em momentos mais descontraídos. E também grato a PROEX que forneceu o auxílio econômico que incentivou ainda mais as pesquisas.

#### 5. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1995). **NBR 13529: Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas.** Rio de Janeiro. [3]

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1995). **NBR 5738: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova.** Rio de Janeiro. [5]

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de Agosto de 2010. **Política Nacional dos Resíduos Sólidos**. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm) >. Acesso em: 26 abril de 2016. [6]

CINQUETTI, H.C.S. e LOGAREZZI, A. Consumo em resíduo: Fundamentos para o trabalho educativo. 1ed. São Carlos: Editora da Universidade Federal de São Carlos, 2006. [1]

FOGAÇA, J. R. V., **Polímero PVC (Policloreto de Vinila)**. Disponível em:< <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/polimero-pvc-policloreto-vinila.htm> >. Acesso em: 11 jul. 2016. [7]

**História e definição de E.V.A (Etil Vinil Acetato)**  
Disponível em:< <http://www.portaleducacao.com.br/cotidiano/artigos/44500/historia-e-definicao-de-eva-etil-vinil-acetato%20%5b7> >. Acesso em: 11 jul. 2016. [8]

(OLIVEIRA GOMES, A. **Argamassa para revestimento de edificações**. Disponível em: [http://www.reciclar.ufba.br/palestras/sppg/adailton/argamassas\\_revestimentos.htm](http://www.reciclar.ufba.br/palestras/sppg/adailton/argamassas_revestimentos.htm). Acesso em: 14/02/2014). [4]

ZANIN, M. e MANCINI, S. D. . **Resíduos Plásticos e Reciclagem: Aspectos Gerais e Tecnologia**. 1. ed. São Carlos: Editora da Universidade Federal de São Carlos, 2004. [2]