



Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico. ISSN: 2446-6778
Nº 5, volume 5, artigo nº 44, Julho/Dezembro 2019
D.O.I: <http://dx.doi.org/10.20951/2446-6778/v5n5a44>
Edição Especial

ARGAMASSA COM ADIÇÃO DE PÓ DE BORRACHA DE PNEU

Lacerda, Leidinária Faria¹

Graduando em Engenharia Civil

Lima, Kamilla Rodrigues²

Graduando em Engenharia Civil

Silva, Tayná de Mello Reis³

Graduando em Engenharia Civil

Simoni, Ana Paula Roem⁴

Graduando em Engenharia Civil

Zambrotti, Lucília de Lourdes Pellozo⁵

Graduando em Engenharia Civil

Resumo: O trabalho busca trazer ao mercado uma opção inovadora na área da construção civil, tendo em vista o ganho ecológico e econômico. Em geral, as pesquisas e análises realizadas trazem novas soluções a indústria de materiais de construção, com possibilidades voltadas para o uso de um aditivo reciclável comumente encontrado e de baixo custo, na mistura da fórmula da argamassa, tendo ela com um grande percentual de uso durante toda a duração da obra.

Palavras-chave: Inovação; Economia; Reciclagem.

¹Centro Universitário Redentor, Engenharia Civil, Itaperuna-RJ, leidinarialacerda@gmail.com

²Centro Universitário Redentor, Engenharia Civil, Itaperuna-RJ, engcivilkamilla@outlook.com

³Centro Universitário Redentor, Engenharia Civil, Itaperuna-RJ, taynaah4@gmail.com

⁴Centro Universitário Redentor, Engenharia Civil, Itaperuna-RJ, anapaularoem@hotmail.com

⁵Centro Universitário Redentor, Engenharia Civil, Itaperuna-RJ, lucliazambrotti@gmail.com

Abstract: The objective of the work is to bring to the market options in materials of great use in the area of civil construction, with a view to ecological and economic gain. In general, the research and analysis carried out brings innovation to the construction materials industry, with innovative possibilities for the use of a commonly found and inexpensive recyclable adhesive, in the mixture of the mortar formula, having a large percentage of use during the entire duration of the work.

Keywords: Innovation; Economy; Recycling.

1. INTRODUÇÃO

A tecnologia está em constante avanço e a construção civil busca estar sempre inovando, é possível trazer ao mercado produtos de qualidade e com grandes vantagens em relação aos produtos comumente comercializados. Sabendo dos impactos ambientais causado por este setor e visando minimizá-lo, foram realizadas pesquisas que trouxeram resultados satisfatórios.

A argamassa, segundo a NBR 13529 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), é “uma mistura homogênea de agregado (s) miúdos, aglomerante (s) inorgânicos e água, contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento”, e sua função na construção civil é trabalhar como elemento aderente entre os materiais e/ou também para revestimentos, neste caso, com o revestimento.

O seu uso em revestimento é vantajoso, pois apresenta resistência oferecendo maior durabilidade para a construção, formando uma camada uniforme e sólida capaz de proteger contra ações da chuva, evitando infiltrações, além da diminuição dos incômodos térmicos e acústicos.

Buscando melhorias para este produto, foram realizados ensaios no Laboratório de Materiais de Construções do Centro Universitário Redentor, utilizando pó de borracha de pneu em granulometria fina.

O estudo buscou acrescentar material de reciclagem complexa, o pneu. O pó deste material foi acrescentado à argamassa com diferentes porcentagens, assim, sendo possível identificar qual seria sua melhor aplicação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Existem muitos estudos sobre o uso do pó de pneu na construção civil, seu uso varia desde a pasta de cimento ao concreto estrutural. Albuquerque (2002), comparou diversos trabalhos de concretos com borracha de pneu e concluiu, principalmente, que quanto ao diâmetro da borracha, percebeu-se que partículas com dimensões superiores a 4 mm atuam negativamente nas propriedades mecânicas do concreto, sendo inviável seu uso e que o maior problema encontrado pelos autores foi a aderência entre a borracha e a matriz de

cimento, amenizado pelo tratamento da borracha. Entretanto, anteriormente, Segre (2000 e 1999) realizou trabalhos com tratamento da borracha, obtendo resultados satisfatórios.

Fionti (2002) avaliando blocos de concreto com função estrutural utilizáveis em alvenaria, com adição de resíduos de borracha provenientes do processo mecânico de recauchutagem de pneus, prepararam cinco diferentes dosagens de concreto contendo as partículas de borracha para a confecção dos blocos, e aos 28 dias de idade, os blocos produzidos foram submetidos aos ensaios de resistência mecânica à compressão simples e capacidade de absorção de água.

Os autores concluíram que para o bloco estrutural, a quantidade considerada ideal de resíduos de borracha na composição do concreto, sem que o mesmo venha diminuir a resistência dos blocos e ao mesmo tempo consumir o limite máximo de cimento adotado, é de 13% em volume, com aproximadamente 245 kg/m³ de cimento.

Concluíram, também que as dosagens com 15% em volume de resíduos, apresentaram os resultados de absorção de água mais elevados. Este trabalho nos mostra que uma grande quantidade de borracha no concreto ou argamassa inviabiliza seu uso, não somente quanto à perda de resistência mecânica, mas quanto à sua durabilidade, quanto ao aumento da absorção de água, levando-a a crer que o uso da borracha nos concretos e argamassas, seja como adição e não como agregado.

2. METODOLOGIA

Para se obter resultados satisfatórios nos estudos foi necessário estudar cada material utilizado para a fabricação da argamassa, que são a areia, cimento Portland composto Classe 32 (CP II Z – 32), água e o pó de pneu. Inicialmente foram realizados os ensaios característicos de cada material, como o ensaio de granulometria e da determinação da massa unitária da areia e do pó de pneu e foi realizado o ensaio de determinação da massa específica da areia e do cimento.

Para o estudo da composição da argamassa foram realizados cinco traços com porcentagens diferentes da adição do pó de pneu e posteriormente os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de compressão, conforme as especificações das NBR (Normas Brasileira) da ABNT.

32.1 GRANULOMETRIA

- Equipamentos e Materiais:

- Material utilizado: Areia, Pó de pneu.

- Equipamentos: Copos descartáveis de plástico, Balança de Precisão, Peneiras (4,75mm; 2,36mm; 1,18mm; 600µm; 300µm; 150µm; Fundo).

- Procedimento:

- Pesa-se 300g na balança de precisão devidamente tarada anteriormente;
- Empilha-se as peneiras uma sobre a outra em ordem decrescente e adiciona-se a amostra na peneira do topo;
- Coloca-se essa "torre" de peneiras na peneiradora e deixe-a peneirar por cinco minutos, conforme ilustrado na figura 01;
- Passados os cinco minutos, desliga-se a peneiradora e retira-se as peneiras;
- Com a ajuda de um pincel, passa-se o conteúdo retido em cada malha para um recipiente a ser pesado posteriormente.
- Após pesar cada recipiente com o conteúdo de uma malha, obtém-se o peso retido de material em cada faixa com diâmetros diferentes;
- Em seguida, esses dados são dispostos numa planilha para que a distribuição dos grãos seja mostrada em uma curva, chamada Curva Granulométrica.

32.2 DETERMINAÇÃO DA MASSA UNITÁRIA

No ensaio para a determinação de massa unitária e volume de vazios, descrita pela NBR NM 45:2006, foram usados a areia e pó de pneu para agregado miúdo. Para a realização deste ensaio foram necessários os seguintes itens:

- Recipiente quadrado (30x30x15), com alças;
- Balança;
- Agregado graúdo e miúdo, sendo 150% do volume do recipiente;
- Régua;
- Haste para adensamento;

Com os equipamentos em mãos, a continuidade é dada com os procedimentos subsequentes:

- Determinação da massa do recipiente vazio (m_1);
- Colocar o material no recipiente separadas em 5 camadas, é importante que o conteúdo seja despejado de maneira equitativamente, utilizando 1/5 de sua altura para cada camada, sendo que a cada preenchimento é compactada com 25 golpes com a haste, distribuídas uniformemente.
- O nivelamento superior é realizado com a régua;
- Pesagem do recipiente com agregado (m_2), figura 01 e 02;

Após a determinação das massas, é possível efetuar os cálculos, então, para calcular a massa unitária é usada a seguinte fórmula:

Onde:

$$\rho_{ap} = \frac{m_{ar} - m_r}{V} (\text{kg} / \text{m}^3)$$

ρ : massa unitária do agregado;

V: volume



Figura 1 - Pesagem da areia

Fonte: Criação Própria (2019)



Figura 2 - Pesagem do pó de pneu

Fonte: Criação Própria (2019)

32.3 MASSA ESPECIFICA DO AGREGADO MIÚDO

O Ensaio de massa específica de agregado Miúdo feito através do uso do frasco de Chapman, é descrito pela NBR 9776/1987, para a realização do mesmo, foram necessários os seguintes equipamentos:

- Balança;

- Frasco Chapman;

- Funil;
- Estufa;
- Amostra do agregado miúdo (foram utilizados areia e concreto);

Com os itens descritos acima, é possível realizar o procedimento da seguinte forma:

- Levar à amostra a estufa até a constância do seu peso;
- Separar 500 g da amostra;
- Utilizar o frasco de Chapman, colocando água até atingir a marca de 200 cm³;
- Coloque cuidadosamente a amostra no frasco, com o auxílio do funil;
- Balançar o frasco levemente com movimentos circulares;
- Realizar a leitura final do frasco, ilustrada na figura 04;

Com o procedimento descrito acima é possível determinar a massa específica, calculando através da fórmula:

$$\mu = \frac{500}{L - 200}$$

Onde 500 é referente a quantidade da amostra e 200 a quantidade de água inserida do frasco.

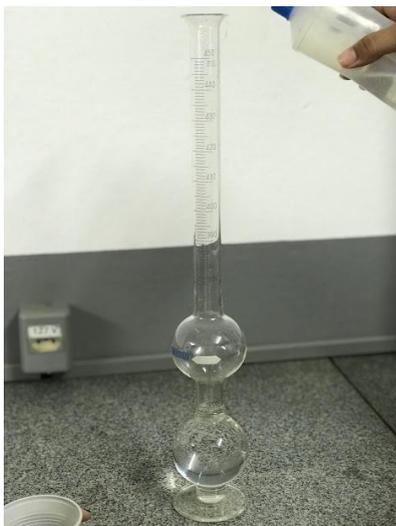


Figura 04 - ensaio do frasco de Chapman

Fonte: Criação Própria (2019)

32.4 MASSA ESPECÍFICA DO CIMENTO

- Materiais e equipamentos:
 - Frasco volumétrico de Le Chatelier;
 - Balança;

- Funis de haste longa e curta;

- Querosene.

- Execução:

- Colocar a querosene até entre a marca de 0 e 1cm³, para isso utilize o funil de haste longa, de tal maneira que a extremidade do funil fique no alargamento do colo do frasco;

- Submeter o frasco de Le Chatelier ao banho termostático, na posição vertical, até que seja obtido o equilíbrio térmico, para que isso ocorra, mantê-lo submerso durante no mínimo 30 min;

- Efetuar a leitura inicial V1, com aproximação de 0,1 cm³;

- Determinar a quantidade de amostra a ser ensaiada, com aproximação de 0,01g. Esta quantidade deve ser suficiente para causar um deslocamento do líquido entre as marcas 18 cm³ e 24 cm³; Nota: no caso de ensaio de cimento portland a massa necessária de material é de aproximadamente 60g.

- Colocar toda a amostra de cimento dentro do frasco (colocar em pequenas porções), para isso utilize o funil de haste curta, de maneira que o líquido deslocado não atinja sua extremidade inferior, atente também para que não ocorra aderência de material nas paredes internas do frasco, acima do nível do líquido, conforme a figura 06.

- Tampar o frasco e girá-lo em posição inclinada, ou suavemente em círculos horizontais, até que não subam borbulhas de ar para a superfície do líquido;

- Efetuar a leitura final V2, com aproximação de 0,1 cm³.

Resultado: $\rho = m/V$ (g/cm³)

Notas:

ρ = é a massa específica do material ensaiado, em g/cm³;

m = é a massa do material ensaiado;

V = é o volume deslocado pela massa do material ensaiado (V'2 – V'1), em cm³.

32.5 CONFECÇÃO DO TRAÇO

- Equipamentos

- Pá;

- Colher de Pedreiro;

- Balança;

- Baldes.

- Cálculo Do Traço

O traço em massa utilizado foi 1:3:0.48 de acordo com a apostila de determinação da resistência a compressão. Para o cálculo da porcentagem de pó de borracha de pneu foi utilizado o traço em volume de 0.71:2:0.48 e foi adicionado 5%, 10% e 15% de pó de pneu do volume de areia utilizado. Procedimento:

- Separação e pesagem de todos os materiais a serem utilizados;
- Colocar todos os materiais secos na bacia;
- Acrescentar aos poucos a água e mexer;

32.6 ENSAIO DE COMPRESSÃO DA ARGAMASSA

- Equipamentos e Acessórios

- Moldes cilíndricos de altura igual ao dobro do diâmetro;
- Haste de adensamento de aço, com extremidade semiesférica de 16mm de diâmetro;
- Concha de ferro;
- Colher de pedreiro;
- Enxofre para capeamento;
- Prensa para rompimento dos corpos de prova;
- Fogareiro elétrico;
- Gabarito faceador para garantir o ângulo reto do corpo de prova.
- Corpos De Prova

- Execução:

- Aplicar uma fina camada de desmoldante nas faces internas do molde e verificar seu fechamento e vedação;
- Preencher o corpo de prova em aproximadamente 1/2 de sua capacidade;
- Adensar a camada com 30 golpes uniformemente distribuídos, utilizando a haste de socamento;
- Preencher o corpo de prova em aproximadamente 100% de sua capacidade;
- Adensar a camada com 30 golpes uniformemente distribuídos, utilizando a haste de socamento;

- Rasar a superfície com a colher de pedreiro;

- Ensaio De Concreto

- Colocar os corpos de prova em superfície plana, protegido de vibrações e de intempéries por 24h;

- Desmoldar, identificar e armazenar os corpos de prova num tanque com água, de acordo com a NBR 9479; 04.03.03

- Capeamento

Antes de iniciar o ensaio dos os corpos de prova, é preciso preparar suas bases para que fiquem totalmente planas e perpendiculares à altura. O capeamento de até 3 mm é feito com enxofre quente.

Rompimento Dos Corpos De Prova

- Apoiar o corpo de prova no prato inferior da prensa, centrado e com o topo de moldagem para cima;

- Encolher a escala força de maneira que o rompimento ocorra no intervalo de calibração da prensa;

- Aplicar o carregamento continuamente e sem choques, numa velocidade constante, até a ruptura;

- Calcular a resistência à compressão.

4.0 RESULTADOS

4.1 GRANULOMETRIA

Para a obtenção dos resultados da granulometria, foi necessário fazer a pesagem dos rejeitos que ficaram em cada peneira e calcular as porcentagens sendo possível determinar a massa retida variada, média e acumulada de acordo com as figuras 05 e 06.



Figura 05 - Granulometria retida de areia
Fonte: Criação Própria (2019)



Figura 06 - Granulometria do pó de pneu
Fonte: Criação Própria (2019)

Para o ensaio de agregados, foi utilizado areia, usado inicialmente 0,300 kg de areia seca, sendo peneirado nas malhas de 9,5 mm a 0,15 mm, obtiveram-se os seguintes resultados:

Após os resultados inseridos na tabela, foi possível gerar a curva granulométrica, onde é delimitado por quatro zonas (zona utilizável-limite inferior; zona utilizável-limite superior; zona ótima-limite inferior e zona ótima-limite superior), obteve-se então (Figura 07):

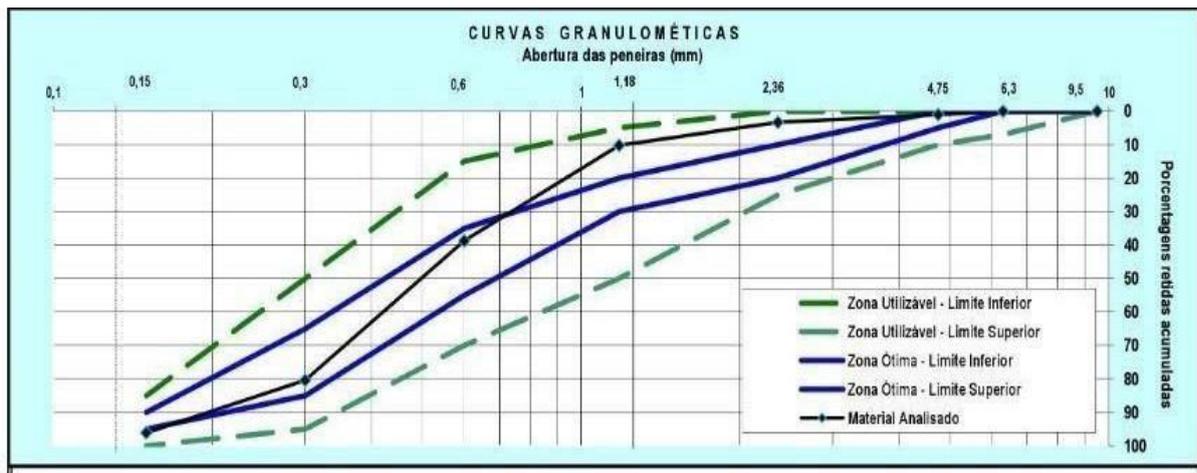


Figura 07 – Curva Granulométrica

Fonte: Criação Própria (2019)

O material analisado teve suas linhas dentro do limite permitido, partes dentro da zona ótima, sendo alterada ao delongo para as proximidades da zona utilizável – Limite Inferior.

Os resultados obtidos na granulometria do pó de borracha de pneu foram os descritos no gráfico 1:

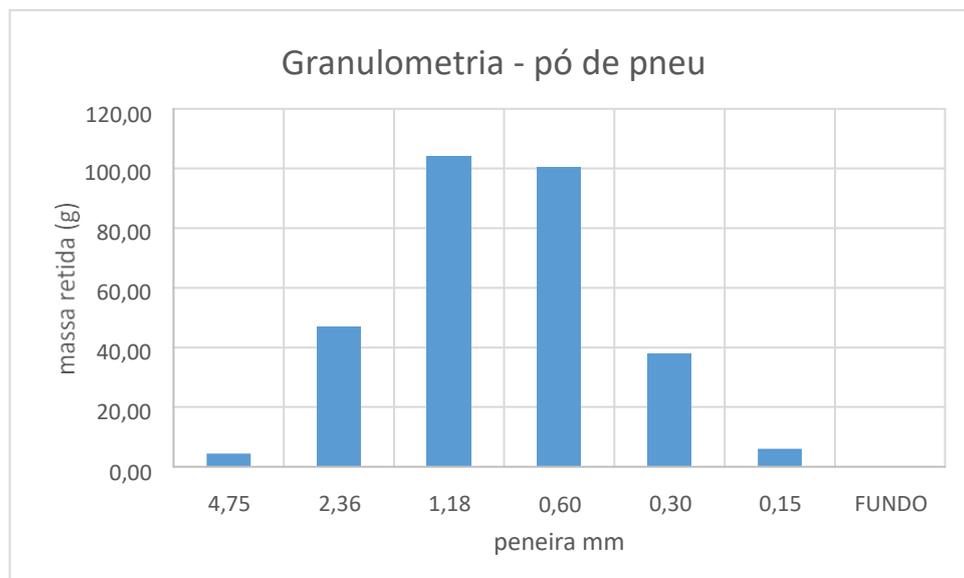


Gráfico 1 - Resultado granulometria pó de pneu

Fonte: Criação Própria (2019)

4.2 DETERMINAÇÃO DA MASSA UNITÁRIA:

O ensaio da determinação da massa unitária resultou em:

- Agregado Solto: $\rho = 0.622\text{kg/dm}^3$
- Agregado Compactado: $\rho = 0.722\text{kg/dm}^3$

4.3 MASSA ESPECÍFICA DO AGRAGADO MIÚDO

Através do ensaio do frasco de Chapman se obtém a massa específica de agregados miúdos, se obtém esse valor através da diferença da massa sobre o volume.

Massa específica da areia:

$$\mu = 500 / (395 - 200)$$

$$\mu = 2.56 \text{g/cm}^3$$

4.4 MASSA ESPECÍFICA DO CIMENTO

De acordo com o ensaio de Le Chatelier foi possível obter a massa específica do cimento através da divisão da massa sobre o volume.

$$V = v_2 - v_1$$

$$V = 21,1 - 1,1 = 20 \text{cm}^3$$

$$\rho = m/V$$

$$\rho = 60/20 = 3 \text{g/cm}^3$$

Massa específica do cimento: $\rho = 3 \text{g/cm}^3$.

4.5 CONFECÇÃO DO TRAÇO

Foram confeccionados traços nas porcentagens de 0%, 5%, 10% e 15% de adição de pó de pneu do traço em volume, os traços foram convertidos novamente para massa para se obter resultados mais precisos, resultando nos seguintes traços:

- Traço em massa (Tm): 0% - 312:936:150g

- Tm: 5% - 312:936:150:11.5g

- Tm: 10% - 312:936:150:24.5g

- Tm: 15% - 312:936:150:35.9g

4.6 ENSAIO DE COMPRESSÃO DA ARGAMASSA

Foram realizados cinco corpos de prova de 5x10cm de cada porcentagem de adição de pó de pneu, a média dos ensaios que resultaram em:

- Argamassa 0% gerou uma resistência de 9.99MPa;

- Argamassa 5% gerou uma resistência de 9.04MPa;

- Argamassa 10% gerou uma resistência de 7.59MPa;

- Argamassa 15% gerou uma resistência de 6.49MPA;

Analisando os resultados é possível observar que o valor da resistência a compressão da argamassa diminui de acordo com a porcentagem de adição do pó de pneu.

5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O pó de borracha de pneus, utilizados neste trabalho foram comprados na Pinho Pneus, onde trituram os pneus usados e vendem para reciclagem em Itaperuna RJ, o custo benefício deste material é relevante pois um saco com 30Kg custa em torno de R\$5,00.

Devido à sua finura, o pó de pneu proporcionou uma argamassa mais coesa. Quanto às propriedades mecânicas houve queda proporcionalmente ao aumento das adições efetuadas, isto em função das baixas propriedades mecânicas da borracha.

Com os resultados obtidos neste trabalho, pode se verificar que uma utilização de até 10% de adição de pó de borracha na argamassa é viável tecnicamente, pois o resultado da compressão da adição de 15% diminuiu mais de 30% da resistência comparada a argamassa sem adição de pó de pneu.

Além de contribuir com o passivo ambiental gerado pelos pneus inservíveis dispostos inadequadamente no meio ambiente, a utilização desses materiais traz inovações no mercado da engenharia civil e possibilita a melhoria das construções convencionais.

6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT,R.J. N.B.R 7215 – Cimento Portland – Determinação da Resistência à Compressão - dezembro de 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT,R.J. NBR 6474 – Cimento Portland e outros Materiais em pó – Determinação da Massa Específica – outubro de 1984

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT,R.J. NBR 7217 – Agregados - Determinação da Composição Granulométrica – agosto de 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT,R.J. NBR 9776 – Determinação da Massa Específica de Agregados Miúdos por meio de Frasco Chapman – março de 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT,R.J. NBR 7271 – Agregado em Estado Solto – Determinação da Massa Unitária – abril de 1982.

AKASAKI J.L.,FIORITI C.F.,NIRSCHL G.C. “Análise experimental da resistência à compressão do concreto com adição de fibras de borracha vulcanizada”, 43° IBRACON,2001.

CINCOTTO, M.A. et al. Argamassa de revestimento: características, propriedades e métodos de ensaio. São Paulo: IPT, 1995.

FALCÃO BAUER R.J.; TOKUDOME S.; GADRETA. D. “Estudo de concreto com pneu moído”, 43o Congresso Brasileiro do Concreto, Foz do Iguaçu, 2001.

FIONTI, C.F.; AKASAKI J.L.; NIRSCHL G.C.; “Estudo da viabilidade de produção dos blocos estruturais de concreto com adição de resíduos de borracha”; 44o Congresso Brasileiro do Concreto, Belo Horizonte, 2002.

SEGRE N.. “Reutilização de borracha de pneus usados como adição em pasta de cimento”. Tese de Doutorado, Unicamp, 1999.

TRISTÃO, Fernando Avancini. Influência da composição granulométrica da areia nas propriedades das argamassas de revestimento, Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 1995.