

# **Contribuição Ao Sistema de Gestão do Laboratório de Materiais de Construção do Curso de Construção Civil do Cefet-rj**

**Rebeca Waltenberg de Carvalho**  
**re.waltenberg@gmail.com**  
**CEFET-RJ**

**João Hermem Fagundes Tozatto**  
**jhftozatto@gmail.com**  
**CEFET-RJ**

**Resumo:** A indústria da construção civil responde por 15 a 50% do consumo de recursos naturais extraídos no planeta (FINESTRA, 2009). Em decorrência, muitas dessas matérias primas estão escasseando atualmente. A produção de materiais de construção também contribui significativamente para a poluição do planeta, com o lançamento de gases e poeira na atmosfera. Além disso, a construção civil é a maior produtora de resíduos de toda a sociedade. No Brasil, a maior parte desses resíduos vai para depósitos inadequados (muitas vezes clandestinos), o que contribui expressivamente para a degradação do ecossistema (PORTAL COMPET, 2006). Pretende-se repensar a utilização do Laboratório de Materiais de Construção, caracterizando o espaço útil – sua funcionalidade, as atividades ali realizadas, limitações - bem como os materiais utilizados. A partir deste estudo diagnóstico, pretende-se estabelecer critérios para uma melhor gestão do mesmo e estudar possibilidades quanto à redução da quantidade de materiais e insumos utilizados nas aulas, priorizando-se o reaproveitamento e/ou reciclagem do todo ou da maior parte destes. Além disso, espera-se que a presente pesquisa venha estimular os estudantes dos Cursos Técnicos de Construção Civil (Edificações e Estradas) a entenderem o papel da Gestão Ambiental – tanto no ambiente acadêmico quanto em um canteiro de obras. Assim, quando inseridos no mercado de trabalho, tornem-se multiplicadores e promovam uma mudança gradativa dos atuais e dispendiosos métodos hoje utilizados.

**Palavras Chave:** gestão - sustentabilidade - laboratórios - ensino técnico - resíduos sólidos



## **1. INTRODUÇÃO**

Os dados sobre a degradação ambiental causada pela atividade humana no planeta são cada vez mais alarmantes e as consequências são visíveis: desde o aumento da temperatura do planeta até a extinção da fauna e flora devido à perda do seu habitat natural [BRASIL ESCOLA, 2002].

Os impactos exercidos pelo homem são de dois tipos: primeiro, o consumo de recursos naturais em ritmo mais acelerado do que aquele no qual eles podem ser renovados pelo sistema ecológico; segundo, pela geração de produtos residuais em quantidades maiores do que as que podem ser integradas ao ciclo natural de nutrientes. Além da utilização de matérias-primas não renováveis, como o minério de ferro, que estão ameaçadas por uma extração em alta escala [PINTO, 2007].

A indústria da Construção Civil é uma das maiores extratoras de recursos naturais. Muitos destes hoje estão escassos, como as reservas mundiais de cobre - vida útil prevista de 60 anos (INDUSTRY AND ENVIRONMENT, 1996). A Construção Civil também é responsável por grande parte da poluição terrestre devido aos processos empregados na produção de seus materiais de construção. Por exemplo: para cada tonelada de cal virgem são produzidos 785 kg de CO<sub>2</sub>. Estudos revelam que é a maior e principal produtora nacional de resíduos, tendo, só em São Paulo, o volume de entulho gerado na ordem de 2500 caminhões por dia [VANDERLEY, 2001].

As salas de aulas do Curso Técnico de Edificações do CEFET/RJ abordam há alguns anos a importância de repensar os métodos utilizados na indústria da Construção Civil. Tem-se apresentado aos alunos a importância de se optar por um desenvolvimento sustentável, ou seja, um desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações [WWF-BRASIL, 2008].

Entende-se pelas próprias discussões em sala e realização de pesquisa pelos alunos que, para a reversão dessa situação, faz-se necessário que cada um se responsabilize pela maneira como se relaciona com o meio ambiente, principalmente pela própria geração de resíduos e lixo.

O laboratório de Materiais de Construção é um dos mais importantes para o ensino técnico de Edificações. Naquele espaço, sob a orientação do professor, os estudantes se familiarizam com as propriedades e utilidades do cimento, argamassas e concreto, materiais de suma importância para a construção civil no Brasil e no mundo.

Desta forma, conhecendo a maneira como a indústria da construção civil tem contribuído em grande escala para a degradação de nosso planeta e, entendendo que com o Laboratório de Materiais de Construção dentro do CEFET/RJ procura-se reproduzir uma situação de realidade, verifica-se que é necessário pesquisar e adotar medidas de gestão ambiental em conformidade com os novos padrões ecológicos de produção, priorizando da melhor forma possível a redução da quantidade de materiais utilizados, o reaproveitamento dos possíveis resíduos e, enfim, a possibilidade da reciclagem destes.

Portanto, o presente trabalho de pesquisa tem como objetivos principais:

- Identificar quais as atuais propostas para um desenvolvimento sustentável na Construção Civil, como reaproveitamento de resíduos, reciclagem de materiais, propostas para substituição de certos materiais utilizados em construções, mas que já estão escassos no planeta;

- Estudar a possibilidade de adoção de uma gestão ambiental no Laboratório de Materiais de Construção Civil.
- Propor soluções para que se possa diminuir o impacto causado pela a atividade do Laboratório de Materiais de Construção, assim como propor um melhor aproveitamento deste espaço.
- Por meio dos resultados obtidos com esta pesquisa, incentivar os próprios estudantes do CEFET, principalmente do Curso Técnico de Edificações a optarem cada vez mais por projetos que visem o bem-estar das pessoas e do meio ambiente.

## 2. METODOLOGIA

Para que os objetivos anteriormente descritos fossem alcançados, fez-se necessária a realização de uma revisão bibliográfica, momento em que travou-se contato com trabalhos publicados, principalmente na área de gestão ambiental, e de documentação relativa à gestão dos Laboratórios do Curso de Construção Civil do CEFET-RJ.

Em seguida, procurou-se efetuar o levantamento de elementos para o diagnóstico do funcionamento do Laboratório de Materiais de Construção: seu espaço físico, suas limitações, suas utilidades, as atividades ali desenvolvidas, quais os usuários, a rotina de conservação e manutenção. Para tal, elaborou-se a seguinte série de questionamentos e providências:

- a) Identificar e classificar cada resíduo produzido no Laboratório de Materiais de Construção; Descobrir de que forma tem sido descartado ou acondicionado;
- b) Qual a porcentagem de resíduos reaproveitados no Laboratório de Materiais de construção ?
- c) Qual a porcentagem de resíduos que podem ser reutilizados ou reciclados? Esta reciclagem é viável? Qual o destino deste novo produto?
- d) Existe alguma forma de aprimorar as atividades realizadas neste laboratório de modo a evitar desperdício?
- e) Como o cimento é estocado no canteiro da Construção Civil do CEFET/RJ? Ele respeita as orientações anteriores?
- f) Qual a porcentagem de perda de cimento devido a um mau acondicionamento?
- g) O que pode ser feito para evitar a perda deste material?
- h) Como os agregados são armazenados nos canteiros da Construção Civil do CEFET/RJ? Estão isentos de impurezas?
- i) O laboratório sofre as conseqüências dos alagamentos que ocorrem no CEFET/RJ devido ao transbordamento do Rio Maracanã?
- j) Nos procedimentos realizados no Laboratório de Materiais de Construção pode-se utilizar água de chuva reciclada ? Há necessidade de ser água destilada ? A água a ser destilada pode ser a da chuva?
- k) Levantamento de todos os ensaios realizados no laboratório.
- l) Corpos de prova são produzidos semestralmente pelos ensaios no Laboratório. Depois de secos e avaliados, eles perdem a utilidade e vão para o lixo. O que fazer ?
- m) Seria possível a reciclagem de uma parte dos corpos de prova no CEFET/RJ? Essa atividade poderia ser realizada pelos próprios alunos como um dos ensaios do Laboratório

de Materiais de Construção? Os corpos de prova seriam levados para alguma indústria para ali serem britados?

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. FUNDAMENTAÇÃO LEGAL

A RESOLUÇÃO CONAMA nº. 307, de 5 de julho de 2002, que prevê a criação de diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil nos Municípios e Distrito Federal, serviu de base para o estudo das ações necessárias para minimizar os impactos ambientais e para identificar os tipos de resíduos produzidos no Laboratório de Materiais de Construção.

Esta legislação define Resíduos da Construção Civil (RCC): “*são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras*”. [RESOLUÇÃO CONAMA, 2002].

Além disto, define-se RCC de Classe A “*os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:*

- a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;*
- b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;*
- c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;*

#### 3.2. ENSAIOS REALIZADOS NAS DISCIPLINAS DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO I E II

No Laboratório de Materiais de Construção, atualmente, são realizados os ensaios indicados da tabela 3.1. Ressalte-se que todos são realizados por até 5 grupos de alunos.

Tabela 3.1 – Ensaios realizados nas disciplinas de Materiais de Construção I e II nos Cursos Técnicos de Edificações e Estradas [CEFET-RJ, 2009]

Ensaio Nº	Norma	Nome do Ensaio
1		Determinação do teor de umidade de agregado miúdo
2	NBR 8492	Tijolo maciço de solo-cimento - Determinação da resistência à compressão e da absorção d'água
3	NBR NM 52: 2003	Agregado miúdo - Determinação de massa específica, massa específica aparente
4	NBR NM 45: 2006	Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios
5	NBR NM 248: 2003	Agregados : Determinação da composição granulométrica
6	NBR 11579	Cimento Portland - Determinação da finura por meio da peneira 75 µm (nº 200)

7	NBR NM 43: 2003	Cimento portland - Determinação da pasta de consistência normal
8	NBR NM 65: 2003	Cimento Portland - Determinação do tempo de pega
9	NBR 7222	Argamassa e concreto - Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos
10	NBR NM 67: 1998	Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone
11	NBR 5738	Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova
12	NBR 5739	Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos

### 3.3. IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS

A tabela 3.2 fornece os tipos de resíduos gerados pelos ensaios.

Tabela 3.2 – Tipos de resíduos gerados nos ensaios do Laboratório de Materiais de Construção.

Ensaio nº	Resíduo gerado
1	Areia seca
2	Tijolo saturado
3	Areia na umidade higroscópica
4	Areia saturada
5	Areia seca
6	Cimento na umidade higroscópica
7	Corpos de prova cilíndricos de pasta de cimento portland endurecido
8	Corpos de prova cilíndricos de pasta de cimento portland endurecido
9	Cacos de corpo de prova de argamassa endurecido
10	Concreto fresco no momento do ensaio e depois endurecido
11	Corpo de prova de concreto endurecido
12	Cacos de corpo de prova de concreto endurecido

Portanto, segundo os dados levantados, têm-se como resíduos provindos do Laboratório de Materiais de Construção, basicamente: cimento, areia, brita, argamassa e concreto, em diferentes estados.

A avaliação quantitativa dos resíduos do presente trabalho é uma previsão conservadora, ou seja, considera a maior carga de resíduos que pode vir a ser gerada se todas as turmas tivessem um comportamento homogêneo. Porém, pode estar em dissonância com a realidade praticada no Curso de Construção Civil, haja vista que os ensaios, embora realizados segundo os padrões determinados pela Norma Técnica, podem sofrer adaptações pedagógicas – alterando assim as quantidades geradas.

Assim, elaborou-se a tabela 3.3, onde figuram os quantitativos dos resíduos segundo sua tipologia, por semestre letivo.

Tabela 3.3 – Quantidades estimadas de resíduos sólidos gerados nos ensaios do Laboratório de Materiais de Construção.

Ensaio nº	Número de grupos por turma	Número de turmas por semestre	Resíduo gerado	Quant	unid
1	6	3	areia seca	16,2	kg
2	6	3	tijolo saturado	31,6	kg
3	6	3	Areia na umidade higroscópica	25,2	kg
4	6	3	Areia saturada	9,0	kg
5	6	3	Areia seca	18	kg
6	6	3	Cimento na umidade higroscópica	0,9	kg
7	6	3	Corpos de prova cilíndricos de pasta de cimento portland endurecido	7,6	kg
8	6	3	Corpos de prova cilíndricos de pasta de cimento portland endurecido	7,6	kg
9	6	3	Cacos de corpo de prova de argamassa endurecido	8,5	kg
10	6	3	Concreto fresco no momento do ensaio e depois endurecido	1,4	kg
11	6	3	Corpo de prova de concreto endurecido	-	-
12	6	3	Cacos de corpo de prova de concreto endurecido	228,9	kg
TOTAL				354,94	kg

A seguir enumeram-se algumas das premissas utilizadas nos cálculos da tabela 3.3:

- Ensaio 1 : três cápsulas de 30g para cada equipe;
- Ensaio 2 : um tijolo maciço por grupo;
- Ensaio 10 : um ensaio para cada 6 grupos;

#### 3.4. ASPECTOS DE CONSERVAÇÃO E MANUTENÇÃO

Os agregados (areia e brita) utilizados nos ensaios do Laboratório ficam armazenados em silos com tamponamento de madeira. Com isso, diminuem-se os indesejáveis efeitos da umidade elevada, da poeira, goteiras e de dejetos de animais.

O cimento não é corretamente armazenado. Com o constante uso das turmas o saco de cimento geralmente fica acondicionado em sacos plásticos e sobre bancada, mas isto não impede que, com o tempo, a umidade provoque reações químicas fazendo com que o cimento vá perdendo rapidamente suas características ideais de uso.

Observou-se que em certos ensaios, como os de composição granulométrica de agregado (ensaio nº 5) e no de finura do cimento (ensaio nº 6), que utilizam, respectivamente, agregados miúdos e cimento, os estudantes descartam esses materiais após a sua utilização.

Um fator preocupante com relação à estocagem dos materiais e conservação dos equipamentos dos Laboratórios do Curso de Construção Civil era o alagamento com água pluvial proveniente de enchentes do Rio Maracanã. Mesmo após as obras realizadas no CEFET/RJ, as enchentes do referido rio continuam gerando transtornos, pois a água pluvial tem retornado pelas instalações de esgoto, inundando esporadicamente o piso do Laboratório.

Não foi possível a obtenção de uma resposta definitiva para a questão de utilizar água captada das chuvas em relação aos ensaios devido à falta de tempo disponível para criação e elaboração de ensaios e testes.

Os corpos de prova de argamassa e de concreto são produzidos semestralmente no laboratório e descartados após avaliação.

#### 4. DISCUSSÃO

Conforme a classificação estabelecida pela Legislação Federal, todos resíduos gerados nos ensaios realizados são da Classe A, portanto, reutilizáveis e/ou recicláveis. Neste sentido, a tabela 4.1 apresenta os resultados do estudo do potencial de reaproveitamento a curto prazo dos resíduos listados na tabela 3.3, no próprio Laboratório de Materiais de Construção.

Tabela 4.1 – Estudo do potencial de reaproveitamento a curto prazo dos RCC produzidos no Laboratório de Materiais de Construção do Curso de Construção Civil do CEFET-RJ.

Ensaio nº	Resíduo gerado	Potencial de reaproveitamento a curto prazo no Laboratório
1	Areia seca	Sim
2	Tijolo saturado	Sim
3	Areia na umidade higroscópica	Sim
4	Areia saturada	Sim
5	Areia seca	Sim
6	Cimento na umidade higroscópica	Sim
7	Corpos de prova cilíndricos de pasta de cimento portland endurecido	Não
8	Corpos de prova cilíndricos de pasta de cimento portland endurecido	Não
9	Corpo de prova de argamassa endurecido	Não
10	Concreto fresco no momento do ensaio e depois endurecido	Não
11	Corpo de prova de concreto endurecido	-
12	Cacos de corpo de prova de concreto endurecido	Não

Se, após a realização dos ensaios 5 e 6, por exemplo, os resíduos fossem dispostos em locais adequados, em que pudessem ser futuramente reaproveitados, e, se a estocagem dos materiais fosse correta – evitando que um mesmo ensaio devesse ser refeito devido a má condição de um determinado componente - seria possível diminuir consideravelmente a quantidade de resíduos descartados pelo Laboratório.

Para os ensaios 1, 2, 3 e 4, a simples secagem ao ar já habilita o reaproveitamento destes materiais.

Desta forma, estima-se que aproximadamente 71% dos resíduos não têm, atualmente, potencial para reaproveitamento, sendo dispostos no lixo. Em relação ao procedimento hoje adotado, a porcentagem de redução de RCC seria de 29%, o que irá gerar economia para

instituição e diminuição do impacto sobre o meio ambiente, seja pela redução dos resíduos sólidos, seja pela redução da emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera.

Buscou-se ao longo dessa pesquisa opções de reutilização ou reciclagem dos resíduos dos ensaios 7 a 12. No entanto, apesar de existirem Normas Técnicas que tratam da reciclagem destes RCC's (britagem para serem reutilizados como agregados), não se encontrou nenhuma maneira inovadora ou vantajosa, para a escola reaproveitar e/ou reciclar estes resíduos.

Com relação à proposta de captação de água de chuva para utilização nos ensaios, a mesma mostrou-se inviável. A água de chuva, previamente filtrada, pode até ser utilizada para descargas sanitárias e reservas de incêndio, entre outras, mas não atinge as características necessárias para preparação de argamassas e concreto segundo a Norma Técnica. [CIOCHI, LUIZ – PARA UTILIZAR ÁGUA DA CHUVA EM EDIFICAÇÕES; 2003].

## 5 - CONCLUSÕES

O reaproveitamento de quase 30% dos insumos hoje utilizados na realização dos ensaios das disciplinas de Materiais de Construção I e II mostrou-se não só viável, mediante adequado tratamento, como necessário, para diminuir os custos de aquisição dos mesmos e diminuir o impacto ambiental por eles anteriormente gerados. São cuidados simples como secagem ao ar livre para a maioria absoluta deles (99%) e acondicionamento livre da umidade para os 1% restante. Com isso, os resultados obtidos ficam livres de possíveis equívocos devido os materiais necessários não estarem em suas condições técnicas e estéticas ideais.

Devem ser feitas gestões junto à Instituição no sentido de eliminar o problema de inundação das instalações do Laboratório de Materiais de Construção para preservar os materiais, equipamentos e a salubridade do ambiente laboratorial.

Formas de reciclagem dos resíduos de argamassa e concreto no ambiente pedagógico devem ser buscadas pelas futuras pesquisas que se seguirão à este trabalho.

## 6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÂNGULO, S.C.; ZORDAN, S.E.; JOHN, V.M. Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem de Resíduos na Construção Civil. São Paulo: SP, 2001. Disponível em: < <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/artigos1.htm>>. Acesso: 3 nov. 2008.

BORBA, M.P. Pegada Ecológica: “Que Marcas Queremos Deixar no Planeta? Brasília: DF, 2007. Disponível em: <<http://www.wwf.org.br>>. Acesso: 22 abr. 2009.

BRASIL ESCOLA. Degradação Ambiental. 2005. Disponível em: <<http://www.monografias.brasilecola.com/>>. Acesso em: 7 abr. 2009.

CIOCHI, L. Para Utilizar Água de Chuva em Edificações. 2003. Disponível em:<<http://www.piniweb.com.br/construcao/noticias/para-utilizar-agua-de-chuva-em-edificacoes-80380-1.asp>>. Acesso em: 5 abr. 2009.

CONPET. Especial Protocolo de Kioto. 2007. Disponível em:<<http://www.conpet.gov.br/>>. Acesso em: 27 mar. 2009.

CORBIOLI, N. Construção Sustentável – O Futuro Pode Ser Limpo. 2003. Disponível em:<<http://www.arcoweb.com.br/>>. Acesso em: 3 nov. 2008.

UFBA. Reciclagem de Resíduos da Construção Civil. Disponível em:<[http://www.engetop.ufba.br/Material%20Ciclo/RES%C3%84DUOS\\_2.pdf](http://www.engetop.ufba.br/Material%20Ciclo/RES%C3%84DUOS_2.pdf)>. Acessado em: 15 fev. 2009.



**SACHS, I.** O desafio do Desenvolvimento Sustentável. 2006. Disponível em: <<http://www.acesa.com/gramsc>>. Acessado em: 06 nov. 2008.

**JOHN, V.M.** A Construção e o Meio Ambiente. São Paulo: USP, 2001. Disponível em: <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br/>>. Acesso em: 06 nov. 2008.

**JOHN, V.M.** Desenvolvimento sustentável, Construção Civil, Reciclagem e Trabalho Multidisciplinar. São Paulo: USP, 2003. Disponível em: <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br/>>. Acesso em: 06 nov. 2008.

**JOHN, V.M.** Gestão Ambiental de resíduos da Construção Civil. São Paulo: SP, 2000. Disponível em: <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br/>>. Acesso em: 03 dez. 2008.

**JOHN, V.M. AGOPYAN, V.,** Reciclagem de Resíduos como Materiais de Construção. São Paulo: SP, 2000. Disponível em: <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br/>>. Acesso em: 03 dez. 2008.

**NASCIMENTO, L. F. M.; DIAS, P.; RIBEIRO, L. A.; FERRAPONTOFF, M. L.; BRESSAN, L. W.** Desenvolvimento Sustentável: Análise das Efetivas Conquistas. Rio de Janeiro: RJ, 2005. Disponível em: <<http://www.portalga.ea.ufrgs.br/>>. Acesso: 15 fev. 2009.

**RICCHINI, R.** Reciclagem de Sacos de Cimento. 2008. Disponível em: <<http://www.setorreciclagem.com.br/modules.php?name=News&file=article&sid=751>>. Acesso em: 10 dez.2008.

**PONTES, I.F.; VIDAL, F.W.H.** Valorização de Resíduos de Serralherias de Mármore e Granito e Sua Aplicação na Construção Civil. Rio de Janeiro: RJ, 2005. Disponível em: <<http://residuosindustriais1.locaweb.com.br/index.php>>. Acesso: 05 mar. 2009.