



## ***Monografia***

**"RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL"**

Autor: Gislene Lima Cardoso

Orientador: Prof. Adriano de Paula e Silva

Agosto/2010

GISLENE LIMA CARDOSO

**"RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL"**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil  
da Escola de Engenharia UFMG

Ênfase: Avaliações e Perícias

Orientador: Prof. Adriano de Paula e Silva

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2010

A minha família pelo apoio e compreensão.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	05
2. OBJETIVOS .....	08
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	09
3.1 <i>Um pouco de história</i> .....	09
3.2 <i>A Construção e o Meio Ambiente</i> .....	13
3.3 <i>Vantagens da Reciclagem</i> .....	24
4. CONCLUSÃO .....	27
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

## 1- INTRODUÇÃO

O crescimento físico e econômico das cidades está vinculado, entre outras atividades humanas, ao aumento considerável da construção civil. Em sua grande maioria, são edificações novas, porém em função da elevada densidade demográfica que enfrentamos nos grandes centros, é considerável o número de reformas e adaptações que as antigas edificações vêm sofrendo.

Em consequência destas atividades o impacto ambiental tem sido inevitável. A deposição inadequada dos resíduos provoca uma poluição muitas vezes com sérios riscos para a saúde humana e da natureza, com degradação do meio ambiente e a contaminação dos mananciais de água e do solo.

O progresso é ambivalente. Torna-se imediatamente necessário que a sociedade avance no combate ao desenvolvimento sustentável em prol da preservação da natureza.

Tem-se convertido em conceito admitido que o desenvolvimento permanente da tecnologia seja a única alternativa que oferece possibilidades reais de progresso humano. O desenvolvimento tecnológico serviu como indicador de progresso do desenvolvimento social e, ainda hoje, tendemos a julgar a sociedade como sendo avançada ou atrasada segundo o nível de sofisticação tecnológica.

Devemos lembrar a tese do materialismo histórico com fato de que, nos últimos séculos, as revoluções industriais (como a paleotécnica e a neotécnica) modificaram e até, transformaram a vida humana, e que essas transformações originaram costumes de pensamento e estratégias de ação muito diferentes da anterior.

De outro lado estão os que afirmam que a causa principal dos problemas sócio-econômicos e ambientais atuais reside na tecnologia avançada.

Eduardo Vittoria , em seu artigo “Tecnologia, progettazione, architettura”, diz que a tecnologia pode ser uma ciência descritiva e ser confundida com aplicações práticas que permitem o ‘progresso’ da humanidade. Por outro lado, pode assumir

aspecto metodológico de elaboração de informações científicas, substituindo o conhecimento de um 'limite' por um conhecimento de 'possibilidade'. Ele diz que a tecnologia tem papéis diversos, podendo ser intermediária entre a ciência e a indústria, como um meio de atividade produtiva ou um novo poder fazer (técnico), destinado a transformar as formas existentes de práxis social. Não é instrumento de atividade econômica, mas um meio de fornecer a sociedade modelos organizacionais e de intervenção diversos, flexíveis e substituíveis a cada momento.

O problema do ambiente vem estabelecer bases de um correto projeto de arquitetura, baseado no respeito de diversos fatores e analisado do ponto de vista do consumo de energia, da tecnologia empregada e da linguagem que essa arquitetura assume.

De acordo com o Professor Commoner<sup>1</sup> “a nova tecnologia é um êxito econômico ao custo de um fracasso ecológico”. Para ele não se trata de um defeito casual existente na tecnologia, mas de um fracasso proveniente de seu êxito na produção agrícola e industrial. E se o fracasso ecológico da tecnologia avançada se deve ao seu êxito na realização daquilo que se propõe produzir, então o defeito encontra-se em seus objetivos.<sup>2</sup>

A crítica completa da tecnologia contemporânea supera as considerações de tipo meramente ambiental, econômico e de desenvolvimento e aborda temas como a dependência técnica em que se encontram os países em desenvolvimento (e suas importantes implicações econômicas e políticas), os efeitos que a tecnologia produz sobre o indivíduo em sociedade, etc.

É de se preocupar, as poucas realizações que existem usando tecnologia adequada, tanto na teoria quanto na prática; experiências que escapem ao modelo econômico produtivo vigente e, que desenvolvam estratégias de execução que contribuam para a melhoria das condições de vida da população de menores recursos, apesar de não resolverem os problemas de fundo.

É impossível pensar em termos de mudanças tecnológicas sem que se produza uma mudança social e política, porém não podemos permanecer imóveis, ou simplesmente críticos no que se refere à elaboração e aplicação da tecnologia,

rejeitando as alternativas existentes por serem dependentes, secundárias, etc. É fundamental passarmos para a etapa da elaboração teórica e execução prática da tecnologia adequada a nossas características regionais.

G. Ceragioli e N. Comoglio, ao analisar o problema da tecnologia e da habitação nos países subdesenvolvidos e ao falar em pesquisa, nos demonstram a necessidade de um trabalho coordenado e integrado, que usufrui do potencial do setor privado. “Movemo-nos aqui num campo amplíssimo e fundamental, no qual os organismos públicos de pesquisa, as universidades, os laboratórios, deveriam e poderiam ser envolvidos de modo maciço com os departamentos de pesquisa das indústrias, os escritórios técnicos das empresas dos projetistas (...).

A noção de Desenvolvimento Sustentável apareceu no início da década de 1980, sendo originalmente aquele que busca conciliar o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental e, ainda a pobreza no mundo.

Nos últimos anos a pesquisa sobre a reciclagem de resíduos vem sendo intensificada em todo o mundo. O aproveitamento dos rejeitos como materiais alternativos tem dado certo em vários países do Primeiro Mundo. São algumas as razões para este feito: o esgotamento das reservas de matérias-primas confiáveis; o crescente volume dos resíduos sólidos e a necessidade de compensar o desequilíbrio provocado pelas altas do petróleo.

Paralelamente, o estudo da reciclagem no Brasil tem obtido resultados bastante relevantes, todavia, a reciclagem ainda não faz parte da cultura dos empresários e cidadãos. Portanto, a inclusão da gestão dos resíduos nos empreendimentos da construção civil é um desafio para construtoras, poder público, fabricantes de materiais e usuários.

A metodologia usada no desenvolvimento deste trabalho foi baseada em revisão bibliográfica do assunto em questão bem como análise de casos.

## **2- OBJETIVO**

Este trabalho objetiva apresentar uma visão geral da possibilidade de reutilização dos resíduos sólidos da construção civil como matérias- primas alternativas e como um mercado altamente rentável com o aumento da qualidade do produto reciclado.

## **3- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **3.1 - Um pouco de história**

Tecnologia e arquitetura são frutos de precisas condições pelas quais passa uma sociedade em um determinado momento histórico.

Assim, não poderíamos discutir tecnologia sem estabelecer as causas e raízes dos diversos períodos tecnológicos pelos quais passamos períodos associados à história da sociedade humana.

O meio ambiente físico é constituído pelos 04 elementos: Água, Terra, Fogo e Ar. O ambiente construído é resultado da interação do homem com o Meio Ambiente natural.

A busca do homem pelo bem estar, conforto e comodidade, resultou em modificações ao Meio Ambiente e a criação da Construção Civil.

A constituição da Construção Civil para o desenvolvimento social e econômico é incontestável, bem como o impacto ambiental gerado por ela.

O CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente definiu uma Resolução 203/2002 amparada na Lei 6938/81 – Lei do Meio Ambiente, que busca atender à necessidade de implantação de diretrizes para a redução dos impactos ambientais gerados por resíduos da Construção Civil quando dispostos em locais inadequados.

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente realizada em Junho de 1972 na cidade de Estocolmo, Suécia, foi um grande marco no sentido de preservar e melhorar o ambiente humano.

O PNUMA – Programa das Nações Unidas para o meio Ambiente, que em 1983, criou a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento com o objetivo de formular proposta para solucionar problemas de desenvolvimento e meio ambiente: como conciliar meio ambiente equilibrado e desenvolvimento. Em 1987 a Comissão apresentou o relatório Brundtland que conceituava o desenvolvimento sustentável: “aquele que atende as necessidades do presente

sem comprometer a possibilidade das gerações futuras satisfazerem suas próprias necessidades.”

A Construção Civil é um dos pilares para o desenvolvimento econômico e social de uma nação e deve ser planejada para minimizar ao máximo os impactos ambientais dela advindos, principalmente, aqueles relacionados aos resíduos.

O grande desafio do séc. XXI será compatibilizar atividade produtiva com conceito de desenvolvimento sustentável.

Na Idade da pedra o homem era mais um dos que consumia o que a natureza disponibilizava para a sua sobrevivência, devolvendo em sua forma original e que dela retirava o que facilitava a reintegração, e ocupando lugares também criados por ela: caverna, tocas e buracos.

Com o passar dos tempos essa aceitação natural deu lugar a criação de condições para que pudesse se adaptar ao que se lhe apresentava como a melhor maneira de se viver.

O Ser Humano nunca se preocupou com o resultado de sua ação na natureza. A resolução de seus problemas sempre foi o foco da ação, mesmo que essa seja responsável pela degradação das condições ambientais.

Nesse cenário, a produção na Construção Civil pode ser encarada sob dois aspectos:

- Atividade que se vincula a atender a necessidade do homem de se proteger das intempéries da natureza que ele julga poderosa;
- Atividade passa a se relacionar como bem e mercadoria em processo industrial que visa atender muito além da necessidade de proteção, já que é mecanismo de poder, ostentação, domínio e de prestígio.

A Construção Civil também pode ser analisada sobre outra ótica: a questão do desenvolvimento tecnológico e a do aumento populacional. A primeira surge para atender a segunda.

O homem sempre atuou com o objetivo de ter Bem-Estar e conforto no seu ambiente de vida e, nessa busca, a natureza foi se modificando e o ser humano se sofisticando cada vez mais, utilizando potencial criativo e inventivo e o levou a superar espécies mais fortes.

As edificações civis eram construídas com materiais menos duráveis, ao contrário das edificações para os governantes e deuses, merecedores de moradas suntuosas e duradouras.

A Idade da pedra foi um período que somente mostrou avanço no período Neolítico. A prática da construção civil apresentou avanços tecnológicos, principalmente nos materiais estruturais e suas combinações. Foram usadas técnicas de argila reforçada com resíduos vegetais que deram maior durabilidade às edificações, proporcionando uma vida menos nômade.

Na antiguidade as construções eram feitas com blocos de argila crua, formado e secado ao sol, reservando as pedras para Templos e Tumbas. Começava a surgir a arte da escultuária. A devolução do material à natureza se dava com certa quantidade de trabalho e energia incorporados a ele.

No começo da era cristã houve progresso com a utilização de elementos arquitetônicos conhecidos pelos povos mesopotâmicos. Em Roma ocorre o emprego do tijolo cozido e do concreto.

A introdução de novos materiais para revestimento, objetivando maior resistência e durabilidade aos templos e monumentos, também contribuiu para a demanda por tipos de matéria-prima e procedimentos até então não utilizados.

Do fim da idade do ferro ao início da idade do aço, as técnicas de construção das moradias assumiram padrões que privilegiavam a segurança, com isso as edificações e o desenvolvimento tecnológico seguiram o espírito que norteava as ações dos homens da época.

A ação natural no ecossistema é gradualmente abandonada em favor de uma ação mais incisiva do homem sobre o entorno. Ação com a qual busca conferir a si a supremacia sobre os membros desse ecossistema.

As modificações introduzidas a partir da descoberta e domínio da técnica de fazer e preservar o fogo, da forja de metais e da criação de artefatos foram determinantes e criaram um novo padrão de comportamento.

Paralelamente, as várias mudanças que podem ser consideradas como verdadeiras devastações da natureza.

A partir de 1750, com a idéia de vedar o ambiente contra os gases que emanavam do subsolo, as paredes passam a ser revestidas de reboco e de tinta, assim como uma atenção especial passa a ser dada aos pisos.

Nas casas, começa-se a cobrir os tijolos que têm contato com o chão; as madeiras são trocadas por materiais impermeáveis. O medo da água remanescente originou nossos banheiros contemporâneos. Surge a providencia de pavimentar ruas como uma das primeiras idéias sobre como lidar com o solo urbano.

Depois da Revolução francesa as ruas centrais são alargadas e pavimentadas. Os prédios são construídos com espaçamentos entre eles e muitos são destruídos e reconstruídos gerando resíduos que, em função da falta e alto custo dos mesmos, são reaproveitados.

O atendimento à demanda populacional por novas habitações deu origem a sistemas de edificação em série, padronizadas e iguais.

Desde aquela época a indústria da construção civil apresenta um índice surpreendente e elevado de perdas. Praticamente todas as atividades da construção produzem perdas. Em média, 50% dos resíduos são transformados em rejeitos.

Nas obras de reforma a quantidade de resíduos é em função da falta de cultura de reaproveitamento de materiais no meio técnico do setor. Nas obras de demolição muitos materiais poderiam ser reaproveitados caso houvesse procedimento de separação de componentes no próprio canteiro de obras.

Na indústria da construção Civil encontra-se o lixo que não retorna às origens e que acumula sem se destruir – materiais não biodegradáveis – gerando resíduos cada vez mais perigosos por sua alta concentração.

O desenvolvimento tecnológico, em seu processo histórico, está sempre comprometido com o sistema econômico vigente. São elos inseparáveis. Tecnologia é associada à industrialização, e esta, a opções políticas muito precisas, segundo cada modelo de desenvolvimento proposto e adotado por uma determinada sociedade.

Segundo Giuffré, “a tecnologia em geral, antes de satisfazer às necessidades do usuário é colocada a serviço daqueles que pretendem provocar as necessidades.” Para ele, gerir uma realidade significa, antes de mais nada, recusar a neutralidade científica em qualquer nível.

### **3.2 - A construção e o meio ambiente**

A cadeia produtiva da construção civil apresenta importantes impactos ambientais em todas as etapas e qualquer sociedade preocupada com esta questão deve colocar o aperfeiçoamento da construção civil com prioridade.

O peso da construção civil na economia, onde é responsável por 40 % formação bruta de capital e enorme massa de emprego fazem com que qualquer política abrangente deva necessariamente abranger o setor.

O complexo da construção civil é um das maiores consumidoras de matérias primas naturais. Estima-se que a construção civil consome algo entre 20 e 50% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade (SJÖSTRÖM, 1996). A construção civil é responsável por entre 15 e 50 % do consumo dos recursos naturais extraídos. Em países como o Reino Unido o consumo de materiais de construção civil é de aproximadamente 6 toneladas/ano. Habitante

No Brasil o consumo de agregados naturais somente na produção de concreto e argamassas é de 220 milhões de toneladas. Em volta das grandes cidades areia

e agregados naturais começam a ficar escassos, inclusive graças ao crescente controle ambiental da extração das matérias primas. Em São Paulo a areia natural, em sua grande maioria viaja distâncias superiores a 100 km, elevando o custo para valores em torno de R\$25/m<sup>3</sup>.

A construção civil consome cerca de 2/3 da madeira natural extraída e a maioria das florestas não é manejada adequadamente.

Algumas matérias primas tradicionais da construção civil tem reservas mapeadas escassas. O cobre e o zinco, por exemplo, tem reservas suficientes apenas para 60 anos. Embora estes valores possam sempre ser questionados, certamente exercem influência no preço dos produtos, dificultando o uso.

Além de extrair recursos naturais, a produção de materiais de construção também gera poluição: poeira, CO<sub>2</sub>. O processo produtivo do cimento necessariamente gera CO<sub>2</sub> gás importante no efeito estufa. Para cada tonelada de clínquer produzido mais de 600 kg de CO<sub>2</sub> são gerados. As medidas de produção ambiental de outras indústrias e o crescimento da produção mundial do cimento fazem com que a participação do cimento no CO<sub>2</sub> total gerado tenha mais que dobrado no período 30 anos (1950 e 1980). Outros materiais usados em grande escala têm problemas similares.

Finalmente a construção civil é certamente o maior gerador de resíduos de toda a sociedade. O volume de entulho de construção e demolição gerado é até duas vezes maior que o volume de lixo sólido urbano. Em São Paulo o volume de entulho gerado é de 2500 caminhões por dia. A Finlândia o volume de entulho é o dobro do lixo sólido urbano. Os valores internacionais oscilam entre 0,7 a 1 ton/habitante. ano.

Em cidades brasileiras a maioria destes resíduos é depositada clandestinamente. Estes aterros clandestinos têm obstruído córregos e drenagens, colaborando em enchentes, favorecendo a proliferação de mosquitos e outros vetores, etc. levando boa parte das prefeituras gastarem grande quantidade de recursos públicos na sua retirada.

O setor envolve processos intensivos em energia, geradores de poluição e, dada sua dispersão espacial, transporte a grandes distâncias. Cerca de 80 % da energia utilizada na produção do edifício é consumida na produção e transporte de materiais (INDUSTRY AND ENVIRONMENT, 1996).

A fase de uso dos edifícios e outras construções também possuem impacto ambiental específico. Energia é consumida para iluminação e condicionamento ambiental. Estes consumos são, em grande medida, controlados por decisões de projeto. A utilização na forma de água servida e poluentes diversos, como poeiras em áreas pavimentadas, compostos orgânicos voláteis, e CFC dos aparelhos de ar condicionado. A manutenção, que durante a vida útil de um edifício vai consumir recursos em volume aproximadamente igual aos despendidos na fase de produção, também gera poluição (JOHN, 1988). A extensão e impacto ambiental destas atividades decidida ainda na fase de projeto.

A construção civil é potencialmente uma grande consumidora de resíduos provenientes de outras indústrias. O setor já é atualmente um grande reciclador de resíduos de outras indústrias. Resíduos como a escória granulada de alto forno e cinza volante são incorporados rotineiramente nas construções.

O impacto da demanda ambiental sobre a construção civil não pode ser subestimado. KILBERT (1995) propôs seis princípios:

1. Minimizar o consumo de recursos (Conservar)
2. Maximizar a reutilização de recursos (Reuso)
3. Usar recursos renováveis ou recicláveis (Renovar / Reciclar)
4. Proteger o meio ambiente (Proteção da Natureza)
5. Criar um ambiente saudável e não tóxico (Não tóxicos)
6. Buscar a qualidade na criação do ambiente construído (Qualidade)

A durabilidade deixa de ser aspecto importante apenas do ponto de vista econômico e passa a significar o tempo em que atividades que implicaram em determinado impacto ambiental cumprem sua função social (SJÖSTRÖM, 1996), minimizando o consumo de recursos. Neste contexto, a vida útil do edifício e suas partes é governada não apenas pela taxa de degradação física dos seus

componentes, mas também pela degradação social (JOHN, 1987) que deve ser controlada pela possibilidade de readequação às mudanças nas necessidades dos usuários (JOHN, KRAAYENBRINK & VAN WAMELEN, 1996).

Independente do ponto de vista adotado, a "questão ambiental" deverá modificar todo o paradigma de desenvolvimento e avaliação de projetos.

A seleção de materiais deixará de ser feita com base apenas em critérios estéticos, mecânicos e financeiros. Estará condicionada a diferentes questões como, contaminação do ar interno considerando as taxas de ventilação ambiental, durabilidade no ambiente a que os mesmos serão expostos, de possíveis impactos ambientais da sua deposição e das possibilidades de reciclagem serão partes integrantes das atividades diárias dos engenheiros e arquitetos.

DIMSON (1996) sintetiza os múltiplos impactos das políticas ambientais na construção civil afirmando que ela requer um aumento da produtividade de todos os recursos – humanos, energéticos e materiais, abrangendo:

- a) Implantação do edifício, projeto e processo de construção,
- b) Seleção de materiais;
- c) Planejamento energético
- d) Gerenciamento de resíduos;
- e) Qualidade do ar;
- f) Projetar para flexibilidade

A Resolução CONAMA 001/1986 no seu art. 1º define como impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I. A saúde, a segurança e o bem estar da população;
- II. As atividades sociais e econômicas;
- III. A biota;
- IV. As condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V. A qualidade dos recursos ambientais.

A classificação dos Resíduos da Construção Civil foi objeto de análise por parte da Comissão do CONAMA. Dela nasceu a Resolução 203/2002 (tabela1), amparada na lei 6.938/81 – Lei do Meio Ambiente que, em atendimento à necessidade de implantação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados por esses resíduos, um dos responsáveis pela degradação da qualidade ambiental quando dispostos em locais inadequados, além de representarem um significativo percentual dos Resíduos Sólidos produzidos nas áreas urbanas.

O CONAMA lembra ainda que os geradores de Resíduos Sólidos na Construção Civil devem ser os responsáveis pelos resíduos das atividades de construção, reforma reparos e demolições de estruturas e estradas, bem como pelos resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos; e que se deve pensar na viabilidade técnica e econômica de produção e uso de materiais provenientes da reciclagem de resíduos, dentro de uma gestão integrada, que deverá proporcionar benefícios de ordem social, econômica e ambiental

**TABELA 1 – CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

<b>CLASSE</b>	<b>TIPOLOGIA</b>
CLASSE A	São os resíduos Reutilizáveis ou Recicláveis como agregados, tais como:  De construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplenagem;  De construção, demolição, reforma e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, etc.), argamassa e concreto;  De processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios, etc.) produzidas nos canteiros de obras.
CLASSE B	São os Resíduos Recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel / papelão, metais, vidros, madeiras e outros.
CLASSE C	São os Resíduos para os quais não foram desenvolvidas outras tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a

	sua reciclagem / recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso.
CLASSE D	São os Resíduos Perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos, produtos químicos, amianto e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.
CLASSE E	Resíduos Comuns de característica doméstica, considerados como rejeitos.

OBS.: A Classe E não consta na classificação do CONAMA, no entanto, a presença de resíduos comuns é uma realidade dentro dos processos da indústria da construção civil e também a eles deve-se dar especial atenção, pois representam material que deverá ser segregado dos resíduos restantes, sob pena de comprometer a qualidade do material e inviabilizar todo o procedimento de reciclagem.

Na Constituição Federal o art. 225, inciso V prevê que o Poder Público, para assegurar o direito a um meio ambiente equilibrado ecologicamente deverá “controlar a produção, comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente.”

A Lei 6.938/81 quando cuida dos objetos da Política Nacional do Meio Ambiente prevê no art. 4º que tal Política visará à compatibilização do desenvolvimento econômico e social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico. O art. 5º, parágrafo único, prevê que “as atividades empresariais públicas ou privadas serão exercidas em consonância com as diretrizes da Política Nacional do Meio Ambiente”. Desta forma, a questão da produção sustentável se resume em economia e uso racional de energia e matéria prima como meios de conservar os recursos naturais.

Estas são algumas políticas públicas que dão suporte à sociedade e governantes na proteção ambiental e desenvolvimento sustentável:

- Lei Federal no. 9.605, de 12/02/1998 – Lei de Crimes Ambientais dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.
- Lei Federal no. 10.295, de 17/10/2001 – dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso de Energia e dá outras providências.
- Lei Federal no. 5.318, de 26/09/1967 – Institui a Política Nacional de Saneamento e cria o Conselho Nacional de Saneamento.
- Decreto no. 24.643, de 10/07/1934 – Código das Águas.
- Resolução CONAMA no. 307 – Gestão dos Resíduos da Construção Civil, de 05/07/2002.
- PBPQ-H – Programa Brasileiro da Produtividade e Qualidade do Habitat
- Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SP – Resolução SMA no. 41, de 17/10/2002.
- Legislações Municipais referidas à Resolução CONAMA.

Deve-se mencionar a normatização internacional elaborada pela ISO (International Standardisation Organization) em especial as normas da série ISO 14.000 que visam resguardar, sob o aspecto da qualidade ambiental, tanto os produtos quanto os processos produtivos.

Existem também normas técnicas para a gestão dos RCD:

- NBR 15112:2004 – Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Tem importância na logística da destinação dos resíduos e poderão processar resíduos para valorização e aproveitamento.
- NBR 15113:2004 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Solução adequada para a disposição dos resíduos de Classe A, de acordo com a Resolução CONAMA no. 307 consideram-se os critérios para reserva de materiais para uso futuro ou disposição adequada ao aproveitamento posterior da área.
- NBR 15114:2004 – Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Possibilidade

de transformar os resíduos da construção Classe A em agregados reciclados destinados ao reaproveitamento na construção civil. O exercício das responsabilidades pelo conjunto de agentes envolvidos na geração, destinação, fiscalização e controle institucional sobre os geradores e transportadores de resíduos está relacionado à possibilidade da triagem e valorização dos resíduos que, por sua vez, será viável na medida em que haja especificação técnica para o uso de agregados reciclados pela atividade da construção, que são as seguintes:

- NBR15115: 2004 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos.
- NBR15116: 2004 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.

A Resolução CONAMA no. 307 se destaca ao classificar, estabelecer os possíveis destinos finais dos RCD, além de atribuir responsabilidades ao Poder público Municipal e aos geradores no que se refere à sua destinação.

Ao disciplinar os RCD, a CONAMA 307/02 leva em consideração as definições da Lei de Crimes Ambientais, de fevereiro de 1998, que prevê penalidades para a destinação final de resíduos em desacordo com a legislação. Essa resolução exige do poder público municipal a elaboração de leis, decretos, portarias e outros instrumentos legais como parte da política pública que discipline a destinação dos RCD (PINTO, 2005).

A Resolução impõe aos geradores a obrigatoriedade da redução, reutilização e reciclagem, quando a não geração dos resíduos não puder ser alcançada.

A Norma NBR 10004 de 2004 – “Resíduos Sólidos – Classificação”, classifica os resíduos quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, indicando quais devem ter manuseio e destinação mais rigidamente controlados. Segundo a Norma entende-se por Resíduos Sólidos os que resultam de atividades da comunidade de origem:

- Industrial;

- Doméstica;
- Hospitalar;
- Comercial;
- Agrícola;
- Serviços e
- Varrição.

São também classificados como:

- Resíduos Classe I – perigosos;
- Resíduos Classe II – não inertes;
- Resíduos Classe III – inertes.

Os RCD são classificados como de Classe III. Entretanto é difícil comprovar que não possuem índice de concentração de poluentes superiores ao especificado na referida Norma, o que os classificaria como resíduos não inertes – Resíduos de Classe II, pois a classificação dos materiais pode variar de acordo com a obra de origem. As características físicas destes resíduos são variáveis, pois dependem dentre outros aspectos, principalmente da tecnologia construtiva utilizada.

## **MINAS GERAIS**

### **Belo Horizonte**

O elevado custo de remoção de entulhos depositados em 134 pontos de descarga clandestina obrigou a prefeitura a elaborar um projeto visando à reciclagem destes materiais. O projeto para a cidade além de possuir 03 usinas e 29 pontos de coleta intermediária, estabeleceu medidas de incentivo financeiro para estimular a aderência à iniciativa. Ficam isentas das taxas de Habite-se as obras cujos resíduos sejam destinados as usina. Os materiais reciclados são empregados como reforço de base em obras de pavimentação, para a produção de blocos para a execução de muros de contenção e de blocos de vedação para a construção.

Nas áreas chamadas de Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes – URPV, o entulho é separado e classificado, o que facilita a remoção e o reaproveitamento dos materiais. As unidades servem ainda como ponto de coleta seletiva de lixo, separado de acordo com sua composição. Também nas URPV se pode entrar em contato com os carroceiros de cada região, realizando programa de vacinação dos animais, emplacamento de carroças, reuniões e outras atividades. Há 05 unidades em funcionamento, além de duas estações de Reciclagem de Entulho, que contribuem para aumentar a vida útil dos aterros, pelo reaproveitamento do material.

O programa integra três frentes de atuação: a social, a veterinária e a técnica. A atuação na frente social inspirou-se na experiência da ASMARE – Associação dos catadores de papel e Material Reaproveitável de BH, que desenvolve juntamente com a SLU – Superintendência de Limpeza urbana, iniciativas que buscam a inclusão social dos catadores de materiais recicláveis, por meio do associativismo e do cooperativismo.

Na frente técnica, o programa visa informar os carroceiros sobre a implicação do despejo de resíduos em locais inadequados, bem como discutir alternativas para que a atividade seja ambientalmente correta.

Segundo Pereira 1999, a quantidade de RCD reciclados mais do que quadruplicou entre 1996 e 1999 (em ton.).

O “Ecobloco” é o bloco de vedação que utiliza resíduos da construção civil para a produção, resíduos provenientes de caçambas de entulhos, de carroceiros e URPVs de BH. Os referidos resíduos são depositados nas Usinas de reciclagem de Entulho do Município. Na Usina são caracterizados os tipos de Resíduos Classe A e Classe B, e os blocos são fabricados utilizando os resíduos de Classe A, com maior teor de cimento e concreto.

Este produto é vendido para cerca de trinta depósitos no Município, o que está iniciando o processo de popularização do material por parte dos comerciantes, restando ainda apoio da comunidade acadêmica, a estudar o produto para garantir a confiabilidade deste aos consumidores finais.

Algumas das aplicações dos materiais originados da reciclagem de entulhos e suas vantagens serão descritas a seguir:

1. Utilização em pavimentação – a forma mais simples de reciclagem, na forma de brita ou ainda em mistura de resíduos com solo;

Vantagens:

Exigência de menor utilização de tecnologia, ou seja, menor custo;

Permite a utilização de todos os componentes minerais do entulho sem necessidade de separação de nenhum deles;

Economia de energia no processo de moagem do entulho, uma vez que, usando-o no concreto, parte do material permanece com granulometria graúda;

Possibilidade de utilizar maior parcela do entulho, como o proveniente de demolições e de pequenas obras que não suportam o investimento em equipamentos de moagem/trituração;

2. Utilização como agregado para o concreto – entulho processado por usinas pode ser agregado para o concreto não estrutural, substituindo-se os agregados convencionais;

Vantagens:

Permite a utilização de todos os componentes minerais do entulho sem necessidade de separação de nenhum deles;

Economia de energia no processo de moagem do entulho, uma vez que, usando-o no concreto, parte do material permanece com granulometria graúda;

Possibilidade de utilizar maior parcela do entulho, como o proveniente de demolições e de pequenas obras que não suportam o investimento em equipamentos de moagem/trituração;

Possibilidade de melhor desempenho do concreto com relação aos agregados convencionais, quando se utiliza de baixo consumo de cimento;

3. Utilização de agregado para a confecção de argamassa – sendo processado por argamasseiras, moem entulho na própria obra, em granulometria semelhante a da areia, pode ser utilizado como agregado para a argamassa de assentamento e revestimento.

Vantagens:

Utilização de resíduos do próprio local, economizando-se com transportes;

Efeito Pozolâmico apresentado por entulho moído;

Redução no consumo de cimento e cal;

Ganho na resistência á compressão das argamassas;

4. Outros usos – utilização de concreto reciclado com agregado; cascalhamento de estradas; preenchimento de vazios em construções; preenchimento de valas de instalações e reforços de aterros.

### **3.3 - Vantagens da reciclagem**

Nem todas as atividades de reciclagem podem ter um balanço ambiental satisfatório. Este balanço vai depender de inúmeros fatores, desde especificidades tecnológicas, distâncias de transporte, etc.

A reciclagem de resíduos pode reduzir a poluição. A utilização de escória de alto forno e cinzas volantes pela indústria cimenteira brasileira reduz acentuadamente o volume de CO<sub>2</sub> liberado na atmosfera. A reciclagem de sucata de aço reduz em cerca de 90 % a geração de resíduos minerais.

A utilização de resíduos como matéria prima reduz a quantidade de recursos naturais retirados do meio ambiente. A reciclagem de uma tonelada de sucata de aço permite uma redução em 90% no consumo de materiais primas naturais.

O entulho de construção reciclado pode substituir em grande parte os agregados naturais empregados na produção de concreto, blocos e base de pavimentação.

Muitas vezes a reciclagem pode reduzir o consumo de energia na produção de materiais. A reciclagem de sucata de aço, por exemplo, permite a produção de um novo aço consumindo apenas aproximadamente 70% da energia gasta para a produção a partir de matérias primas naturais. Já a utilização de sucata de vidro como matéria prima para a produção de vidro reduz apenas em cerca de 5% o consumo de energia. A substituição do clínquer Portland em 50 % por escória de alto forno permite uma redução de cerca 40 % no consumo de energia. Muitas vezes a distância de transporte é crítica em uma avaliação de balanço energético.

Os resíduos não reciclados são depositados em aterros sanitários. Estes aterros ocupam espaços cada vez mais valorizados, especialmente aqueles próximos aos grandes centros urbanos. Aterros sanitários concentram resíduos, muitos deles nocivos e significam risco de acidentes ambientais, mesmo que tomadas todas as medidas de técnicas de segurança.

Resíduo reciclado é produtivo e não ocupa espaço em aterros sanitários. Resíduos nocivos podem ser "encapsulados" no processo de reciclagem.

A reciclagem pode auxiliar na produção de materiais de menor custo, colaborando na redução do custo das habitações, um dos mais caros e inacessíveis bens que produzimos e da infra-estrutura - rodovias, estradas de ferro, barragens, etc.

Resíduos são subprodutos gerados pelos processos econômicos, incluindo atividades extrativistas, produção industrial e de serviços, bem como do consumo até mesmo de preservação ambiental, como a microssílica, a escória de sinterização de resíduos urbanos, todos com emprego na construção civil.

As possibilidades de redução dos resíduos gerados nos diferentes processos produtivos apresentam limites técnicos objetivos. Resíduos, portanto, sempre

existirão. De acordo com Pólita Gonçalves em sua obra A Reciclagem integradora dos Aspectos Ambientais, Sociais e Econômicos, “ a produção de lixo é inevitável e inexorável. Todos os processos geram resíduos. Por outro lado, a lata de lixo não é um desintegrador mágico de matéria. A humanidade vive em ciclos de desenvolvimento e neste momento estamos vivendo um ápice de desperdício e irresponsabilidade na extração dos recursos naturais esgotáveis. A política de proteção ambiental hoje vigente é voltada quase que exclusivamente para a deposição controlada dos resíduos. Esta política apresenta limites diversos. O primeiro é que os aterros controlados são desperdício por tempo indefinido de um recurso limitado, solo. Além de concentrarem enormes quantidades de resíduos perigosos sempre sujeitos a acidentes de graves conseqüências. Para controlar o risco de acidentes a normalização destes aterros tem recebido aperfeiçoamentos constantes. Estes aperfeiçoamentos têm levado o preço destes serviços a valores muitas vezes insuportáveis, que facilmente ultrapassam a US\$100 / ton na grande São Paulo. Este custo é um fator de limitação de qualquer política por várias razões, dentre as quais destacamos o fato de tornar as empresas geradoras de resíduos "inimigas" destas políticas.

A reciclagem, por outro lado, é uma oportunidade de transformação de uma fonte importante de despesa em uma fonte de faturamento ou, pelo menos, de redução das despesas de deposição. Uma grande siderúrgica, por exemplo, produz mais de 1 milhão de toneladas de escória de alto forno por ano que valem no mercado cerca de 10 milhões de reais, sem contar a eliminação das despesas com o gerenciamento do resíduo. Contrariamente à disposição controlada dos resíduos, a reciclagem é atrativa às empresas.

Se na ponta geradora do resíduo a reciclagem significa redução de custos e até mesmo novas oportunidades de negócio, na outra ponta do processo, a cadeia produtiva que recicla reduz o volume de extração de matéria primas, preservando os recursos naturais limitados.

No entanto, as possibilidades de reciclagem na indústria da construção civil são enormes e faltam iniciativas, tanto governamentais quanto particulares no sentido de criar e/ou incentivar a criação de mecanismos que possibilitem maiores investimentos em pesquisas e processos e procedimentos que a viabilizem. Além

do negócio com o transporte dos resíduos, podem-se utilizar os RCD como material para pavimentação, como agregados em concretos menos solicitados a esforços, na produção de argamassa na qual se utiliza inclusive a atividade pozolânica conferidas por algumas frações cerâmicas; a sucata de aço e materiais ferrosos é absorvida pelas próprias indústrias produtoras.

A incorporação de resíduos na produção de materiais também pode reduzir o consumo de energia, tanto porque estes produtos freqüentemente incorporam grandes quantidades de energia quanto porque podem reduzir as distâncias de transporte de matérias primas. No caso das escórias e pozolanas, é este nível de energia que permite produção de cimentos sem a calcinação da matéria prima, permitindo uma redução consumo energético de até 80% JOHN (1995). Finalmente, a incorporação de resíduos no processo produtivo muitas vezes permite a redução da poluição gerada. Por exemplo, a incorporação de escórias e pozolanas reduz substancialmente a produção de CO<sub>2</sub> no processo de produção do cimento.

Finalmente a incorporação de resíduos permite muitas vezes a produção de materiais com melhores características técnicas. Este é o caso da adição de microssílica, que viabiliza concretos de alta resistência mecânica e da escória de alto forno, que melhora o desempenho do concreto frente à corrosão por cloretos.

O incentivo a reciclagem deve ser então uma parte importante de qualquer política ambiental. ENBRI (1994); JOHN (1997).

## **RECICLAGEM PRIMÁRIA X SECUNDÁRIA**

As possibilidades de reciclagem de resíduos dentro do mesmo processo responsáveis por sua geração são limitadas ou muitas vezes, de alto custo. Assim, a reciclagem secundária dos resíduos é alternativa que deve ser explorada.

A reciclagem primária é definida como a reciclagem do resíduo dentro do mesmo processo que o originou. Ela é muito comum e possui grande importância na

produção do aço e do vidro, mas é muitas vezes técnica ou economicamente inviável THE ECONOMIST (1993). Dificuldades com a pureza e necessidade de controle estreito da uniformidade das matérias primas, a concentração de plantas industriais e determinadas regiões tornando necessário o transporte de resíduos a longas distâncias são fatores que diminuem a competitividade da reciclagem primária.

Já a reciclagem secundária, definida como a reciclagem de um resíduo em outro processo produtivo que não aquele que o originou apresenta inúmeras possibilidades, particularmente no macro complexo da construção civil.

Como dito anteriormente, a construção civil utiliza grandes volumes de diferentes materiais. Diferente de outras indústrias, a maioria dos materiais utilizados é de composição e produção simples – especialmente de componentes que fazem uso do cimento Portland - toleram variabilidade razoável e exigem baixas resistências mecânicas. Finalmente atividades de produção relacionadas ao macro complexo estão presentes em todas as regiões de qualquer país.

Muitos dos produtos da construção civil estarão protegidos do contato direto com as intempéries. Este aspecto pode ser interessante no encapsulamento de resíduos industrial perigosos. Muita pesquisa tem sido feita neste sentido, infelizmente sem atentar para eventuais problemas de saúde dos trabalhadores e usuários das construções.

JOHN (1996) apresenta esboço de metodologia para pesquisa e desenvolvimento de reciclagem de resíduos com materiais de construção civil. Resumidamente, a reciclagem de resíduos com material de construção envolve:

1. A caracterização física e química e da microestrutura do resíduo, incluindo o seu risco ambiental;
2. Busca de possíveis aplicações dentro da construção civil, considerando as características do resíduo;
3. O desenvolvimento de diferentes aplicações, incluindo seu processo de produção;

4. Análise de desempenho frente às diferentes necessidades dos usuários para cada aplicação específica;
5. Análise do impacto ambiental do novo produto, em uma abordagem *cradle to grave*, que necessariamente deve envolver avaliação de riscos a saúde dos trabalhadores e usuários..

O desenvolvimento destas atividades exige a capacidade de integração de conhecimentos característicos de diferentes especializações, em uma atividade multidisciplinar típica, envolvendo profissionais de áreas tão diversas como Ciências da Vida (medicina, biologia) e Químicos ou Marketing e Engenharia de Materiais. Todas elas igualmente importantes na viabilização de uma reciclagem.

É recomendável que participe do processo um especialista da indústria que produz o resíduo. Somente um especialista nesta área pode trazer informações sobre a exata composição do resíduo, amplitude da variabilidade de sua composição química e até mesmo julgar a possibilidade de alterar algum aspecto do processo produtivo gerador do resíduo de forma a tornar a reciclagem mais competitiva.

A integração dos conhecimentos e do "universo da construção civil" com os conhecimentos da área de ciência da vida é, quando se investiga a reciclagem ou encapsulamento de resíduos potencialmente nocivos, um dos aspectos mais importantes. Apesar desta importância até o momento não existe metodologia satisfatória disponível.

A integração dos conceitos de *marketing* e finanças talvez seja a menos compreendida entre os pesquisadores, mas nem por isso deixa de ser uma das mais importantes. Qualquer produto, contendo resíduos ou não, precisa ser adequado ao mercado. Em um setor conservador como a construção civil, com pouca experiência na inovação tecnológica, a introdução de um novo produto no mercado necessita ser realizada de acordo com um plano previamente estudado e definido.

A viabilidade financeira é certamente fundamental em todas as etapas. Ela deve ser avaliada considerando o valor de mercado do produto, com os custos do

processo de reciclagem mais o custo da disposição em aterro. Uma metodologia específica precisa ser desenvolvida.

A importância deste aspecto é facilmente percebida levando-se em conta que muitos produtos, tecnicamente viáveis e plenamente desenvolvidos nunca chegam ao mercado.

Esta abordagem multidisciplinar necessária ao desenvolvimento vai requerer habilidades adicionais aos engenheiros civis envolvidos no processo.

A complexidade e multiplicidade de pessoas e aspectos envolvidos no projeto exigem o desenvolvimento de uma abordagem sistêmica, onde o impacto de cada decisão ou resultado experimental é avaliado simultaneamente em todas as demais atividades que estão sendo desenvolvidas.

O CONAMA, no intuito de formalizar os procedimentos de reciclagem de resíduos sólidos editou a Resolução CONAMA 275, de 25 de abril de 2001, que estabelece uma padronização para a utilização de cores, com validade nacional e inspirada em formas e codificações adotadas internacionalmente (Tabelas 2), nos coletores e transportadores de resíduos, de forma a facilitar os procedimentos de coleta seletiva.

Tabela 2 – Padrão de cores para caracterização de resíduos sólidos

COR	Resíduo
AZUL	Papel / Papelão
VERMELHO	Plástico
VERDE	Vidro
AMARELO	Metal
PRETO	Madeira
LARANJA	Resíduos Perigosos
BRANCO	Resíduos Ambulatoriais e de Serviços de Saúde
ROXO	Resíduos Radioativos
MARRON	Resíduos Orgânicos
CINZA	Resíduo Geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação

A melhoria da qualidade ambiental exige uma redução significativa na quantidade de resíduos gerados pelo homem. Se essa redução não for conseguida através da conservação de materiais e energia, haverá evidentes prejuízos para o crescimento econômico, surgindo seqüelas como desemprego, racionamento, etc.

A implementação de Planos de Gerenciamento Integrado de resíduos da Construção Civil – PGIRCC deve ser meta da administração pública municipal ou estadual, mas também de toda empresa que esteja comprometida com a qualidade do meio ambiente de sua comunidade.

## 4- CONCLUSÃO

O conceito de desenvolvimento sustentável está criando profundas raízes na sociedade e, certamente, deverá atingir as atividades do macro-complexo da construção civil, da extração de matérias primas, produção de materiais de construção, chegando ao canteiro e as etapas de operação/manutenção e demolição

A reciclagem de resíduos de outras indústrias é uma tendência que deverá se aprofundar no setor. O desenvolvimento de produtos contendo resíduos, alguns deles perigosos, é atividade multidisciplinar. Os engenheiros civis deverão ser preparados para o desenvolvimento destas atividades.

É também necessário uma compreensão mínima, um entendimento da linguagem e um reconhecimento da importância desta atividade que, como dito anteriormente, é multidisciplinar. Isto exige um nível mínimo de conhecimento técnico sobre cada disciplina. Este nível de conhecimento somente poderá ser obtido a partir de uma formação holística do profissional.

Além de incentivar a reciclagem, deve haver um esforço vigoroso no sentido de aumentar a durabilidade dos produtos, já que a reciclagem tem limites economicamente justificáveis, a partir dos quais o retorno dos investimentos diminui e o custo do processamento aumenta.

A prioridade nos canteiros de obra deve ser a minimização das perdas geradoras de resíduos. Isto pode ser alcançado como a escolha de materiais certificados e com embalagens que facilitam o manuseio sem o risco de perdas; pela capacitação da mão de obra e, pelo uso de equipamentos com tecnologia de ponta e adequada aos processos construtivos. Toda atividade na construção civil produz alguma perda e, como estas acontecem em locais e momentos distintos, a simples separação prévia destes materiais evitaria a contaminação dos rejeitos que ocorre nos containers destinados a sua remoção do canteiro de obras.

Nas obras de demolição os processos construtivos, a tecnologia e o sistema de demolição utilizado, influem na qualidade do resíduo gerado, ou seja, alguns sistemas construtivos e de demolição podem produzir resíduos com maior potencial para a reciclagem que outros, onde a mistura de materiais e componentes, ou sua contaminação, podem favorecer ou não a reutilização e a reciclagem do resíduo.

Acredita-se que processos simples de gestão, sem emprego significativo de recursos, ajudaria na obtenção de resíduos selecionados de forma a otimizar a reciclagem. Sabe-se que a qualidade dos agregados reciclados é fundamental para uma aplicação mais economicamente rentável, aumentando o atrativo dos componentes reciclados.

A implementação de um Programa ambiental poderá reduzir a geração de resíduos, minimizar o desperdício de materiais, ou convergir para a ocorrência dos dois. Ainda podem surgir novas oportunidades de negócios como a reutilização ou reciclagem. Essa competitividade está relacionada com a melhoria da imagem para fornecedores e clientes, e principalmente para o comércio internacional. A viabilidade econômica da implantação de um programa de gestão ambiental para a construção civil é um fator limitante para a inserção do Sistema de Gestão Ambiental na empresa.

Os governos devem promover o desenvolvimento de uma consciência ambiental, através da inclusão da educação ambiental como matéria multidisciplinar em todos os níveis da educação formal e estimular sua inclusão nos cursos de gerenciamento comercial e, como dito anteriormente, de engenharia. Devem disseminar a informação sobre os danos causados ao meio ambiente pela disposição inadequada dos resíduos e estimular o controle social sobre os resultados obtidos com uma nova visão para as práticas utilizadas na indústria da construção.

## 5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. COMMONER, Barry. **The Closing Circle: Confronting the Enviromental. Crisis**, Londres, 1971.
2. Id, Ibid.
3. MASCARÓ, Lúcia. **Tecnologia & Arquitetura**. trad Encarnación Gimenes Mazza, Sara Gedanke. São Paulo: Nobel, 1989.
4. VITTORIA, Eduardo. **“Tecnologia, Progettazione, Architettura”**. in Casabella, 375, 1993. p18.
5. GIUFFRÉ, Rosário ET alii. **Atti Del Secondo Convegno dei Docenti Del Raggruppamento Tecnologico**. Roma, Centro di Tecnologia dell’Habitatm 1975. p.59.
6. GERAGIOLI, G. & COMOGLIO MARIANO, N.. **“Applicazione della Prefabbricazione per i Paese Del Terzo, Quarto e Quinto Mondo”**. in Prefabbricazione, 4, 1981. p.29.
7. PINTO, T. P. **Resíduos da construção civil. Nova legislação permite rápido avanço para normas técnicas e novas soluções**. In: Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento. Saneamento ambiental: a hora da solução. Rio Grande do Sul, ASSEMAE, 2004. p.9
8. CHAHUD, Eduardo (Org.) [at AL.] Fumec/FEA. **Reciclagem de Resíduos para a Construção Civil**. Belo Horizonte: FUMEC, 456, 2007.
9. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.
10. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15112: Resíduos da Construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.
11. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.
12. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15114: Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

13. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15115: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.
14. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15116: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – utilização de pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. Rio de Janeiro, 2004.
15. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7173/1982: Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria sem Função Estrutural. Fevereiro de 1982.

#### TEXTOS TÉCNICOS E PALESTRAS

16. A construção, o meio ambiente e a reciclagem  
Prof<sup>o</sup> Dr. Vanderley M. John (PCC-Poli USP).  
Tutorial que caracteriza o impacto ambiental da construção civil e demonstra a importância da reciclagem de resíduos como materiais de construção civil, constituindo uma forma de redução e controle desse impacto.
17. Desenvolvimento sustentável, construção civil, reciclagem e trabalho multidisciplinar  
Prof<sup>o</sup> Dr. Vanderley M. John (PCC-Poli USP).  
Discute a importância da reciclagem para a redução do impacto ambiental na construção civil em busca do desenvolvimento sustentável.