

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** XXIV Seminário de Iniciação Científica

## **O REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM SEUS ASPECTOS ECONÔMICOS E ECOLÓGICOS<sup>1</sup>**

**Rudinei Cleiton Czedrowski<sup>2</sup>, Ismael Antônio Faggion<sup>3</sup>.**

<sup>1</sup> Projeto de pesquisa realizado no curso de Engenharia Civil da Unijui

<sup>2</sup> Bolsista PET Engenharia Civil

<sup>3</sup> Aluno do curso de Engenharia Civil

### **1. INTRODUÇÃO**

O conhecimento cada vez maior das consequências, sobre o meio ambiente e o meio urbano, do aumento de volume de resíduos a serem dispostos e mais o aumento da consciência ambiental determinaram uma mudança na percepção dos resíduos gerados pela atividade humana. O termo "lixo" foi substituído por resíduos sólidos, e estes, antes vistos como meros subprodutos do sistema produtivo, passaram a ser encarados como responsáveis por graves problemas de degradação ambiental. Além disso, "resíduos sólidos" diferenciam-se do termo "lixo" porque, enquanto este último não possui qualquer tipo de valor, já que é aquilo que deve apenas ser descartado, aqueles possuem valor econômico agregado, por possibilitarem reaproveitamento no próprio processo produtivo (DEMAJOROVIC, 1995).

A história dos resíduos sólidos acompanha a própria história do homem urbano. A partir do momento em que os homens começaram a se estabelecer em determinados locais, abandonando a vida nômade, novas situações em relação aos resíduos sólidos resultantes de sua atividade foram enfrentadas, devido à alteração introduzida em seus hábitos de vida (PHILIPPI JR., 1979). Na idade média os dejetos eram atirados em lugares distantes onde pudessem sujar, cheirar mal e atrair doenças. Menciona-se também na história antiga que além da prática do lançamento de resíduos a céu aberto e em cursos d'água, enterrava-se e usava-se o fogo para a destruição dos restos inaproveitáveis (BARCIOTTE, 1994).

Somente em meados do século XIX, ante a mudança nos padrões de vida trazida pela revolução industrial, é que começou a se destacar o problema dos resíduos sólidos, dentro do contexto ambiental (PHILIPPI JR., 1979). A geração de resíduos sólidos vem aumentando na maioria dos países e particularmente em determinadas regiões, devido ao aumento da população e área urbana. Tais fatores, associados à evolução dos costumes, criação ou mudança de hábitos, melhoria do nível de vida, desenvolvimento industrial e outros, têm provocado crescente ampliação no poder aquisitivo per capita, com consequência direta na quantidade total de resíduos sólidos produzidos particularmente nas cidades (BROLLO, 2016).

Segundo DEMAJOROVIC (1995), a expansão da produção de resíduos impõe desafios ao gerenciamento adequado, tanto nos países industrializados quanto nos países em desenvolvimento, porém os problemas são bem diferentes. Nos primeiros, há a expectativa de aumento da reciclagem e recuperação de matérias, pois já é garantida a destinação para aterros sanitários e incineradores, sendo esta apenas uma evolução à situação presente. Nos países em desenvolvimento, como grande

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico

**Evento:** XXIV Seminário de Iniciação Científica

parte dos resíduos continua a ser disposta ou queimada a céu aberto, os problemas de poluição do ar, solo, e da água tendem a agravar.

Tendo em vista o aumento significativo do consumo de matéria prima para a produção industrial, nos dias atuais notou-se a necessidade crescente da reutilização dos resíduos sólidos urbanos, pois esta oferece soluções para destinação correta dos resíduos bem como a limitação da extração da matéria prima (DE CONTI, 2014). Nesse aspecto, o processo de reciclagem do material não oferece apenas uma alternativa à contenção da degradação ambiental como também pode ser fonte de matéria prima a diversos segmentos da atividade humana, sendo assim um novo setor de produção.

## 2. NECESSIDADE DE REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS

Os novos objetivos da política ambiental e, conseqüentemente, o estabelecimento de novas prioridades da gestão de resíduos sólidos, em nível internacional, implicam uma mudança radical nos processos de coleta e disposição de resíduos. Em contraposição aos antigos sistemas de tratamento desses resíduos, que tinham como prioridade a disposição destes, os atuais devem ter como prioridade um ecological cycle management, o que significa a montagem de um sistema circular, onde a quantidade de resíduos a serem reaproveitados dentro do sistema produtivo seja cada vez maior e a quantidade a ser disposta menor" (DEMAJOROVIC, 1996).

Segundo Brollo (2016), o Relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, de 1987, posteriormente denominado "Nosso Futuro Comum", fortaleceu a expressão desenvolvimento sustentável, entendido como aquele que responde à necessidade do presente sem comprometer a capacidade de gerações futuras de responder às suas necessidades. O termo agrega, em sua definição, três pontos fundamentais: crescimento econômico, equidade social e equilíbrio ecológico. Nesse sentido, o desenvolvimento da tecnologia deve ser orientado para metas de equilíbrio com a natureza e de incremento da capacidade de inovação dos países em desenvolvimento e o progresso será entendido como fruto de maior riqueza, maior benefício social equitativo e equilíbrio ecológico (DONAIRE 1995).

Há uma relação direta entre o que foi destacado e o conceito de consumo sustentável, que além de levar em conta a proteção às necessidades das futuras gerações, associa: o fornecimento de serviços e produtos que atendam às necessidades básicas da população e proporcionem uma melhor qualidade de vida; e a minimização do uso de recursos naturais, de materiais tóxicos, da produção de resíduos e da emissão de poluentes no ciclo de vida do serviço ou do produto.

Como forma de evidenciar o potencial que os resíduos sólidos possuem em gerar novas fontes de matéria prima, a seguir serão expostos dois diferentes casos em que há possibilidade de sucesso no reaproveitamento.

### 2.1. Construção civil

A construção civil é uma das mais antigas atividades humanas e desde os primórdios da humanidade até os dias atuais grande parte da obra é executada de forma artesanal, gerando como subproduto grande quantidade de entulho. Desde a construção das cidades no período do Império Romano, tal fato já despertou atenção dos construtores, sendo desta época que datam os primeiros registros de reutilização de resíduos minerais da construção civil na produção de novas obras. (LEVY, 1997).

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico

**Evento:** XXIV Seminário de Iniciação Científica

De acordo com Wedler e Hummel (1946), somente a partir de 1928, começaram a serem desenvolvidas pesquisas que avaliam o consumo de cimento, a quantidade de água e o efeito da granulometria dos agregados, oriundos de alvenaria britada e de concreto, tendo como primeiras aplicações na reconstrução das cidades após o final da Segunda Guerra Mundial

Resíduos de construção são gerados por demolições, obras em processo de renovação, em razão do desperdício de materiais resultante da característica artesanal da construção. No Brasil, 98% das obras ainda utilizam métodos tradicionais de construção (MARINHO, 1991).

Nações tecnologicamente desenvolvidas como Estados Unidos, Holanda, Japão, Bélgica França e Alemanha, já identificaram a necessidade de reciclar as sobras de construção civil e tem pesquisado o tema visando atingir um grau de padronização dos procedimentos adotados para obtenção dos agregados, atendendo desta forma aos limites que permitem atingir um padrão mínimo de qualidade. (LEVY, 1997).

De acordo com Ferreira et al. (2009), os principais resíduos são constituídos de pedras, tijolos, blocos, areia, cimento, argamassa, madeira, cal e ferro. Em menor escala são os rejeitos oriundos de restos de tintas, vernizes, fiação, restos de alumínio, tubulações de PVC e papel oriundos de embalagens e das atividades humanas nas obras.

Conforme Ângulo et. al. (2013), os resíduos de construção e demolição representam cerca de 50% da massa dos resíduos sólidos urbanos. Este numero serve como indicativo de dois fatores: o primeiro é o desperdício de materiais na construção, o segundo é o tamanho do potencial que o reaproveitamento do material possui.

Conforme Marques Neto (2009) as quantidades de RCC produzidas atingem a sociedade em três grandes dimensões:

1. dimensão econômica: onde se refere aos custos de limpeza pública para remoção e aterramento dos resíduos. Estes serviços são executados pelos órgãos municipais, gerando custos mais elevados;
2. dimensão social: relaciona-se às pessoas que tem a catação como sua única atividade ou forma de sobrevivência, vivendo geralmente no entorno das áreas de deposição;
3. dimensão ambiental: se refere às áreas de disposição clandestina e irregular. Tais áreas, via de regra, são as mais vulneráveis da cidade (córregos, áreas de proteção ambiental áreas de mananciais, entre outras).

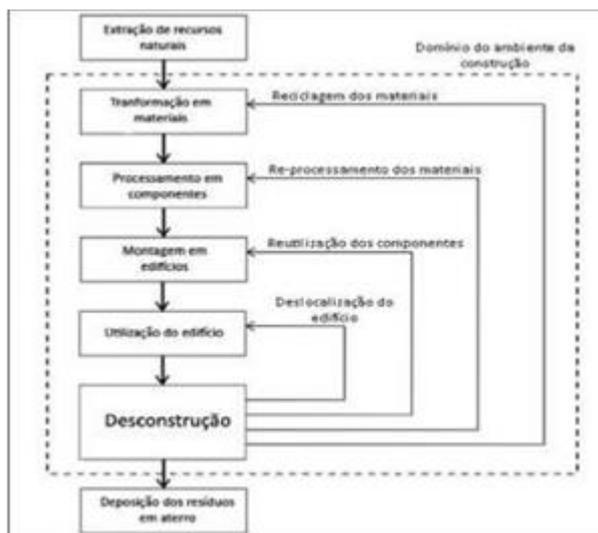
Assim, nota-se que a reciclagem na construção civil pode gerar inúmeros benefícios, dentre eles a redução no consumo de recursos naturais não-renováveis, a redução de área necessária para aterro, pela minimização de volume de resíduos, a redução do consumo de energia durante o processo de produção, destacando-se a indústria de cimentos, redução da poluição, entre outros (DIAS, 2007).

Uma alternativa à reutilização de materiais e elementos construtivos é o processo de desconstrução inversa, sugerido por Mália, (2010). O processo possibilita que elementos antes tratados como inúteis ou removidos para espaços de depósitos, possam ser reaproveitados e revalorizados.

Figura 1: Cenários possíveis para a recuperação de materiais dentro do ambiente construído, (Mália, 2010 apud Crowther, 2000)



**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** XXIV Seminário de Iniciação Científica



Fonte: Mália, M. A. B., 2010

Do ponto de vista ambiental, o problema principal com este tipo de resíduo está relacionado à sua deposição irregular e aos grandes volumes produzidos. A deposição irregular do resíduo é muito comum em todo o mundo. No Brasil, os números estimados para cinco cidades médias variam entre 10 e 47% do total gerado, (PINTO 1999). Entre os diversos impactos ambientais gerados na construção de edificações tem-se: a poluição do solo, a poluição do ar, a poluição de rios e mares, a chuva ácida, o buraco na camada de ozônio, além do esgotamento dos recursos naturais. (KLEIN, 2002).

## 2.2. Indústria cerâmica

A indústria cerâmica é uma das que mais se destacam na reciclagem de resíduos industriais e urbanos, devido ao seu elevado volume de produção que possibilita o consumo de grandes quantidades de rejeitos e que, aliado às características físico-químicas das matérias-primas cerâmicas e às particularidades do processamento cerâmico, faz da indústria cerâmica como uma das grandes opções para a reciclagem de resíduos sólidos (MENEZES et al, 2002). Além disso, é uma das poucas áreas industriais que podem obter vantagens no seu processo produtivo com a incorporação de resíduos entre suas matérias-primas, a exemplo da economia de matérias-primas de elevada qualidade, cada dia mais escassas e caras, a diversificação da oferta de matérias-primas, e a redução do consumo de energia e, por conseguinte, redução de custos (Wender & Baldo, 1998).

Diversos resíduos industriais podem ser absorvidos pela indústria cerâmica, dentre os resíduos de mineração, da indústria do papel e celulose, metalúrgica, energética etc. que, independentemente de sua origem, têm utilização cada dia maior como matérias-primas alternativas na indústria cerâmica (MENEZES et al, 2002).

Em seu estudo de 2002, Menezes et al buscou identificar como os resíduos de diferentes áreas podem ser aproveitados pela indústria cerâmica. O autor buscou conhecer a realidade atual de como empresários o utilizam e também mostrar resultados em testes para definir valores seguros a determinados fins, resumidos na tabela.

Tabela 1 – Resíduos sólidos e suas aplicações na indústria cerâmica.

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** XXIV Seminário de Iniciação Científica

Materia prima	Utilizações
Resíduos da mineração e beneficiamento de rochas (reduzidor de plasticidade)	Cerâmicos à base de argila, os teores de resíduo podem atingir níveis elevados (maiores que 50%) e, mesmo assim, o corpo cerâmico apresenta características mecânicas adequadas para sua aplicação como tijolos (resistência superior a 5 MPa).
Lama de esmaltação das cerâmicas e dos rejeitos da indústria mecânica e metalúrgica, resíduo de amianto (fundente)	Tijolos, telhas, blocos e revestimentos cerâmicos, vidro. Diminui a temperatura de maturação dos corpos cerâmicos. Podem ser adicionados em elevadas quantidades na formulação das massas cerâmicas
Resíduos combustíveis, provenientes de processos industriais que contêm elevado teor de substâncias orgânicas, como das estações de tratamento de rejeitos urbanos, resíduos da exploração de carvão, resíduos da indústria têxtil e de curtume	Podem ser utilizados de duas maneiras: por incorporação dos resíduos à massa cerâmica ou mistura com os combustíveis responsáveis pela queima do corpo cerâmico, sendo que, em ambos os casos, é utilizado o poder calorífico dos resíduos para auxiliar na queima.
As cinzas volantes e os resíduos oriundos da incineração de rejeitos urbanos	Produção de cimento e concreto, de tijolos, resíduos, produção de vidros, vidros cerâmicos e compostos

Os estudos mostram a grande capacidade da indústria cerâmica em absorver grande quantidade de resíduos sólidos. Há potencial de uso em grande escala de vários produtos em diversas áreas do setor. Além de representar um ganho ambiental, o uso de resíduos pode ser uma alternativa economicamente vantajosa a empresas, desde que planejada de maneira correta, devido a abundância de material.

A Europa lidera a tecnologia de incorporação de resíduos à indústria cerâmica, seguida por alguns países asiáticos (MENEZES et al, 2002). Nesses locais há um grande crescimento no número de instituições de pesquisas europeias que se vêm dedicando a este tema nos últimos anos. Isto é resultado de que os grandes centros urbanos possuem cada vez menos alternativas e espaços para a deposição da crescente quantidade de rejeitos urbanos, e também conscientização do empresariado.

### 3. GANHOS AMBIENTAIS, SOCIAIS E ECONÔMICOS

Os estragos causados pelo acúmulo de resíduos sólidos urbanos vem aumentando nas sociedades contemporâneas, causando diminuição da qualidade de vida humana. Conforme resolução nº01 do de 23 de janeiro de 1986 do CONAMA, considera-se 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 a saúde, a segurança ou o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais.

A presença dos resíduos sólidos municipais nas áreas urbanas consiste em impacto ambiental. Essa é muito significativa, gerando problemas de ordem estética, de saúde pública, pelo acesso a vetores e animais domésticos, obstruindo rios, canais e redes de drenagem urbana, provocando inundações e potencializando epidemias de dengue e de leptospirose, entre outras (FERREIRA, J.; ANJOS, L., 2001).

O gerenciamento inadequado de resíduos pode resultar em riscos indesejáveis às comunidades, constituindo-se ao mesmo tempo em problema de saúde pública e fator de degradação ambiental, além, é claro, dos aspectos sociais, estéticos, econômicos e administrativos envolvidos (SMA 1998). Com relação à saúde pública, os resíduos urbanos, ocupam um papel importante na estrutura epidemiológica da comunidade. Do ponto de vista sanitário, o lixo, como fator indireto, tem grande

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico

**Evento:** XXIV Seminário de Iniciação Científica

importância na transmissão de doenças pela ação de vetores, que encontram no lixo alimento e condições adequadas para sua proliferação.

As condições básicas de vida a que todos os seres humanos têm direito (saúde, segurança, trabalho, educação, moradia etc.) dependem diretamente de um meio ambiente saudável (Johnston, 1995). Os elevados índices de morbidade e mortalidade nos países em desenvolvimento, com os conhecimentos de prevenção que se têm, poderiam ser reduzidos quase aos níveis dos países desenvolvidos. A importância da coleta de resíduos tem importância pois as causas dos atuais excessos de doenças nos países em desenvolvimento são, na sua maioria, originárias do meio ambiente e poderiam essencialmente ser evitadas (Doll, 1992; Mendes, 1988).

O reaproveitamento de resíduos é uma alternativa a diminuir o volume de lixo acumulado nos centros urbanos. Hoje, a maior parte do resíduo é descartada em aterros, não tendo assim uma utilidade para a sociedade. Porém, com o avanço de pesquisas no assunto, o material passa a ser objeto de desejo a vários ramos de fabricação, o que resultaria em uma necessidade de coleta pelos sujeitos interessados, tendo como resultado uma diminuição do material descartado.

No âmbito econômico, os resíduos se mostram versáteis a diversas áreas. Tanto na reutilização de material da construção civil quanto no aproveitamento na indústria cerâmica os resultados obtidos são animadores. Ainda há muitas pesquisas a serem desenvolvidas, mas o prospecto parece favorável a um destino economicamente viável aos resíduos.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A preocupação com o tema resíduos sólidos é universal e vem sendo discutida há algumas décadas, tanto na esfera internacional como na esfera nacional. O gerenciamento de resíduos sólidos vem passando por um processo de reformulação com vistas à diminuição sistemática da produção dos resíduos na fonte, minimizando o consumo de energia, o desperdício de matéria prima e, conseqüentemente, causando menos impacto ambiental. Ao mesmo tempo, inúmeros profissionais vêm tratando da questão dos resíduos sólidos, discutindo os inúmeros aspectos que perpassam o tema, seja técnico, legal, financeiro, institucional, etc.

Mudanças de filosofia visando a gestão de resíduos vêm ocorrendo, refletidas pelo desenvolvimento de equipamentos e técnicas de produção ecologicamente corretas, pela pressão de diversos segmentos da sociedade, principalmente nos países desenvolvidos, bem como pelo fator econômico, apontando para custos cada vez mais elevados da disposição final de resíduos.

#### 5. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES

BARCIOTTE ML. Coleta seletiva e minimização de resíduos sólidos urbanos: uma abordagem integradora. São Paulo (SP); 1994. [Tese de Doutorado - Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da USP].

BROLLO, M. Política e gestão ambiental em resíduos sólidos: Revisão e análise sobre a atual situação no Brasil.

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico

**Evento:** XXIV Seminário de Iniciação Científica

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 001 de 23/01/1986

–

Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente.

DEMAJOROVIC, J. A evolução dos modelos de gestão de resíduos sólidos e seus instrumentos. Cadernos FUNDAP; 1996; 20:47-58.

DE CONTI, M. Resíduos da construção civil: impactos e benefícios gerados pelos RCC e sua reciclagem. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE DA AMBIENTAL, 9., Porto Alegre. Porto Alegre (RS): ABES, 2014.

DOLL, R.. Health and the environment in the 1990s. American Journal of Public Health. 1992.

DIAS, E. C. M. (2007) Gerenciamento de resíduos na construção civil. São Paulo – SP, 13 p. (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Anhembi Morumbi.

DONAIRE D. Gestão ambiental na empresa. São Paulo, SP. Ed. Atlas, 1995.

FERREIRA, J.; ANJOS, L. Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais. Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v.17, n.3, p.689-696, 2001.

JOHNSTON, B. R. Human rights and the environment. Human Ecology. 1995

KLEIN, S.E.S. (2002) Diretrizes de gestão ambiental na indústria da construção civil de edificações. Blumenau - SC, 01 p., 2002. Dissertação (Mestrado) – Universidade Regional de Blumenau

LEVY, S. M.; HELENE, P. R.L.(1995) Reciclagem de entulhos na construção civil a solução política e ecologicamente correta. in: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIAS DE ARGAMASSAS, 1º, Goiânia, Brasil. \$QDLV\_ Goiânia, pp 315-325.

MÁLIA, M. A. B. (2010) Indicadores de resíduos de construção e demolição. Lisboa – Portugal, 17 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Técnica de Lisboa.

NETO, J. L. S.; SEGATO I. G. (2009) Caracterização da Geração, Destinação Final e do Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil no Município de Palmas – TO. Faculdade Católica do Tocantins (FACTO) 7 p.

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico

**Evento:** XXIV Seminário de Iniciação Científica

PHILIPPI JR A. Sistema de resíduos sólidos: coleta e transporte no meio urbano. São Paulo (SP); 1979. [Dissertação de Mestrado – Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da USP].

PINTO, T. de P. (1999) Metodologia para Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), 189 p. Tese Doutorado.

[SMA] SÃO PAULO (ESTADO). SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE. Proposta de Política Estadual de Resíduos Sólidos. São Paulo (SP): Secretaria de Estado de Meio Ambiente [Série Documentos Ambientais]; 1998B.

WENDER, A.A.; BALDO, B.B. O potencial da utilização de um resíduo argiloso na fabricação de revestimento cerâmico - Parte II. Cerâmica Industrial, São Paulo, v.3, n.1-2, p.34-36, 1998.