

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação - DIPPG
Coordenadoria de Pesquisa e Estudos Tecnológicos - COPET

RELATÓRIO FINAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

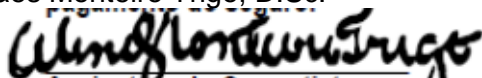
REDUÇÃO E RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: RUMO À SUSTENTABILIDADE

Aluno(s):

Dailleney Chagas de Oliveira Mariano (Eng. Civil / 4^o período) Bolsista CEFET/RJ

Orientador:

Aline Guimarães Monteiro Trigo, D.Sc.



Rio de Janeiro, RJ - Brasil

Agosto/ 2014

RESUMO

No último século, o mundo sofreu com as consequências das guerras e dos acidentes causados pelo homem. Desde então, vários eventos vem inspirando e guiando o povo para a preservação e melhoria do ambiente humano, reafirmando a preocupação com os desastres, principalmente os naturais e outros advindos da má gestão das populações sobre os recursos e serviços ambientais e do interesse econômico das nações sobre a biodiversidade presente em alguns países. A construção civil é uma das atividades mais antigas da humanidade e foi durante os primórdios que se notou um desperdício de subprodutos, especialmente os resíduos da construção civil ou entulhos gerados. Nesse contexto, esta pesquisa vem demonstrar a importância da redução e da reciclagem dos resíduos da construção civil para os municípios, a partir da identificação e classificação desses resíduos, bem como no reconhecimento dos impactos causados. Quanto à redução dos resíduos, destacam-se as construções sustentáveis e quanto à reciclagem, foca-se no levantamento e aplicação dos agregados reciclados advindos desses resíduos. Transformar resíduos em materiais reciclados se torna cada vez mais necessário, uma vez que a prioridade é gerar menos e reciclar mais.

Palavras-chave: Resíduos da construção civil, Reciclagem, Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

No último século, o mundo sofreu com as consequências das guerras e dos acidentes causados pelo homem. Isto se deve a forma pela qual o homem vem usando recursos naturais para atender as suas necessidades. A preocupação com estes acontecimentos fez com que em 1972 a Organização das Nações Unidas (ONU) convocasse a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, em Estocolmo (Suécia) com objetivo de “inspirar e guiar os povos do mundo para a preservação e a melhoria do ambiente humano”. Desde então, outros eventos se sucederam como a ECO 92, Rio+10 e Rio+20, reafirmando a preocupação com os desastres, principalmente os naturais e outros advindos da má gestão das populações sobre os recursos e serviços ambientais e do interesse econômico das nações sobre a biodiversidade presente em alguns países.

A construção civil é uma das atividades mais antigas da humanidade que se tem conhecimento e foi durante os primórdios que se notou um desperdício de subprodutos gerados pela própria. A primeira utilização significativa dos resíduos da construção civil (RCC), também conhecidos como entulho, foi registrada após a 2ª Guerra Mundial, quando milhares de escombros ficaram espalhados pelas cidades atingidas pelo conflito e para a reconstrução destas. O enorme volume de entulho foi reutilizado parcialmente, pois havia a escassez de matéria-prima (MELO e FROTA, 2014).

A partir de 1928, passou-se a desenvolver pesquisas de uma forma sistemática para avaliar o consumo de cimento, a quantidade de água e o efeito da granulometria dos agregados, oriundos de alvenaria britada e de concreto (RICCI, 2007). No Brasil, as primeiras pesquisas realizadas sobre o RC foram feitas por Pinto (1986) e Levy (1997) em argamassas, por Bodi (1997) em pavimentos e por Zordan (1997) em concretos (MIRANDA, 2009). A geração dos resíduos de RCC verificados em obras da construção civil ou na demolição de edificações representa um grande volume de materiais sólidos e é um dos principais problemas, tanto na coleta, no tratamento como na disposição final, para os municípios atualmente.

A geração de resíduos sólidos da construção civil representa cerca de 60% da massa de resíduos urbanos nos municípios brasileiros (CASTILHO, 2009). É uma das fontes geradoras das alterações que vêm ocorrendo na natureza e de acordo com Castilho, consome cerca de 50% de todos os recursos naturais extraídos. Consequentemente, contribui para o aumento das doenças, sob a dimensão local e a intensificação do aquecimento global, sob a dimensão global.

Nesse contexto, esta pesquisa vem demonstrar a importância da redução e da reciclagem dos resíduos da construção civil para os municípios, a partir dos seguintes objetivos específicos:

- identificar e classificar os resíduos da construção civil,
- reconhecer os impactos ambientais causados pelos resíduos,
- levantar as etapas de um gerenciamento de resíduos da construção civil, destacando a redução e a reciclagem dos resíduos.

Quanto à redução dos resíduos, evidenciam-se as construções do tipo sustentáveis, de forma a conscientizar a sociedade e quanto à reciclagem, foca-se no levantamento e aplicação dos agregados reciclados advindos desses resíduos.

Metodologicamente, o trabalho é classificado como uma pesquisa básica, segundo a natureza e quanto aos objetivos, enquadra-se como uma pesquisa exploratória, pois tem o “objetivo de proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o mais explícito”. (DIEHL; TATIM, 2004)

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. IDENTIFICAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E DESTINAÇÃO ADEQUADA DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Com o aquecimento do setor da construção civil, houve um aumento dos resíduos gerados pela própria. E em busca de um melhor gerenciamento desses, a Comissão de Estudo de Resíduos Sólidos da Construção Civil para Projeto, Implantação e Operação de Construções e Instalações para o seu Manejo e suas Aplicações (CE-02:130.06) formulou a NBR 15113/2004 (Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação). De acordo com esta norma e em conformidade com a Resolução CONAMA nº307/2002, que tem por objetivo estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, pelo art. 2º para efeito desta é adotada a seguinte definição:

I - Resíduos da construção civil: 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, caliça ou metralha.

Os resíduos da construção civil são classificados conforme o quadro 1.

Quadro 1: Classificação de resíduos da construção civil.

Classes	Definição	Integrantes predominantes considerados na composição gravimétrica
A	Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados.	Componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa, concreto, peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meiosfios etc.).
B	Resíduos recicláveis para outras destinações.	Plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e outros.
C	Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem e recuperação.	Produtos oriundos do gesso.
D	Resíduos perigosos oriundos do processo de construção.	Tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Fonte: Resoluções CONAMA 307/2002 (art.3º) e 431/2011

De acordo com o art.10º da resolução CONAMA nº 307/2002 e a nova redação dada pela Resolução CONAMA nº 448/2012, os resíduos da construção civil, após triagem, deverão ser destinados das seguintes formas (quadro 2).

Quadro 2: Destinação das classes dos resíduos sólidos

Classes	Destinação
A	Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de reservação de material para usos futuros;
B	Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
C	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
D	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Fonte: Resoluções CONAMA 307/2002 e 431/2011

2.2. IMPACTOS AMBIENTAIS ORIUNDOS DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Muitos materiais são perdidos durante uma construção, o beneficiamento destes é uma solução para que haja uma diminuição do consumo energético e da busca por novos insumos, a partir da reutilização e reciclagem de alguns materiais e resíduos.

Contudo, cabe destacar os principais impactos ambientais negativos gerados pelos resíduos da construção civil, que em sua maioria provém do canteiro de obra, pois este pode causar interferências nos meios físico, biótico e antrópico, segundo Degani (2006), tais como:

- Contaminação química do solo;
- Indução de processos erosivos;
- Deterioração da qualidade do ar;
- Alteração da qualidade das águas superficiais;
- Aumento da quantidade de sólidos;
- Aumento do volume de aterros de resíduos.

Dentre as vantagens referentes à possibilidade de reciclagem e à redução dos resíduos da construção civil, além do benefício ambiental, enquadram-se, segundo Gelain (2013):

- O aumento de vida útil de aterros pela disposição organizada dos resíduos, formando bancos para posterior utilização;
- Redução de extração de matéria-prima em jazidas;
- Redução da necessidade de destinação de áreas públicas para a disposição de resíduos;
- Redução do consumo de energia durante o processo de produção;
- Decréscimo da poluição gerada pelo entulho e de suas consequências negativas, como enchentes e assoreamento dos rios e córregos;
- Diminuição dos custos na limpeza urbana para as administrações.

No entanto, ainda tem-se em vista alguns pontos negativos da reciclagem dos materiais, como o preconceito dos construtores ao comparar o baixo custo do material reciclado a sua qualidade. O exemplo disto está na qualidade dos materiais separados e potencialmente recicláveis da classe B, pois por existir a possibilidade de serem contaminados por outros componentes do lixo não apresentam um grau de qualidade tão bom quanto o da coleta seletiva. (GELAIN, 2013)

Além dos verificados, os impactos ambientais também estão associados ao tipo de resíduo gerado, a tecnologia empregada, a utilização proposta para o material reciclado que

pode tornar o processo de reciclagem ainda mais impactante do que antes de ser reciclado e a falta de incentivos governamentais para viabilizar os projetos nesta área.

2.3. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO PAÍS

Frente aos fatos ocorridos, torna-se necessário incentivar os municípios e construtoras a desenvolverem um plano de gestão de resíduos.

O plano de gerenciamento de resíduos da construção civil (figura 1) faz parte do Sistema de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos. O plano estabelece normas para geradores, transportadores, destinação, recepção e captação de resíduos da construção civil, segundo a lei nº 12.305 de 2010.

Na gestão desses resíduos estão envolvidas ações que, direta ou indiretamente, se relacionam as etapas de:

- coleta: executada pelos transportadores;
- transporte: meio utilizado pelas transportadoras para fazer a locomoção dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação;
- área de transbordo: área destinada ao recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos;
- tratamento: de acordo com a norma estabelecida para cada classe de resíduo;
- destinação final: aterros ou áreas de transbordo.



Figura 1: Plano de Gerenciamento dos RCC

Fonte: VERDEGHAIA (2014).

Há estudos que revelam a situação atual dos RCC no país, onde boa parte dos RCC são dispersos em pontos irregulares pelas cidades, cerca de mais de 1,4 mil toneladas de entulho são gerados por meio das construções. Os responsáveis pelas obras, na maioria das vezes contratam carroceiros que recolhem os entulhos e os despejam em ruas, terrenos baldios, margens de rios, entre outros lugares inapropriados. (CASTILHO, 2009) Essa ilegalidade gera transtornos, como enchentes e doenças, e por isso se dá a importância de obter uma boa gestão dos resíduos sólidos da construção civil, para que haja um controle e uma melhoria, para as cidades, para o meio ambiente e para a economia da cidade.

Coletores e transportadores sempre estiveram presentes em áreas urbanas. Em cidades de pequeno e médio porte, pode-se identificar uma grande variedade quanto aos equipamentos de coleta e os transportes que variam de carroças com tração animal até caminhonetes, caminhões com carroceria de madeira ou caminhões do tipo poliguindaste transportando caçambas estacionárias. Nas coletas de RCC, os clientes contratam o coletor/transportador e esse direciona para onde deve ser levado o entulho. Como em muitos casos, estes resíduos eram postos em lugares ilegais. A prefeitura de São Paulo desenvolveu um esquema para atenuar esse problema, um projeto chamado de Ecopontos, onde pequenos geradores podem depositar resíduos da construção e demolição. (VERDEHHAIA, 2014)

Os aterros que recebem resíduos da construção civil classe A e resíduos inertes devem ser escolhidos de forma que seja minimizado o impacto ambiental negativo causado por sua instalação e maximizada a aceitação pela população; de acordo com as leis de uso e com a legislação ambiental e dentro dos critérios estabelecidos pela norma. O local deve dispor de iluminação e energia para uma ação de emergência, ou para o uso de equipamentos, como bombas ou compressores para a retirada de resíduos líquidos ou compactação de resíduos sólidos, possuir sistema de comunicação e os resíduos devem ser analisados, pois nenhum resíduo pode ser disposto sem que se saiba a sua procedência e sua composição.

O Brasil ainda se encontra em um estágio primário quanto à reciclagem de RCC. Iniciou suas atividades, inaugurando uma usina em 1991 na cidade de São Paulo. Esta usina tinha uma boa produção, mas por falta de adequação às normas técnicas, o material produzido por ela ficou impossibilitado de ser utilizado. Em Belo Horizonte, considerada atualmente como a capital que mais utiliza esses materiais, foi diferente, mesmo não cumprindo as normas técnicas, a prefeitura conseguiu desenvolver métodos para aplicar os reciclados na pavimentação das ruas e estradas. (MELO e FROTA, 2014)

De acordo com a Associação Nacional de Entidades Produtoras de Agregados da Construção Civil (ANEPAC), hoje são mais de 60 municípios com gestão de RCC

implantadas. (CASTILHO, 2009) No mercado internacional, as empresas buscam melhorias nesta área, como a redução dos desperdícios e a otimização dos empreendimentos, racionalizando custos, melhorando processos, tornando os edifícios mais eficientes do ponto de vista energético, no consumo de água e que possam gerar impactos cada vez menores ao meio ambiente. No Brasil, a rede Sinduscon e seus associados também vêm promovendo diversas ações na perspectiva da melhoria contínua da qualidade, da segurança e da produtividade no canteiro de obras. (ABEPRO, 2006)

Há exemplos de programas nacionais que enfatizam a gestão de resíduos, como a empresa de consultoria Obra Limpa, o Projeto Entulho Bom realizado no município de Chapecó/SC e o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), que fiscaliza o setor da construção civil, melhorando a qualidade do habitat e a modernização da produção.

2.3.1. PROCESSOS DE RECICLAGEM

A reciclagem é o processo de reaproveitamento de um resíduo tratado após ter sido submetido à transformações. Este processo e a diminuição do desperdício de materiais de construção são fundamentais para que haja uma mudança no cenário mundial que enfrenta uma degradação causada pelos resíduos da construção civil.

De acordo com a empresa Cretatec Tecnologias (2014), a reciclagem contribui para o reaproveitamento dos materiais já utilizados, evitando a retirada de mais matéria-prima da natureza e a boa administração auxilia na diminuição dos desperdícios causados por obras inacabadas e abandonadas, projetos mal elaborados, materiais de qualidade duvidosa, transporte ou armazenamento inadequado, mão de obra inexperiente e reformas que substituem materiais de construção, gerando quantidades enormes de entulho.

Por isso, é importante investir em uma gestão de qualidade na área de RCC fundamental para o meio ambiente e para a economia dos municípios que terão menos gastos com limpeza de bueiros, coletas e tratamento de doenças. (CASTILHO, 2009)

A reciclagem é executada em partes. A primeira compreende a coleta do material e seu transporte até a usina de reciclagem, a segunda parte é a recepção do material e a separação em resíduos de concreto e resíduos de alvenaria, como mostra a figura 2. Isso é feito porque a areia e a pedra reciclada obtidas do resíduo de concreto têm mais qualidade para o uso em concretos e argamassas. Já a areia e a pedra que vêm da alvenaria tem boa aplicação em pavimentação, mas não é tão boa para concretos.



Figura 2: Processo de separação manual dos compostos

Fonte: Dinâmica Ambiental (2014).

No processo de separação, também é feita a seleção de materiais não minerais e de gesso, pois não se pode reciclar resíduo classe A junto com o gesso porque gera expansão no concreto com reciclado e destrói as peças a serem produzidas. Também são separados materiais como papel, plástico e madeira dos resíduos da classe A.

Numa terceira parte, é feita uma homogeneização que consiste em misturar as diversas descargas de resíduo a reciclar. Este estágio compreende as etapas de trituração, peneiramento e a expedição. Então, é realizada uma separação de resíduos em parte graúda e miúda, o que melhora a trituração.

Após o processo de trituração com uso de britadores, conforme a figura 3 ilustra, segue-se com a retirada de contaminantes e um peneiramento do resíduo triturado, onde se obtêm areia, pedrisco, pedra 1 e pedra 2, que são os agregados reciclados.



Figura 3: Recicladora

Fonte: PROGUARU (2014).

O agregado reciclado também é verificado como agregado para concreto não estrutural, substituindo os agregados convencionais como areia e brita (ZORDAN, 2006), de acordo com as normas NBR 15116/2004. De acordo com Dalpino (2008), as principais vantagens dessa utilização são:


- A utilização dos vários componentes dos RCD's para a produção do agregado de resíduo misto;
- A economia de energia no processo de moagem do entulho para o uso de concreto não estrutural, o qual requer agregado com granulometria graúda em relação a sua utilização em argamassas;
- A possibilidade de melhorias no desempenho do concreto em relação aos agregados convencionais, quando se utiliza baixo consumo de cimento.

2.3.2. APLICAÇÕES DE AGREGADOS RECICLADOS

De acordo com a Abrecon (2014), a aplicação prática que se verifica para os agregados reciclados encontra-se no quadro 3.

Quadro 3: Usos Recomendados para agregados

Imagem	Produto	Características	Uso recomendado
	Areia reciclada	Material com dimensão máxima característica inferior a 4,8 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Argamassas de assentamento de alvenaria de vedação, contrapisos, solo-cimento, blocos e tijolos de vedação.
	Pedrisco reciclado	Material com dimensão máxima característica de 6,3 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Fabricação de artefatos de concreto, como blocos de vedação, pisos intertravados, manilhas de esgoto, entre outros.
	Brita reciclada	Material com dimensão máxima característica inferior a 39 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Fabricação de concretos não estruturais e obras de drenagens.
	Bica corrida	Material proveniente da reciclagem de resíduos da construção civil, livre de impurezas, com dimensão máxima característica de 63 mm (ou a critério do cliente).	Obras de base e sub-base de pavimentos, reforço e subleito de pavimentos, além de regularização de vias não pavimentadas, aterros e acerto topográfico de terrenos.

	<p>Rachão</p>	<p>Material com dimensão máxima característica inferior a 150 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.</p>	<p>Obras de pavimentação, drenagens e terraplenagem.</p>
---	----------------------	--	--

Fonte: ABRECON (2014)

Os materiais da classe B, como as madeiras, são vendidas como combustíveis fósseis e quando estão picadas são vendidas para as olarias e o ferro segue para a siderurgia. Restos de tijolos e concreto são triturados e viram saibro, uma areia grossa utilizada para o asfalto. O saibro pode ser usado para fazer pátios, como exemplo na figura 4.



Figura 4: Etapas da reciclagem dos resíduos de classe A.
Fonte: PROGUARU (2014).

2.3.3 USINAS DE RECICLAGEM DE RCC

De acordo com a empresa Cretatec Tecnologias (2014), uma usina básica para reciclagem de resíduos é constituída por alimentador, britadores, transportadores de correia e peneira classificatória e em alguns casos, quando necessário, possui equipamento para lavagem dos agregados reciclados. O preço de uma usina nova pode variar entre R\$ 1 milhão e R\$ 3 milhões.

O quadro 4 mostra as usinas de reciclagem de RCC no Brasil, especificando o local de instalação, o proprietário da usina, o ano de instalação, a capacidade em toneladas/ano e a situação em que se encontra até 2008. Contudo, segundo a pesquisa setorial realizada pela Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON), em outubro de 2013 esses números mais que duplicaram, pois foram

mapeadas cerca de 120 usinas de reciclagem, sendo a maior concentração na região sudeste. De acordo com o Levi Torres, coordenador da ABRECON, em 2014 esses números tendem a crescer ainda mais.

Quadro 4: Usinas de Reciclagem de RCC no Brasil.

Cidade	Propriedade	Instalação	Cap. (t/n)	Situação
São Paulo/SP	Prefeitura	1991	100	Desativada
Londrina/PR	Prefeitura	1993	20	Desativada
B. Horizonte (Estoril)	Prefeitura	1994	30	Operando
B. Horizonte (Pampulha)	Prefeitura	1996	20	Operando
Ribeirão Preto/SP	Prefeitura	1996	30	Operando
Piracicaba/SP	Autarquia/Emdhap	1996	15	Operando
São José dos Campos/SP	Prefeitura	1997	30	Desativada
Muriaé/MG	Prefeitura	1997	8	Desativada
São Paulo/SP	ATT Base	1998	15	Desativada
Macaé/RJ	Prefeitura	1998	8	Desativada
São Sebastião/DF	Adm. Regional	1999	5	Desativada
Socorro/SP	Irmãos Preto	2000	3	Operando
Guarulhos/SP	Prefeitura/Proguaru	2000	15	Operando
Vinhedo/SP	Prefeitura	2000	15	Operando
Brasília/DF	Caenge	2001	30	Operando
Fortaleza/CE	Usifort	2002	60	Operando
Ribeirão Pires/SP	Prefeitura	2003	15	Desativada
Ciríaco/RS	Prefeitura	2003	15	Desativada
São Gonçalo/RJ	Prefeitura	2004	35	Paralisada
Jundiaí/SP	SMR	2004	20	Operando
Campinas/SP	Prefeitura	2004	70	Operando
São B. do Campo/SP	Urbem	2005	50	Operando
São B. do Campo/SP	Ecoforte	2005	70	Desativada
São José do Rio Preto/SP	Prefeitura	2005	30	Operando
São Carlos/SP	Prefeitura/Prohab	2005	20	Operando
B. Horizonte (BR040)/MG	Prefeitura	2006	40	Operando
Ponta Grossa/PR	P. Grossa Amb.	2006	20	Operando
Taboão da Serra/SP	Estação Ecologia	2006	20	Operando
João Pessoa /PB	Prefeitura/Emlur	2007	25	Operando
Caraguatatuba/SP	JC	2007	15	Operando
Colombo/PR	Soliforte	2007	40	Operando
Limeira/SP	RL Reciclagem	2007	35	Operando
Americana/SP	Cemara	2007	25	Operando
Piracicaba/SP	Autarquia/Semae	2007	20	Operando

Santa Maria/RS	GR2	2007	15	Operando
Osasco/SP	Inst. Nova Agora	2007	25	Instalando
Rio das Ostras/RJ	Prefeitura	2007	20	Instalando
Brasília/DF	CAENGE	2008	30	Operando
Londrina/PR	Kurica Ambiental	2008	40	Operando
São Luís/MA	Limpel	2008	40	Operando
São J. dos Campos/SP	RCC Ambiental	2008	70	Operando
Paulínia/SP	Estre Ambiental	2008	100	Operando
Guarulhos/SP	Henfer	2008	30	Instalando
Barretos/SP	Prefeitura	2008	25	Instalando
São José dos Campos/SP	Julix – Enterpa	2008	25	Instalando
Petrolina/PE	Prefeitura	2008	25	Instalando
Itaquaquecetuba/SP	Entrec Ambiental	2008	40	Instalando

Fonte: Cretatec Tecnologias (2014).

A Usina de Proguaru, localizada no município de Guarulhos-SP, é um exemplo de empresa especializada em reciclagem de resíduos de construção civil. Esta é integrante da Política de Gestão de Resíduos do Município, seus serviços terceirizados são adotados tanto por obras municipais quanto por empresas particulares.

2.4. CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

O crescimento do setor da construção civil vem preocupando as autoridades, pois, durante uma construção, são notáveis os impactos ambientais negativos ocasionados pelo grande consumo de energia e de água, além da produção de lixo e esgotos. O consumo de materiais e a grande produção de entulho são relevantes em comparação à possibilidade de reciclagem realizada para esta área. Observa-se, portanto, que as construções devem ser bem planejadas, pois a área construída pode tornar-se algo negativo para a natureza pela ausência, por exemplo, da drenagem do solo que se torna impermeável quando acimentado.

Para a redução de tal impacto, metas devem ser pensadas: menor consumo de energia, de água, de produção de esgotos e lixos, de impermeabilização do terreno e de movimentação de terra, respeitando o terreno onde a construção for realizada.

Foi durante, então, a primeira Conferência Internacional de Construção Sustentável em Tampa, Estados Unidos, que surgiu o conceito de Construção Sustentável por Charles Kibert em 1994, onde se definiu como a “criação e gestão responsável de um ambiente construído saudável, baseado na eficiência de recursos e princípios ecológicos”.

A Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) com o apoio de diversos atores desenvolveu uma proposta de construções sustentáveis e encaminhou ao Poder Público, o Programa Construção Sustentável. Esse modelo busca o desenvolvimento humano, a inovação tecnológica, o uso e reuso consciente dos recursos naturais, equilibrando-os para evitar perdas desnecessárias e a utilização da reciclagem (SIMÃO, 2011).

Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção (Abramat), em 2009, cerca de 8% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro era representado pela cadeia produtiva da construção. Em 2010, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a construção foi responsável por um crescimento de 11,6% do PIB no setor. Em face desse crescimento, a CBIC elaborou um programa com o objetivo de fazer com que as empresas, governos e sociedade repensassem seus produtos, suas relações, serviços e estratégias, a partir das dimensões ambiental, social e econômica, como forma de motivação ao protagonismo e ao desenvolvimento sustentável conforme o quadro 5.

Quadro 5: Objetivos Prioritários do Programa de Construção Sustentável

TEMAS PRIORITÁRIOS	OBJETIVOS
Água	Utilização racional da água
Desenvolvimento Humano	Valorização do ser humano
Energia	Maximização da eficiência energética
Materiais e Sistemas	Utilização de materiais e sistemas sustentáveis
Meio Ambiente Infraestrutura e Desenvolvimento Urbano	Viabilização do Desenvolvimento Sustentável
Mudanças Climáticas	Adaptação do Ambiente Construído e Redução de gases de efeito estufa na cadeia produtiva
Resíduos	Diminuição do consumo de recursos naturais

Fonte: CBIC (2014)

A CBIC (2014) define a construção sustentável como:

um processo holístico que aspira a restauração e manutenção da harmonia entre os ambientes natural e construído, e a criação de assentamentos que afirmem a dignidade humana e encorajem a equidade econômica”. No contexto do desenvolvimento sustentável, este conceito tem como foco abraçar a sustentabilidade econômica e social que prioriza a adição de valor a qualidade de vida dos indivíduos e da sociedade.

As tendências atuais em relação ao tema da construção sustentável caminham em duas direções. Por um lado, estão os centros de pesquisa em tecnologias alternativas

buscando materiais e tecnologias vernáculas, do outro lado estão os empresários que apostam em “empreendimentos verdes”.

Para contribuir com construções desse tipo, os governos e prefeituras fomentam estas boas práticas com incentivos tributários e convênios com as concessionárias de serviço público. Além disso, há um conjunto de prescrições adequadas à realidade brasileira abrangendo os aspectos urbanísticos e edifícios, como adaptar o projeto a topografia, ao clima do local, escolher materiais de construção com potencialidade reciclável e recomendando sempre a utilização de coletores de energia e água para a economia destas. No caso de áreas externas recomenda-se a valorização dos elementos naturais. (ABRECON, 2014)

De acordo com Anderson Benite, Diretor Técnico de Sustentabilidade do Centro de Tecnologia em Edificações, em São Paulo, também dá-se o nome de “green building” as edificações, nas quais foram aplicadas medidas construtivas que buscam o aumento de sua eficiência no uso de recursos, com foco na redução dos impactos socioambientais. Isto é feito por meio de um processo que abrange o ciclo de vida completo das edificações. Incluem-se dentre essas medidas a localização, o projeto, a construção, a operação e manutenção, e a remoção /renovação da edificação ao final de sua vida útil.

Destacam-se benefícios sociais, ambientais e econômicos relacionados aos prédios/edifícios sustentáveis, segundo Granemann (2012):

- Baixo custo: pesquisa realizada em 2003 na Califórnia revela que um investimento inicial de um projeto verde de apenas 2% pode produzir uma economia de 10 vezes o investimento inicial com base em um período de 20 anos de construção
- Mais Produtividade: ocupantes de “prédios saudáveis” e confortáveis podem ser mais produtivos.
- Maior valor de mercado: tanto prédios residenciais, quanto comerciais mantêm um alto valor de revenda.
- Ocupantes saudáveis: prédios sustentáveis evitam problemas, como a poluição do ar interior e doenças respiratórias, com sistemas de ventilação saudáveis e uso de materiais não-tóxicos na construção.
- Melhora nas vendas: uma pesquisa da Califórnia verificou em determinadas lojas locais, que as vendas foram 40% maior quando estavam iluminadas com claraboias, em vez de iluminação elétrica.
- Divisão de infraestrutura indiretamente: a demanda reduzida em energia elétrica, gás e serviços públicos de água nos prédios sustentáveis significa que estas infraestruturas podem “fazer mais com menos”.
- Melhora a qualidade de vida: os prédios sustentáveis podem proporcionar uma rotina bem menos estressante, uma arquitetura e desing verde mais agradável de se ver, afastando um pouco as pessoas da tecnologia.

2.4.1. EXEMPLOS DE CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

Para avaliar o nível de sustentabilidade das construções, a organização Green Building Council, criou o selo LEED – *Leadership em Energy and Environmental Design*, que certifica prédios e residências que atendem a alguns requisitos como eficiência energética, uso racional de água, materiais e recursos e inovações e tecnologias. Este selo traz diversas vantagens para os empreendimentos, como redução dos custos operacionais, melhora da qualidade interna, valorização do imóvel, além do reconhecimento da organização, que é um diferencial de marketing. (ODI/2011)

Algumas construções brasileiras receberam este selo, como o Complexo de Rochaverá em São Paulo, que é autossuficiente em energia; a Torre Vargas, no Rio de Janeiro, que ganhou um medidor de consumo energético individual, o que possibilita a rápida identificação de eventuais desvios; o restaurante McDonald's em Bertioga, no litoral de São Paulo, que pretende reduzir o consumo de energia e de água e em Pardinho, no interior de São Paulo a ocupação da área do terreno do Centro Cultural Max Feffer se limitou a 15%, o que aumenta a permeabilidade do solo e facilita a reutilização da água da chuva (figura 5).



Figura 5: Centro Cultural Max Feffer

Fonte: Rotas Estratégicas|Setor Energia (ODI, 2014)

3. CONCLUSÃO

Por meio deste trabalho, conclui-se que a reciclagem de resíduos da construção civil não é somente algo que está relacionado ao meio ambiente, mas a sociedade como um todo, envolvendo desde o indivíduo com suas ações particulares até a comunidade em prol do meio ambiente.

É possível perceber que o mundo ainda está em desenvolvimento quanto a descobertas sobre tecnologias que garantam o reaproveitamento e a reciclagem de resíduos e que evite o desperdício de matéria-prima. O Brasil ainda está obsoleto em potencialidade e ainda faltam incentivos governamentais quanto ao desenvolvimento e manutenção das usinas que em sua maioria encontram-se desativadas.

Nos últimos cinco anos, algumas obras como o Parque Olímpico do Rio de Janeiro vêm utilizando agregados reciclados, gerando assim uma economia de materiais e custos para as construtoras.

As construções sustentáveis estão cada vez mais presentes em nossa sociedade e nos trazem conforto, redução de desperdícios e impactos ambientais e melhoria na qualidade de vida.

Transformar resíduos em materiais reciclados se torna cada vez mais necessário, uma vez que a prioridade é gerar menos e reciclar mais.

4. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO. Disponível em: <<http://www.abrecon.org.br/Conteudo/8/Aplicacao.aspx>>. Acesso em: 11/06/2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT NBR 15.113:2004 – **Resíduos Sólidos da Construção Civil e resíduos inertes**. Aterros. Diretrizes para projeto, implantação e operação. São Paulo, 2004. Disponível em <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAesSgAG/nbr-15113>> Acesso em 23/02/2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT - NBR 15.116:2004 – Agregados reciclados de **resíduos sólidos da construção civil. Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural**. São Paulo, 2004.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 01, de 23 de Janeiro de 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**. Brasília, 1986.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 307, de 5 de Julho de 2002. **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. Brasília, 2002.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 384, de 16 de Agosto de 2004. **Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos**. Brasília, 2004.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 431, de 2011. **Altera o art. 3º da Resolução nº 307/ 2002, estabelecendo nova classificação para o gesso**. Brasília, 2011.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 448, DE 18 DE JANEIRO DE 2012. **Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002**. Brasília, 2012.

BRASIL. Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências**. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato-2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso: 28/03/2013.

CAMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Construção Sustentável**. Disponível em <http://www.cbic.org.br/sites/default/files/Programa-Construcao-Sustentavel.pdf> Acesso em 22/04/2014.

CÂMARA DE COMÉRCIO AMERICANA DO RIO DE JANEIRO. Disponível em <<http://www.amchamrio.com.br/site-noticia?noticiaSite.id=360>> Acesso em 27/04/2014.

CASTILHO, T., Resíduos da Construção e Demolição Reciclar mais para gerar menos, **Revista Visão Ambiental**, novembro/dezembro, p 40-44, 2009.

CRETATEC TECNOLOGIA. **Resíduos de Construção e Demolição(RCD)**. Disponível em < http://www.cretatec.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=56:residuos-de-construcao-e-demolicao&catid=29:wirki-residuos&Itemid=78> Acesso em 22/07/2014.

DALPINO, C.E.R. **Utilização de resíduos da construção civil para a produção de concreto**. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil. Universidade Anhembi Morumbi. 2008. Disponível em: < <http://engenharia.anhembi.br/tcc-08/civil-09.pdf>> Acesso em 29 Jul. 2014.

DIEHL, A.A.; TATIM, D.C. **Pesquisa em Ciências Sociais Aplicadas**. São Paulo: Editora Pearson, 2004.

DINÂMICA AMBIENTAL. **Reciclagem de Resíduos na construção civil**. Disponível em <<http://www.dinamicambiental.com.br/blog/reciclagem/reciclagem-residuos-construcao-civil/>> Acesso em 27/04/2014.

ECOSINERT. **Reciclagem de entulho e resíduos da Construção Civil**. Disponível em: <<http://www.construoficiencia.com.br/ecosinert/>> Acesso em 30/04/2014.

Formas de disposição de Resíduos - Aterro sanitário, Disponível em <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/residuos/res13.html>> Acesso em 23/02/2014.

FUCALE, S. Reciclagem de Resíduos da Construção e Demolição, Universidade de Pernambuco (UPE), 2008. Disponível em < http://www.pec.poli.br/conteudo/aulas/GRCD_Microsoft%20PowerPoint%20%20Reciclagem_RCD.pdf> Acesso em 26/07/2014.

GRANEMANN, M.B. **Os sete benefícios dos prédios sustentáveis**. Atitude Sustentável, 2012. Disponível em: <<http://atitudesustentavel.com.br/blog/2012/01/31/7-beneficios-dos-predios-sustentaveis/>> Acesso em 25/07/2014.

LEITE, M. B. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia Civil. Tese de Doutorado, 2001.

MELO, J.R.S.; FROTA, C.A. **A situação dos resíduos sólidos da construção civil vertical na cidade de Manaus**. Disponível em: <<http://www.fucapi.br/tec/2014/03/27/a-situacao-dos-residuos-solidos-oriundos-da-construcao-civil-vertical-na-cidade-de-manaus/>> Acesso em 15/07/2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Construção Sustentável**. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel>> Acesso em 26/07/2014.

MIRANDA, L. F. R.; ANGULO, S. C.; CARELI, E. D., A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 57-71, jan./mar. 2009.

ODI/PR Energia. **As 10 construções sustentáveis no Brasil e no Mundo**, Rotas estratégicas/Setor Energia. Disponível em: <<http://rotaenergia.wordpress.com/2011/05/19/confira-as-10-construcoes-sustentaveis-no-brasil-e-no-mundo/>> Acesso em 26/07/2014.

OLIVEIRA, D. S. de. **Estudo da resistência a tração e compressão em concreto, contendo resíduos de construção e demolição como agregado**. Mossoró, 2012.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS DO BRASIL **A ONU e o meio ambiente**. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/a-onu-em-acao/a-onu-e-o-meio-ambiente/>> Acesso em 13/05/2014;

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS. Disponível em: <http://www.campinas.sp.gov.br/arquivos/dlu/audiencias/plano_municipal_residuos_solidos.pdf> Acesso em 27/04/2014.

PROGRAMA BRASILEIRO DE PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DO HABITAT. Disponível em: <http://pbqp-h.cidades.gov.br/pbqp_apresentacao.php> Acesso em 23/07/2014.

PROGUARU. **Usina de Reciclagem de Resíduos da construção civil e a política de gestão de resíduos do município de Guarulhos, Prefeitura de Guarulhos**. Disponível em <<http://www.proguaru.com.br/site/recicladora>> Acesso em 27/04/2014

PROGRAMA DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA CONSTRUÇÃO. Disponível em <<http://www.pit.org.br/sites/default/files/Entac%202006%20Impactos%20Canteiro%20Cardoso%2C%20Araujo%2C%20Degani%20MODIFICADO.pdf>> Acesso em 27/04/2014;

PROGRAMA OBRA LIMPA. Disponível em <<http://www.obralimpa.com.br/index.php/category/noticias/>> Acesso em 23/07/2014.

PROJETO ENTULHO BOM. Disponível em <http://cetric.com.br/blog/?page_id=63> Acesso em 23/07/2014.

ROSAS, C.I. L.. Resíduos sólidos da construção civil e meio ambiente: inovação para superação da crise ambiental. Revista Acadêmica dos cursos de Administração e Marketing da Faculdade CCAA, **Revista Pragmática**, 2010.

SALOMON, M.L. **Problemas Gerados pelo Entulho**. Disponível em <<http://www.resol.com.br/textos/Problemas%20gerados%20pelo%20Entulho.pdf>> Acesso em 22/02/2014.

TRIGO, Aline. GESTÃO AMBIENTAL, APRESENTAÇÃO 5, Disponível em <<http://penseambientalmente.com/gestaoamb.htm>> Acesso em 24/04/2014.

USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL. Disponível em <<http://www.proguaru.com.br/site/recicladora>> Acesso em 26/04/2014.

VERDEGHAIA. **Um exemplo em gestão de resíduos da construção civil**. Disponível em <<http://www.verdeghaia.com.br/blog/belo-horizonte-um-exemplo-em-gestao-de-residuos-da-construcao-civil/>> Acesso em 26/04/2014;

VALENÇA, M.Z. **Gestão dos Resíduos Sólidos da Construção Civil**: por uma prática integrada de sustentabilidade empresarial, Disponível em <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR560372_7586.pdf> Acesso em 17/07/2014.

ZORDAN, S.E. **A utilização do entulho como agregado para o concreto**. São Paulo: EPUSP/PCC, 2006. Disponível em: <www.reciclagem.pcc.usp.br> Acesso em 30 Jul. 2014.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CEFET-RJ pelo apoio no desenvolvimento desta pesquisa