



## ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS E TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS NO RETROFIT E REABILITAÇÃO PREDIAL

FILHO, Ricardo (1); RIOS, Steffanie (2); QUALHARINI, Eduardo Linhares (3)

(1) Universidade Federal do Rio de Janeiro, [ricardofilho@poli.ufrj.br](mailto:ricardofilho@poli.ufrj.br)

(2) Universidade Federal do Rio de Janeiro, [steffanie\\_rios@outlook.com](mailto:steffanie_rios@outlook.com)

(3) Universidade Federal do Rio de Janeiro, [qualharini@poli.ufrj.br](mailto:qualharini@poli.ufrj.br)

### RESUMO

Este artigo analisa questões altamente importantes para o desenvolvimento do setor de construção civil, como o tratamento e reintegração de resíduos de construção e demolição de forma conjunta com o *retrofit* e também com a aplicação de tecnologias mais limpas no processo, que por consequência também auxiliam na redução de problemas logísticos e financeiros em geral. A recuperação de construções é um segmento que abre oportunidade de investimento, pesquisa, instrução populacional e tecnologia para as cidades, além de transformar áreas urbanas antigas, pouco utilizadas, porém com valor histórico agregado em construções com estruturas e equipamentos mais modernos e confiáveis. Ligado também a reintegração de bens já existentes a processos, temos o tratamento e reciclagem de resíduos de construção civil e a aplicação de fontes de energias limpas, colaborando com a introdução de materiais menos custosos para fins menos nobres, que fecha o ciclo de práticas sustentáveis e benéficas à sociedade como um todo. O objetivo geral deste trabalho é buscar na literatura a existência de referências que mostram os conceitos dentro do tema, como referências estatísticas, definição dos processos no tratamento de resíduos dentro e fora do canteiro de obra, como as usinas de reciclagem, a logística reversa, e busca por tecnologias com o uso mínimo de recursos e geração mínima de resíduos, como paredes pré-moldadas, uso da energia elétrica através de energia solar, economia de água por sistemas inteligentes com sensores automáticos e na captação e reuso de água da chuva para edifícios existentes e, a partir disso, realizar uma análise geral e abordar os benefícios e impactos gerados no gerenciamento dos resíduos da construção civil, aplicado à técnica de *retrofit*, nos aspectos econômicos e ambientais da utilização do material reciclado e assim concluir a real necessidade de práticas sustentáveis ao meio ambiente.

**Palavras-chave:** Gerenciamento de resíduos, Reciclagem, Retrofit, Tecnologia sustentável.

### ABSTRACT

*This article analyzes highly important issues for the development of the civil construction sector, such as the treatment and reintegration of construction and demolition waste in conjunction with the retrofit and also with the application of cleaner technologies in the process, which consequently also assist in the reduction of logistical and financial problems in general. The recovery of buildings is a segment that opens up investment opportunities, research, population education and technology for cities, in addition to transforming old urban areas, little used, but with added historical value in buildings with more modern and reliable structures and equipment. Also linked to the reintegration of existing goods into processes, we have the treatment and recycling of construction waste and the application of clean energy sources, collaborating with the introduction of less costly materials for less noble purposes, which closes the cycle of sustainable practices and beneficial to society as a whole. The general objective of this work is to search in the literature the existence of references that show the concepts within the theme, such as*

statistical references, definition of waste treatment processes inside and outside the construction site, such as recycling plants, reverse logistics, and search for technologies with the minimum use of resources and minimum generation of waste, such as pre-molded walls, use of electrical energy through solar energy, water saving by intelligent systems with automatic sensors and in the capture and reuse of rainwater for existing buildings and, from there, carry out a general analysis and address the benefits and impacts generated in the management of construction waste, applied to the retrofit technique, in the economic and environmental aspects of the use of recycled material and thus conclude the real need for sustainable practices to the environment.

**Keywords:** Waste management, Recycling, Retrofit, Sustainable technology.

## 1 INTRODUÇÃO

No processo de construção civil, a geração de resíduos e a demanda energética são operações comuns por conta da necessidade produtiva. Resíduos de construção civil é uma parte da grande massa de agravantes da condição ambiental e social de cidades e municípios de todo o Brasil. Os mesmos são gerados através da soma de resíduos de construção, sejam eles materiais primários utilizados e demolição de edificações no processo da construção civil, que se intensifica por conta da ausência de tratamento e destinação adequada desses resíduos, além da falta de tecnologias capazes de substituir elementos necessários no processo de construção de forma mais sustentável que as normalmente aplicadas.

Considerando que 13% das cidades brasileiras pesquisadas no censo de saneamento contam com aterros sanitários, 7% possuem aterros especializados e somente 5% possuem usinas de reciclagem (IBGE, 2000), torna-se necessária a busca por práticas mais limpas, pois além de aliviar a questão do uso de recursos esgotáveis, também se reduz a concentração desses resíduos em locais inadequados sejam eles corpos hídricos, terrenos baldios ou as próprias calçadas residenciais e urbanas, que acarretam diversos problemas ambientais como o assoreamento de corpos hídricos, o entupimento de galerias pluviais que por consequência podem levar a enchentes, desabamento de residências próximas, o surgimento de doenças zoonóticas, poluição visual e entre outros danos.

Sendo assim, o modo mais vantajoso de amenizar esses agravos é através da reciclagem desses resíduos de construção, que além de reintegrar materiais na cadeia produtiva de construção, o consumo de água no processo, a taxa de exploração de recursos naturais e espaços ocupados por resíduos em áreas urbanas serão reduzidas e por fim, emprego e renda serão atraídos para os municípios. De forma conjunta ao mencionado anteriormente, temos uma técnica que busca a recuperação e modernização de construções obsoletas, o *retrofit*, que auxilia também na necessidade de reduzir e reaproveitar material gerado através de demolição e/ou construção de constituintes da técnica.

## **2 TRATAMENTO DE RESÍDUOS**

Ao longo das últimas décadas do segmento da construção civil no Brasil, observa-se uma grande contribuição para o crescimento econômico nacional. Segundo Nagalli (2014, p. 5) “cerca de 15% do PIB brasileiro é do setor da construção, o que o torna um dos mais importantes ramos de produção do país”. Além da influência na economia brasileira, também é um forte gerador de resíduos de construção civil, o que o torna um agente potencial para a poluição ambiental.

No Brasil, grande parte do processo produtivo se dá manualmente e a execução do mesmo ocorre no próprio canteiro de obras. Por consequência, os resíduos de construção e demolição, que são desperdiçados e/ou não reinseridos no processo, levam a problemas logísticos, prejuízos financeiros e o mais preocupante de todos, a degradação do meio ambiente. Segundo Moreira (2001, p.23) “É muito comum o pensamento em nosso meio civilizado de que o meio ambiente é tudo aquilo que cerca o homem, ou seja, o homem não faz parte dele”. Devido a esse tipo de pensamento, os homens começaram a usar abusivamente dos recursos naturais, gerando assim consequências catastróficas para a saúde pública e o meio ambiente.

Quando se trata de preocupação ambiental, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, o Desenvolvimento (ECO – 92), a Rio +10 e Rio +20, encontram-se entre os eventos ambientais mais relevantes, pois os mesmos foram capazes de relacionar países ricos e pobres com os mesmos princípios, esses que defendem o cuidado e práticas sustentáveis para o meio ambiente.

A partir da condição que o Art. 225 da CF/88 afirma que: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”, podemos afirmar a necessidade de medidas protetivas ao meio ambiente, sendo elas técnicas de reuso e/ou reciclagem de resíduos gerados em processos de construção.

### **2.1 Logística reversa**

Com base na Lei nº 12.305/10, instituída como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), tem-se no Art. 3, inciso XII, a definição de logística reversa como “instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada”.

O conceito é encontrado na PNRS por conta da necessidade da responsabilidade sobre o ciclo de vida de produtos para indústrias, empresas, construtoras e todos os meios onde algum tipo de resíduo é

produzido. Além disso, também reforça a questão da redução do volume de resíduos e rejeitos que são gerados e destinados para locais incorretos, minimizando impactos negativos à saúde do meio ambiente.

De acordo com Barbieri (2007) logística reversa abrange as ações, procedimentos e meios relacionados com a coleta e a restituição dos resíduos sólidos (restos, embalagens, materiais desgastados, produtos vencidos e/ou obsoletos, rejeitos de construção civil etc.) aos setores empresariais para reaproveitamento em seu ciclo ou novos ciclos de produção, ou ainda, outras destinações ambientalmente adequadas.

Com Jardim (2012), tais ações são hoje prioridade maior no esforço de otimização do uso, reaproveitamento e reinserção de matérias-primas nos ciclos de produção, conforme preconiza a Lei n. 12.305/10, em seus art. 42 a 46, 55 e 56.

Associando o mencionado, o poder público municipal pode passar a receber remuneração do setor empresarial por conta do processo de logística reversa, melhorando todo o sistema, como observado em práticas já realizadas na gestão de resíduos sólidos em países da Europa.

## **2.2 Produtividade, redução e reutilização de resíduos no canteiro de obra**

Como o objetivo de qualquer empreendimento é produzir com o menor custo possível, o plano de gerenciamento de resíduos da construção civil realizado na fase de criação do projeto de construção é uma ferramenta bastante útil para reduzir gastos excessivos de material e de destinação de resíduos, tornando o projeto final menos custoso e ainda com visão sustentável, que atualmente é vista de maneira positiva. De acordo com Salgado (2014, p. 125) “o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC deve ser elaborado para cada uma das obras em execução, de forma a garantir o tratamento e destinação correta dos Resíduos de Construção Civil (RCC)”.

Atualmente, em algumas cidades com o PGRCC, o “habite-se” da construção (documento que garante o registro no cartório de registro de imóveis) é liberado apenas frente apresentação do plano de gerenciamento dos resíduos gerados, o que torna uma exigência positiva para a localidade. Dessa forma, o processo de gerenciamento se inicia no canteiro de obras, administrando a geração de resíduos, prevendo a sua reutilização, sempre que possível e a segregação e destinação de acordo com a PNRS.

O resíduo popularmente chamado de entulho pode ser tratado na sua forma livre de produtos químicos por usinas de reciclagem atuantes na área de construção através do processo de trituração e posteriormente o mesmo pode se direcionar para produzir concretos não estruturais, pavimentação, blocos etc. É importante frisar que a presença de matéria orgânica ou de químicos altera a característica do RCC, que pode ter sua reutilização inativada por conta desses agentes.

As usinas de reciclagem de resíduos da construção civil se apresentam na forma fixa e móvel onde podemos elencar suas vantagens e desvantagens. As móveis, indicadas para uso em obras de médio e grande porte (principalmente nas demolições de infraestrutura e na reabilitação predial) não necessitam de terreno, grande número de funcionários e tempo para operar, além de entregar o produto final de forma imediata no próprio local onde o resíduo indesejado se encontra, com isso reduzindo os processos custosos de transporte e de compra de agregados naturais.

### **2.3 Panorama dos resíduos sólidos da construção civil no Brasil**

De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) mais de 42% dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), cujas quantidades crescem ano após ano, têm destinação final inadequada. No ano de 2010, “quase 23 milhões de toneladas de RSU seguiram para lixões ou aterros controlados, trazendo consideráveis danos ao meio ambiente” (ABRELPE, 2011, p. 32).

A questão dos resíduos da construção civil (RCC), conhecidos como resíduos de construção e demolição (RCD), também é preocupante. No ano de 2010, foram coletadas nos 350 municípios brasileiros pesquisados pela Abrelpe cerca de 350 milhões de toneladas de RCD, o que representa quase 9% a mais do que em 2009. Essas quantidades são subestimadas, pois os municípios em geral coletam somente os resíduos de construção e reformam lançando (indevidamente) nos passeios e logradouros, o que exige atenção especial dos municípios (Abrelpe, 2011, p. 34).

Os resíduos gerados na construção são os causadores por grande parte do total de resíduos produzido nas cidades, onde parte é disposta em bota-fora clandestino, seja em terrenos baldios, córregos ou nas margens de rios, poluindo rios e mananciais destinados ao abastecimento de água nas cidades, entupindo o sistema de drenagem de água do município causando inundações, dentre outros. Faz-se necessário um tratamento especial para os resíduos de demolição já que seus geradores usualmente não possuem qualquer influência sobre o processo de segregação que acontece com os resíduos. Uma vez misturados, os resíduos de demolição tornam-se de difícil separação. Outro agravante é que os materiais de demolição são compostos por materiais obsoletos, em que, no seu processo produtivo foram utilizados materiais e tecnologias que hoje não são mais utilizados, dificultando muitas vezes o tratamento e a destinação destes resíduos. Assim, o gerenciamento destes resíduos ganha mais importância na medida em que os serviços de desconstrução precisam utilizar ações de segregação de resíduos na fonte.

Em todas as fases de execução de uma obra de reabilitação ocorrem desperdícios de materiais, gerando RCC de três formas diferentes. A primeira etapa de concepção é normal ocorrer divergências entre o

volume de material previsto e o volume de material consumido na obra. A segunda etapa de execução gera-se entulhos através do descarte fora da obra com o desperdício realizado na própria obra.

Uma das estratégias de gerenciamento é promover a prevenção qualitativa, ou seja, escolher adequadamente materiais duráveis ou de fácil substituição que possibilitem o seu reaproveitamento ou reciclagem, inclusive pelo usuário do empreendimento, e que evitem a geração de passivos ambientais. Outra estratégia de gerenciamento é a prevenção quantitativa, isto é, quando se adota processos na construção que são mais "limpos", mais industrializados ou pré-fabricados, que, aliados ao treinamento de mão de obra, podem repercutir positivamente na redução das quantidades de resíduos gerados, otimizando a produção (PINHEIRO, 2014, p. 45).

Outra estratégia de gerenciamento é definir, incluindo a tendência tecnológica e ambiental em longo prazo, quais os destinos mais nobres para os resíduos que serão inevitavelmente gerados. Além disso, firmar parcerias no sentido de garantir que tais destinos sejam economicamente viáveis. Os inadequados manejo e disposição dos resíduos podem acarretar prejuízos ao meio ambiente e à saúde pública. Gerenciar adequadamente os resíduos de processos construtivos poupa recursos naturais e possibilita benefícios econômicos e sociais. Prática comum na área é agrupar as práticas de gerenciamento em um Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), ou seja, um conjunto de estruturado de ações com o objetivo de manejar adequadamente os resíduos de uma obra ou organização.

Cabe ao PGRS tornar a gestão dos resíduos da construção civil eficiente, em que, todas as etapas inerentes ao processo de construção de um empreendimento ou organização deverão ser planejadas. No gerenciamento de resíduos da construção civil todas as etapas deverão ser descritas como: quantidade e tipos de resíduos gerados; tipos de acondicionamento e armazenamento temporário dos resíduos; tipo de coleta interna; transporte externo licenciado; e destinação ambientalmente correto ou a própria reutilização do resíduo dentro da obra. Portanto, quanto menor a geração de resíduos, mais fácil será gerenciá-los.

Segundo Nagalli (2014), na fase do projeto da obra, deve-se estar atento as seguintes questões: escolha dos processos de construção; adoção de métodos de construções desmontáveis; uso de pré-fabricados; utilização de materiais recicláveis; redução da utilização de pinos e adoção de encaixes; contratos que prevejam o recolhimento e redução de embalagens pelos fabricantes; capacitação dos funcionários. Observa-se que é obrigação do empreendimento fornecer capacitação aos funcionários sobre questões como a segregação dos resíduos e a minimização na geração dos mesmos.

## **2.4 Usinas de reciclagem**

Voltando a questão de tratamento dos RCC, na usina de reciclagem, já mencionada anteriormente, ocorre a conversão do entulho em matéria-prima para geração de novos produtos que serão direcionados para comercialização ou uso próprio, transformando em um ciclo sem danos. O processo da usina se dá pelas seguintes etapas: Após o recebimento do resíduo, o mesmo passa pela triagem, onde são separados de acordo com a composição desejada do produto final. Essa etapa é extremamente importante, pois o resíduo pode chegar com materiais que não podem passar pelo processo da usina, pois irão alterar a característica final do produto. Em seguida o resultante passa por separação por granulometria, onde se tem a saída de areia, brita pedrisco e entre outros, que permitem a diversidade do público alvo e a facilidade de posterior venda.

As usinas fixas estão em sua maioria no Brasil, porém as móveis estão ganhando seu espaço no mercado. A implantação de usinas de reciclagem mostram o avanço crescente do desenvolvimento sustentável e econômico das regiões, por conta da abrangência de materiais possíveis de serem reciclados como fragmentos de alvenaria (cerâmicos e de concreto), como tijolos, argamassa de cal, cimento, de assentamento ou revestimento, fragmentos de pedra britada, etc. Entretanto, elas são mais custáveis, pois necessitam de instrumentos para a chegada dos resíduos, gastos com funcionários para operar e controlar a usina, e entre outras, além da necessidade de grande quantidade de resíduos para que o processo seja eficiente e lucrativo.

## **2.5 Aplicação dos resíduos gerados no canteiro de obras**

Por conta da necessidade de reduzir a extração de recursos naturais não renováveis para a produção de material e a precariedade para direcionar resíduos para aterros corretos, por conta da distancia e disponibilidade de área, a reutilização e reciclagem de RDC como matéria-prima na construção de edifícios se torna crescente. A problemática de superlotação de aterros, reduzindo o seu período somada ao acúmulo excessivo de resíduos devido a intensidade dos trabalhos de construção são resolvidos juntas através da reinserção de RDC no processo construtivo.

O descarte de certas categorias de RDC em aterros não é aceito em cinco países europeus. Essas proibições variam de país para país, mas o principal objetivo é incentivar a reciclagem e a reutilização de materiais dos canteiros de obras (COSTA, 2014). A maior parte dos resíduos são materiais considerados inertes, como argamassa, tijolos, blocos, cimento, madeira e entre outros (IPEA,2012). Tendo em vista a necessidade de estabelecer e utilizar métodos que auxiliem no reprocessamento de resíduos gerados nos canteiros de obras, não somente a sua gestão, mas o

seu reaproveitamento a partir da sua reciclagem, é um feito que agrega valor a uma construção altamente sustentável.

## **2.6 Aplicação dos resíduos reciclados**

Como já mencionado, o setor da construção civil é um potencial gerador de resíduos sólidos. De forma conjunta, as possibilidades de finalidade para esses são muitas, e as mesmas serão mencionadas a seguir.

Pode-se direcionar camadas de base e sub-base para pavimentação, coberturas primárias de vias, fabricação de argamassas de assentamento e revestimento, fabricação de concretos, fabricação de pré-moldados (blocos, meio-fio, dentre outros), camadas drenantes, etc. (LEITE et al., 2011).

A partir de Bastos (2004), vemos que além das formas de disposição utilizadas nessas cidades, após o processo de moagem, também é possível utilizar em aterros, blocos de cimento, calçamento, contenção de solo, tubos de drenagem, etc. Em Goiás, 60% da RCD produzida pode ser reutilizada. Pinto analisou o uso de detritos de construção na produção de argamassa.

Já Zordan (1997) estudou o uso do RCD na produção de concreto usando agregados reciclados para a produção do material com vários traços e somente uma relação água/cimento, onde foram verificadas as propriedades de compressão, abrasão e permeabilidade em diferentes níveis. Leite (2001) analisou as características do concreto produzido com diferentes proporções de agregados grandes e pequenos de resíduos de construção e Zordan (1997) estudou a possibilidade de usar dos agregados reciclados em concretos.

A partir da seleção de três novos, sendo esses edifícios residenciais, comerciais e industriais, bem como obra de manutenção. Estudos mostraram que a produção de resíduos de 684 kg/m<sup>2</sup> para a obra de manutenção e as outras obras são em média de 97,75 kg/m<sup>2</sup>. A correta separação do material durante a produção facilitou sua reutilização na própria obra e seu correto descarte final.

A confecção de materiais combinados de RCD com materiais sintéticos alternativos, como pneus de borracha usados e garrafas PET, também foi estudada. Eles podem ter finalidade em sistemas de drenagem, em vez de materiais granulares naturais. O U.S. Green Building Council (2005) elenca determinadas ações com visão em construção sustentável: a posição, a eficiência energética, a qualidade dos materiais internos e a conservação dos recursos e a eficiência do uso da água.

Carvalho (2013) afirma que para a edificação ser considerada sustentável ela deve focar nas seguintes questões: gerenciamento dos resíduos da construção, operação e demolição; uso eficiente de recursos, como minimizar o impacto da produção e reduzir o consumo de água e terra;



economia e uso eficiente de energia; e fornece um ambiente interno saudável.

Para o Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção (CIB), a construção sustentável se define por "processo integral de recuperação e harmonia entre o ambiente natural e construído para confirmar o conteúdo e a criação de instituições de dignidade humana e promover a igualdade econômica" (CIB; UNEP-IETC, 2002). Portanto, os esforços para o desenvolvimento sustentável - uma tentativa de restaurar o equilíbrio entre o ambiente natural e o ambiente construído, e salvar as tecnologias antigas, como o uso passivo de fatores naturais (SILVA, 2012).

### **3 APLICAÇÃO DOS RESÍDUOS EM RETROFIT**

Como analisado neste artigo, os resíduos reciclados não podem ter direcionamento para elementos estruturais por conta da perda de propriedades durante o processo de reciclagem. Assim, uma das aplicações ideais é no *retrofit*. O *retrofit* é uma técnica que surgiu na Europa, o onde a origem da palavra *retrofit* vem do latim, que significa "colocar o antigo em forma", ou seja, reestabelecer algo que esteja desatualizado para um uso contemporâneo.

Utilizado para processo de renovação de construções, como na adequação de edifícios que perderam a vida útil declarada em projeto, onde podem ocorrer a reestilização e/ou readequação de instalações mantendo partes proveitosas das edificações e melhorando o que precisa ser removido ou atualizado, visando atender às exigências da legislação atual, e por consequência estendendo seu prazo de vida útil.

As vantagens da técnica aparecem quando se reinsere resíduos gerados, invalidando a necessidade de exploração de recursos naturais, colaborando para as causas ambientais e econômicas do projeto e à valorização da construção, pois quando acaba a vida útil da obra, muitas vezes é economicamente inviável demolir o edifício e reconstruir, porém através do *retrofit* é possível prever o valor histórico da construção e estender sua vida útil. Algumas das vantagens do *retrofit* podem ser na melhora na climatização, redução de custos, economia de energia e no atendimento às normas regulamentadoras da construção civil (NRs) e ainda a possibilidade de adicionar acessibilidade à edificação através da criação de espaços acessíveis a portadores de necessidades especiais.

### **4 TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS EM UMA CONSTRUÇÃO**

O termo desenvolvimento sustentável passou a ser utilizado em 87, a partir da comissão mundial do meio ambiente e desenvolvimento, formado pela organização das nações unidas (ONU), onde se lançou o documento *Nosso Futuro Comum*, também conhecido como Relatório *Brundtland*. O documento foi um marco a partir que definiu o desenvolvimento sustentável como "um processo que satisfaz as necessidades presentes,

sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades" (RELATÓRIO *Brundtland*, 1987, p.9).

Desde essa época, a sustentabilidade se tornou um dos fatores ímpares em projetos de diversas áreas, onde são prioridade custo, qualidade, modernidade, eficiência e as leis ambientais. Buscando o *retrofit*, que além de estender o prazo de vida útil, também moderniza a construção, também é possível utilizar materiais, técnicas e elementos modernos que promovem a sustentabilidade através da economia de recursos naturais e reciclagem, como o gerenciamento de resíduos citado anteriormente.

Nas últimas décadas foram desenvolvidas diversas técnicas de reabilitação sustentável voltadas à construção civil, como as paredes de pré-moldadas, onde há economia de materiais, mão de obra, recursos, com pouca geração de resíduos. Outro elemento utilizado e aplicado em diversos *retrofits* é a energia solar, que se dá por placas solares, abastecendo os edifícios. A energia solar é mais econômica que o normal, pois a partir das últimas publicações da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) é possível analisar que o órgão aumentou a taxa extra para 50% e ajustou as bandeiras amarela e vermelha. Dessa forma, algumas casas no Brasil já possuem painéis solares e esse número tende a aumentar, pois uma das principais vantagens do método é a sua economia (ANEEL, 2019).

Uma grande vantagem dos painéis solares é que eles geralmente requerem manutenção mínima e requerem apenas limpeza anual, tendo em vista a sua durabilidade de 20 a 25 anos, torna uma alternativa viável em longo prazo, dependendo do caso em questão (CÂMARA, 2011). Também uma das principais defasagens de uma edificação, é o desperdício de água através das torneiras. Como a busca pelo uso racional da água se torna necessária, o uso de torneiras com sensor automático reduz o gasto desnecessário de água em um modo geral, sendo esta intervenção de fácil execução em uma reabilitação predial.

A partir de um plano de gestão da água, pode-se codificar o uso efetivo da água e as estratégias adotadas para sua utilização para a vida do edifício, particularmente durante a sua readequação a novos usos. Este plano inclui os seguintes elementos:

- a) Reduzir a quantidade de água removida.
- b) Reduzir o desperdício e consumo de água.
- c) Otimizar a eficiência do uso da água.
- d) Maior reciclagem e reutilização de água.

Nas últimas décadas, uma das práticas mais úteis e sustentáveis para a gestão de água foi a implantação de um sistema de captação e reuso de água da chuva, com isso diminuindo o uso da água fornecida pelas companhias fornecedoras de água tratada.

Outro componente interessante é a descarga com dual flush, o sistema de descarga com duplo acionamento para caixas acopladas Dual Flush é uma excelente opção para uma economia sustentável.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente artigo foi possível encontrar através de referências existentes algumas soluções para o principal problema em questão, os resíduos de construção e demolição (RCD), que além de potencialmente degradadores do meio ambiente, ocasionam desperdícios, prejuízos financeiros e problemas logísticos. E dessa forma concluiu-se também que a aplicação do *retrofit* junto ao gerenciamento de RCD's é uma ação promissora e benéfica à economia e a sociedade e além de tornar um meio de propagação de conhecimento e consciência a população (principalmente na equipe de obras) acerca do local onde vivemos e também na conservação do valor histórico das benfeitorias existentes.

Apresentaram-se também algumas soluções para estes RCD's, como a logística reversa que compreende a coleta e a restituição dos resíduos sólidos aos setores empresariais, ou ainda, outras destinações ambientalmente adequadas, como o reaproveitamento e a reinserção de matérias-primas nos ciclos de produção. Outra alternativa exposta foi a reciclagem dos resíduos onde é possível ter um material de menor custo para aplicação menos nobre através de usinas móveis capazes de atender as demandas específicas do canteiro de obra, com agilidade e aplicação imediata na construção.

A ideia central dessa pesquisa foi de conseguir realizar uma análise da necessidade de absorver práticas simples, acessíveis e mais sustentáveis para o meio ambiente, além de atender na necessidade de conciliar intervenções de *retrofit*, de controle e reutilização de resíduos construtivos.

## REFERÊNCIAS

- ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de limpeza publica e resíduos especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo: ABRELPE-2011. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/>. Acesso em: 06 set. 2019.
- ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). **TARIFAS. RESOLUÇÃO HOMOLOGATÓRIA Nº 2432 de 07 DE AGOSTO DE 2018**. Tarifas de Energia
- BASTOS, G. D. A.; BASTOS, I. D. A.; FIOR, L.; HILDEBRAND, L.; CERRI, J. A.;
- ARAÚJO, M. S. **Anais** Conf. Lat.-Am. Construção Sustentável, in: X Encontro Nacional Tecnológico Ambiental Construção, São Paulo, 2004.
- BRUNDTLAND, Gro Harlem — **“Our Common Future – The World Commission on Environment and Development”** – Oxford University, Oxford University Press, 1987.
- CÂMARA, C. F. **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica**. Monografia (Engenharia Elétrica), Universidade Federal de Lavras, Lavras,

2011.

- CARVALHO, T. S. **Gloria Palace Hotel: Um Estudo dos Aspectos de Sustentabilidade no Retrofit de um Hotel Histórico**. 2013. 158p.. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
- CIB; UNEP-IETC. **Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries: A Discussion Document**. 2002. Disponível em: <[http://www.cidb.org.za/documents/kc/external\\_publications/ext\\_pubs\\_a21\\_sustainable\\_construction.pdf](http://www.cidb.org.za/documents/kc/external_publications/ext_pubs_a21_sustainable_construction.pdf)> Acessado em: 21 dez. 2019.
- COSTA, I. A. C. Resíduos de Construção e Demolição: fatores determinantes para a sua gestão integrada e sustentável. Dissertação de Mestrado, Universidade Nova de Lisboa, 58p., Lisboa, 2014.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Banco de dados Agregados, Censo, 2008**.
- IPEA. Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil. Relatório de Pesquisa. 2012.
- JARDIM, A.; YOSHIDA, C.; FILHO, J. Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. Barueri, SP: Manole, 2012.
- LEITE, M. B. Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 270p, 2001.
- LEITE, V. F. **Certificação Ambiental na Construção Civil – Sistema LEED e AQUA**. 2011. 50p.. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- MOREIRA, M. S. Estratégia e Implantação do Sistema de Gestão Ambiental (Modelo ISSO 14.000). Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial, 2001.
- NAGALLI, A. Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.
- PINHEIRO, A. C. **Qualidade na construção civil**. São Paulo: Érica, 2014.
- PINTO; T. P. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. São Paulo: Universidade de São Paulo; 1999.
- SALGADO, J. C. **Estruturas na construção civil**. São Paulo: Érica, 2014.
- SILVA, O. J. C. Critérios para Seleção de Ecoprodutos: Uma Visão Crítica Acerca do Emprego de Materiais de Construção Sustentáveis no Brasil – o Caso da Madeira Plástica. 2012. 116p.. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.
- SILVA, V. A.; FERNANDES, A. L. T. **Sociedade e Natureza**, 2, 333., 2012.
- U.S. GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED for New Construction & Major Renovations**, 2005. Disponível em: <[http://www.elecs2013.ufpr.br/wp-content/uploads/ancas/2001/2001\\_artigo\\_07.pdf](http://www.elecs2013.ufpr.br/wp-content/uploads/ancas/2001/2001_artigo_07.pdf)>. Acesso em: 20 dez. 2019.
- ZORDAN, S. E. **A utilização do entulho como agregado, na confecção do**

**concreto.** Dissertação de Mestrado (Faculdade de Engenharia Civil), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a lei nº 9.605, de 12 de Fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: < [http://planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 2 jan. 2020.