



## GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

**João Alexandre Paschoalin Filho**

Doutor em Engenharia Agrícola  
Universidade Nove de Julho - UNINOVE  
jalexandre@uni9.pro.br

**Paulo Roberto Lima Bezerra**

Graduando em Engenharia Civil  
Universidade Nove de Julho - UNINOVE  
paschoalinfilho@yahoo.com

**Larissa Regina Gonçalves Jacintho de Oliveira**

Mestre em Construção Civil  
Universidade Nove de Julho - UNINOVE  
jalexandre@uni9.pro.br

**Ana Cristina de Faria**

Doutora em Controladoria e Contabilidade  
Universidade Nove de Julho – UNINOVE  
anacfaria@uol.com.br

### RESUMO

A Construção Civil consiste em importante agente de desenvolvimento do país. Contudo, responde por significativos impactos ambientais decorrentes de suas atividades, os quais se iniciam na extração das matérias-primas naturais, para execução de suas obras, e se estendem até o término do ciclo de vida destas. Nesse sentido, sistemas de gestão ambiental de edificações buscam garantir a inserção da Sustentabilidade no setor. Neste contexto, foi desenvolvida uma pesquisa qualitativa por meio de estudo de caso múltiplo, com abordagem exploratória e análise quantitativa. Esta pesquisa traz o levantamento e a análise de práticas de gerenciamento de Resíduos de Construção Civil (RCC) empregadas por nove obras localizadas na cidade de São Paulo. Para tal, foi elaborado um *checklist* constituído por itens baseados na Resolução Conama 307/2002 e em recomendações de sistemas de certificação Leed, Processo Aqua e Selo Casa Azul. A ferramenta de pesquisa foi submetida à avaliação de especialistas e, posteriormente, utilizada em visitas realizadas nas obras. Por meio da análise dos dados, pode-se concluir que procedimentos de logística reversa e reuso/reciclagem dos resíduos gerados nas obras estudadas, ainda consistem em práticas pouco utilizadas, sendo o descarte dos RCC em áreas licenciadas a principal forma de manejo relatada pelas construtoras pesquisadas.

**Palavras-chave:** Certificações; Construção civil; Gestão de resíduos; Logística reversa; Sustentabilidade.

### MANAGEMENT OF CIVIL CONSTRUCTION WASTE IN RESIDENTIAL BUILDINGS IN THE MUNICIPALITY OF SÃO PAULO

#### ABSTRACT

The civil construction industry consists of major national development agent. However, this economic sector is responsible for significant environmental impacts due its activities, which begin in the extraction of natural raw materials for building constructions and extend to the end of the life cycle of these. So, the environmental certification of buildings seeks to ensure the inclusion of sustainability in the sector. The methodology was the multiple case study approach with exploratory and quantitative analysis. This research brings the survey and analysis of Construction and Demolition Waste (CDW) practices employed for nine construction sites located in São Paulo. To this end, it was designed a checklist consisting of items based on Conama Resolution 307/2002 and Green Building certification systems recommendations (Leed, Processo Aqua and Selo Caixa Azul). The checklist was subjected to evaluation of judges and subsequently used in visits in the construction works. Through the analysis of data could be seen that reverse logistics procedures and reuse / recycling of waste generated in the works studied also consist of some practices, and the disposal of CDW in licensed areas the main form of management reported by construction companies.

**Keywords:** Certifications; Civil construction; Reverse logistic; Sustainability; Waste management.



## 1 INTRODUÇÃO

A Construção Civil configura-se em uma peça-chave na Economia de um país, ou seja, para que haja crescimento e desenvolvimento é necessário a construção de uma infraestrutura adequada para estimular a Economia (Ibrahim, Roy, Ahmed, & Imtiaz, 2010). Para Silva, Ferreira, Souza, & Silva (2010), os benefícios deste setor são indiscutíveis, desempenhando importante papel na melhoria da qualidade de vida das pessoas. Yuan (2012) considera que as atividades do setor da Construção Civil nem sempre são muito benéficas, devido aos diversos impactos que causam ao meio ambiente, tais como esgotamento dos recursos, ruído, poeira, poluição do ar e, muitas vezes, descargas de resíduos tóxicos.

A inserção da variável ambiental nas construções consiste em uma condição essencial para o alcance do Desenvolvimento Sustentável de uma sociedade. Diante disso, como comentam Esin e Cosgun (2007), é necessário preocupar-se com a Sustentabilidade em todas as etapas do ciclo de vida de um edifício, desde sua concepção, projeto, construção, manutenção, modificação e até sua demolição ou *retrofit*, considerando sempre o conceito de *Triple Bottom Line*, tal como apresentado por Elkington (1997).

Essa preocupação deu origem ao que se conhece, atualmente, como Construção Sustentável. Conforme Guo e Su (2013), um edifício residencial sustentável, por exemplo, refere-se ao edifício que maximiza a poupança de energia, reduz a poluição e proporciona às pessoas um ambiente saudável, com espaço adequado, e além disso, em harmonia com a natureza em seu ciclo de vida.

No Brasil, a dificuldade em preservar o meio ambiente é agravada pelos grandes desafios que o setor enfrenta, cotidianamente, em termos de *déficit* habitacional e infraestrutura, tanto para transporte e comunicação, quanto para o abastecimento, saneamento, a energia, as atividades comerciais e industriais. Tal fato, aliado às filosofias de projeto conservadoras e técnicas construtivas ultrapassadas, estimula o consumo excessivo de matéria-prima natural e o aumento da geração de resíduos sólidos e poluentes, decorrentes dos processos construtivos, o que acaba impactando tanto o meio ambiente natural quanto o urbano.

De acordo com Weber, Jang, Townsend e Laux (2002) e Mália, Brito, Pinheiro e Bravo (2013), os Resíduos de Construção Civil (RCC) são compostos por sobras de materiais ou desperdícios de madeira, concreto, metal, telhas, papelão, *drywall*, entre outros e consistem em um grande desafio para muitos países quando se trata de gerenciamento de resíduos sólidos, conforme afirmam Katz e Baum (2011) e Yuan (2012).

Conforme Arif, Bendi e Toma-Sabbagh (2012), estima-se que cerca de 40% dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) produzidos mundialmente advém de atividades ligadas à Construção Civil. Nesse contexto, a certificação ambiental em obras consiste em um importante instrumento na implementação de práticas sustentáveis no setor. Surge, então, o questionamento que direciona esta pesquisa: De que maneira as construtoras que atuam na cidade de São Paulo (SP) estão adotando ações de Sustentabilidade no que tange aos RCC, com o intuito de mitigar os impactos de suas atividades e cumprir legislações ambientais?

Com a intenção de responder a esta questão, nesta pesquisa foram desenvolvidos estudos de casos múltiplos em nove construções residenciais de alto padrão, as quais já possuem certificação ISO 9001:2008 e/ou Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat - PBQP-H (SiAC versão 2012), em que se verificou a conformidade destas obras em relação à implantação de ações no que diz respeito ao manejo de resíduos, por meio de um *checklist* elaborado pelos pesquisadores.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA



## 2.1 Gestão de Resíduos de Construção Civil (RCC)

Apesar de sua importância econômica e desenvolvimentista, a Construção Civil, também arca com o ônus de ser o elo da cadeia produtiva que mais impactos impõe ao meio ambiente (Paschoalin Filho, Duarte, Guerner Dias, & Cortes, 2013). Entre os danos causados, Paschoalin Filho e Graudenz (2012) destacam: fim de reservas naturais não renováveis do material explorado, alteração na paisagem, desmatamento, erosão, poluição do ar decorrente de emissão de gás carbônico na atmosfera e poluição sonora.

Amadei, Pereira, Souza e Meneguetti (2011) comentam que, além de impactos gerados durante a extração das matérias-primas naturais, também ocorrem aqueles impactos causados pelos resíduos gerados nas etapas posteriores, ou seja, na construção, demolição, manutenção, adequação e reforma dos edifícios.

Na visão de Achillas, Baniyas, Moussiopoulos, Papaioannou e Vlachokostas (2011), os RCC consistem em cerca de 60% de toda massa de RSUs produzida diariamente no Brasil. Nas cidades de Salvador e Rio de Janeiro, por exemplo, os RCCs correspondem a 45% e 21% do total gerado de RSU, respectivamente (Azevedo et al, 2006; Gomes et al, 2008). Esta problemática não é exclusiva apenas do Brasil; sendo, também motivo de preocupação em diversos países. Barros e Jorge (2008) relatam que, na União Europeia, os RCC constituem cerca de 22% do volume total de RSU gerado diariamente.

Em relação às quantidades geradas de RCC, John e Agopyan (2000) citam que o valor *per capita* no Brasil situa-se em valores entre 230 e 660 kg/habitante/ano. De acordo com Coelho e Brito (2011), em Portugal, estima-se que a geração *per capita* de RCC, no ano de 2020, poderá chegar a 400 kg/habitante/ano. Atualmente, este valor encontra-se em 325 kg/habitante/ano. Melo, Gonçalves e Martins (2011), por sua vez, comentam que a cidade de Lisboa responde por uma geração de, aproximadamente, 600 kg/habitante/ano.

Além do impacto causado pelos seus resíduos, a Construção Civil, também impõe ao meio ambiente uma forte pressão em relação ao fornecimento de matérias-primas naturais e recursos. Conforme Casado (2011), em termos mundiais, este setor, no decorrer de suas atividades cotidianas, respondeu pelo consumo de 21% da água tratada, 42% da energia elétrica e pelo lançamento de 25% das emissões de CO<sub>2</sub>.

Na visão de Achillas, Baniyas, Moussiopoulos, Papaioannou e Vlachokostas (2011), a elevada geração de resíduos, muitas vezes, incorre em dificuldades no descarte destes. Os autores salientam que, quando despejados em locais impróprios, tais como florestas, córregos, barrancos ou em terrenos vazios, estes causam a degradação do local, erosão, contaminação de solo, poços, lençóis freáticos e águas de superfície.

Conforme Lima e Lima (2009), é importante que desde a fase de concepção do projeto arquitetônico de uma edificação já sejam tomadas decisões que conduzam a baixas taxas de geração de resíduos. Dentre estas, os autores destacam: a escolha de materiais de construção de baixo impacto, sistemas construtivos mais eficientes, controle efetivo das operações, aperfeiçoamento do detalhamento do projeto executivo etc.

Mália, Brito, Pinheiro e Bravo (2013) determinaram em sua pesquisa indicadores que forneceram à indústria da Construção Civil valores de referência para quantificar o RCC gerado no local, de forma simples e consistente (para novas construções, demolições e reformas), para edifícios residenciais (foco deste trabalho) e não residenciais. Estes indicadores podem ser utilizados para planejar ações relacionadas à gestão dos RCC, já que a elaboração de planos relacionados a essas obras já é obrigatória em diversos países europeus, tais como: Portugal, Holanda, Alemanha. Lu, Chen, Peng e Shen (2015) destacam a utilização da taxa de geração de resíduos como um indicador-chave de desempenho (KPI) do segmento de Construção Civil. Assim, novas ferramentas de gerenciamento e manejo dos resíduos produzidos pelas obras têm despertado interesse no meio técnico e acadêmico.



Na visão de Paschoalin Filho, Guerner Dias, Cortes e Duarte. (2013), apesar de a indústria da Construção Civil ser considerada um agente causador de diversos tipos de impactos ambientais, esta, também pode ser caracterizada como um setor que investe em inovação tecnológica e desenvolvimento de ferramentas de gerenciamento e manejo de seus resíduos.

De acordo com a Abnt NBR ISO: 14.004/2005, na medida em que aumentam as preocupações com a qualidade do meio ambiente, as organizações têm voltado sua atenção para os impactos ambientais causados por suas atividades, seus produtos e serviços. Para Motta (2009), a inserção da preocupação com a Sustentabilidade no setor da Construção Civil é essencial para a redução do impacto ambiental das obras, cabendo às empresas construtoras a adoção de práticas de gerenciamento e fiscalização baseadas em conceitos coerentes com o conceito de Sustentabilidade.

Magdaleno e Nobrega (2015) salientam a importância acerca da preocupação ambiental referente aos canteiros de obras na fase de execução dos edifícios. Na visão dos autores, é nesta etapa que são gerados os maiores volumes de resíduos, impactos ao meio ambiente e perturbações ao entorno, em que estão inseridas as nove obras pesquisadas neste trabalho.

Esin e Cosgun (2007) consideram que a melhor maneira de reduzir o impacto do RCC no ambiente é impedindo ou reduzindo sua geração tanto quanto for possível. Wang, Li e Tam (2015) consideram que os princípios dos 3Rs devem ser usados para isso; ou seja, pode ser feito por meio da reutilização, reciclagem ou redução total, o que poderá trazer benefícios econômicos. Diante disso, Sáez, Porras-Amores e Merino (2015) consideram que deve haver planejamento e implementação de práticas para minimizar desperdícios e incentivar a reciclagem.

Com base na pesquisa desenvolvida por Yuan (2013), na cidade de Shenzhen no sul da China, utilizando a análise Swot de gestão estratégica, foram definidas sete estratégias críticas para a gestão dos RCC: 1) estabelecimento de mecanismo para determinar a responsabilidade dos vários departamentos governamentais envolvidos; 2) implementação de regulamentações detalhadas de gestão de RCC; 3) investigação de montantes de RCC gerados; 4) implementação da gestão de RCC ao longo do ciclo de vida dos projetos de construção; 5) desenvolvimento de programa piloto de aplicação de materiais de construção reciclados; 6) criação de um instituto de pesquisa de resíduos de construção na cidade; e 7) motivação acerca da gestão de RCC por meio de atividades de treinamento e promoção.

Na fase de execução do projeto de construção podem ser implementados Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) e de Qualidade (SGQ), que consistem em ferramentas que permitem às empresas estabelecerem um processo de constante melhoria do seu desempenho ambiental, reduzindo o impacto de suas atividades. Este desempenho tem significativa importância para seus *stakeholders* e o público consumidor. Dessa forma, para que os volumes de RCC gerados sejam diminuídos, bem como os impactos ambientais causados pelas construções, os gestores devem se preocupar, cada vez mais, com a adoção de SGA e SGQ em suas obras.

## **2.2 Sistemas de Gestão Ambiental (SGA), de Qualidade (SGQ) e Certificações**

Na fase de execução do projeto podem ser implementados Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) e de Qualidade (SGQ), que consistem em ferramentas que permitem às empresas estabelecerem um processo de constante melhoria do seu desempenho ambiental, reduzindo o impacto de suas atividades. Este desempenho tem significativa importância para seus *stakeholders* e o público consumidor.

A certificação PBQP-H pode ser destacada por trazer às construtoras alguns benefícios operacionais (maior organização nas obras, redução do desperdício e aumento de produtividade); benefícios econômico-financeiros/administrativos (redução de custos, aumento de lucros, incremento de competitividade, melhoria no gerenciamento da empresa); benefícios aos clientes (aumento do nível de satisfação, melhoria da imagem da empresa, redução do número de reclamações e assistência técnica em reparos); e benefícios relacionados aos funcionários (redução



de rotatividade e absenteísmo, melhoria na qualidade de trabalho e segurança, aumento da qualificação dos colaboradores).

Linhares, Ferreira e Ritter (2007) e Afonso, Ribeiro, Souza e Cunha (2014) comentam que grande parte das construtoras brasileiras vem investindo para obtenção de certificações de SGQ ISO 9.001 e PBQP-H, bem como SGA específicas para a Construção Civil, tais como: *Leadership in Energy and Environmental Design* (Leed), Processo Aqua ou ISO 14.001. As construtoras vêm se organizando qualitativamente, visando a estas certificações, de forma que possam obter financiamento de suas obras junto a instituições bancárias públicas e privadas.

Para Casado (2011), construir seguindo orientações e critérios de sistemas de certificação ambiental traz diversos benefícios ambientais, tais como o consumo de energia que passa a ser, em média, 30% menor; o consumo de água sofre redução de 30% a 50%; a redução da emissão de CO<sub>2</sub> pode alcançar 30% e a redução na geração de resíduos poderá variar entre 50% a 90%.

O primeiro sistema de certificação ambiental de construções foi lançado em 1990, na Inglaterra (UK). Este sistema chama-se *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (Breeam). A partir de então, diversas literaturas foram publicadas e outros sistemas foram criados: em 1999, foi criado o americano *Leadership in Energy and Environmental Design* (Leed); em 2002, o francês *Haute Qualité Environmentale* (HQE) e o japonês *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency* (CasBee).

Apenas no ano de 2007, chegou ao Brasil o sistema americano para certificação de construções "verdes", a partir da criação do *Green Building Council Brazil* (Gbcbr). Em 2008, surge o primeiro selo brasileiro, denominado Processo Alta Qualidade Ambiental (Aqua), elaborado pela Fundação Vanzolini (2010) e baseado no sistema francês HQE (Motta, 2009).

Casado (2011) comenta que, para empreendimentos que desejam adquirir certificações verdes, existem diversos pré-requisitos, ligados não somente à gestão de resíduos. É necessário, também estar atento ao tipo de terreno, sua localização e o entorno, ao consumo de água, qualidade do ar dentro da edificação, eficiência do uso de energia. Estas medidas garantem que ocorra preservação do meio-ambiente antes, durante e após a conclusão da obra.

Na visão de Grunberg, Medeiros e Tavares (2014), a implantação de sistemas de gerenciamento ambiental nas obras é de grande importância para a melhoria da qualidade dos ambientes construídos, bem como minimizar os impactos causados pelas obras ao meio ambiente. Esses autores, após compararem três sistemas de certificação: Leed, Processo Aqua e Selo Casa Azul da Caixa Econômica Federal (Sacf) por meio da metodologia de análise hierárquica, identificaram que os sistemas Selo Casa Azul e Processo Aqua apresentaram melhor *performance*, uma vez que foram desenvolvidos (Sacf) e adaptados (Processo Aqua) para as especificidades nacionais. No entanto, de acordo com o GBC-Brasil (*Green Building Council*) (2012), o Brasil se mantém na 4ª posição no *ranking* de empreendimentos com certificação Leed, somente atrás dos Estados Unidos, China e Emirados Árabes Unidos.

Este fato é explicado por Piccoli, Kern, Gonzalés e Hirota (2010), os quais comentam que, além da abordagem em relação ao desempenho da obra finalizada, os sistemas de certificação verde também fazem exigências durante a etapa de produção dos edifícios, visando a mitigar os impactos ambientais do canteiro de obras, tais como poeira, geração de resíduos, consumo de energia, poluição etc.; além de estimularem ações de logística reversa dos RCC gerados.

### 2.3 Reciclagem e logística reversa dos RCC

A maioria dos construtores considera a direção do fluxo de materiais na cadeia de suprimentos da Construção Civil de forma linear, ou seja, do ponto de extração da matéria-prima natural até seu consumo e descarte (Housseini, Rameezdeen, Chileshe, & Lehmann, 2015). No entanto, uma perfeita cadeia ocorre quando o fluxo de materiais se configura de forma cíclica (Housseini et. al., 2015). De acordo com Sassi (2008), nesta forma de cadeia, os produtos e os



materiais poderiam ser reintegrados em uma nova construção por meio de processos de reciclagem e recuperação.

Esta afirmação encontra respaldo na opinião de Housseini et. al. (2015), os quais comentam que a logística reversa na Construção Civil está diretamente relacionada com o reuso dos componentes ou materiais de uma construção obsoleta em outra mais nova. Na visão dos autores, a logística reversa consiste em uma prática sustentável na Construção Civil, podendo oferecer diversos benefícios na esfera ambiental (Housseini et. al., 2015). Nunes, Mahler e Valle (2009) consideram a logística reversa na Construção Civil como sendo a forma como é planejado, operado e controlado o fluxo de produtos pós-venda ou pós-consumo de volta ao processo produtivo, por meio de canais de distribuição reversa, agregando valores econômicos, ambientais, sociais, etc. Na visão de Housseini et. al. (2015), a logística reversa trata do movimento dos produtos, bens e materiais, do ponto de consumo para sua origem.

Para Brito e Dekker (2004), os produtos e materiais não necessariamente necessitam voltar ao mesmo ponto em que tiveram origem. Housseini et. al. (2015) comentam o exemplo dado por Nordby, Berge e Hakonsen (2009), citando os tijolos nas construções, os quais podem ser reutilizados em obras de diversos edifícios ou mesmo reaproveitados na obtenção de novos produtos, por meio de reciclagem.

Nunes, Mahler e Valle (2009) chamam a atenção de que, ainda não é possível se fechar completamente o ciclo da cadeia de suprimentos da Construção Civil, uma vez que cada resíduo de construção gerado possui uma determinada vida útil, com limitado número de possibilidades de reuso e processamento. Ademais, a reciclagem de alguns materiais, ainda não é viável em razão de aspectos econômicos e técnicos. Nestes casos, os resíduos são destinados para aterros apropriados e não podem retornar ao ciclo produtivo.

De acordo com Schultmann e Sunke (2007), em comparação com produtos industrializados, como equipamentos eletroeletrônicos, os produtos da construção civil possuem maiores ciclos de vida e são imóveis. Dessa forma, em razão de sua imobilidade e dimensões, a recuperação dos produtos de construção civil geralmente ocorre nos locais onde estão situados. Assim, de acordo com os autores, as operações de logística reversa da denominada cadeia de suprimentos reversa, tendem a ser mais difíceis de implementar, em razão da grande variedade de materiais (de diversas composições), dos diferentes níveis de deterioração destes, das formas de utilização etc.)

A reciclagem dos resíduos gerados nas obras de construção traz benefícios que são abordados por diversas pesquisas nacionais e internacionais (Arif et al., 2012; Oyedete et al., 2013; Paschoalin Filho, Storopoli, & Guerner Dias, 2016). De acordo com Yeheyis et al (2012), mais de 75% dos resíduos gerados pela indústria da Construção Civil têm potencial de valorização, reciclagem ou reuso.

Yuan et al. (2011) expõem que os benefícios econômicos obtidos por meio da reciclagem dos RCC são enormes, uma vez que estes são reinseridos na cadeia produtiva. Os autores, também comentam outras vantagens, tais como aumento da competitividade entre empresas ocasionada pela redução das despesas (principalmente de transporte, destinação e aquisição de matéria-prima); geração de receita em razão do ganho econômico obtido por meio da comercialização dos resíduos recicláveis; melhoria da imagem pública da empresa pela atenuação do encaminhamento de resíduos para aterros e a diminuição de velocidade de esgotamento dos "bota-foras".

Na visão de Paschoalin Filho, Duarte e Faria (2016), a reciclagem e o reuso dos RCCs nas obras consiste em uma solução de manejo que pode ser correlacionada ao conceito de *Triple Bottom Line*. O pilar ambiental seria representado pela redução dos volumes de resíduos que, provavelmente, seriam destinados para aterro e na redução das emissões de carbono advindas das operações de transporte destes para destinação final; o pilar econômico pelos ganhos obtidos com a redução da necessidade de aquisição de matéria-prima natural e redução de custos de transporte; e o pilar social, pela criação de mais um elo da cadeia produtiva da construção, a da reciclagem.

Conforme Fernandes e Silva Filho (2010), a baixa adesão dos Planos de Gestão de Resíduos de Construção Civil (documento obrigatório de acordo com a Resolução Conama 307/2002 e que



estabelece as ações de manejo dos RCC em uma obra), as ações de reciclagem/reuso e logística reversa dos RCCs advêm da filosofia de grande parte das empresas construtoras, que ainda está baseada na ideia de uma cadeia linear de produção, ou seja, que extrai os recursos, processa, gera bens, e descarta os resíduos gerados e os produtos no fim de seu ciclo de vida. Os autores destacam a necessidade de transformar-se este processo linear (e danoso ao meio ambiente) em algo cíclico com o estabelecimento de garantia do retorno dos resíduos gerados às atividades construtivas.

Na visão de Schultmann e Sunke (2007), os motivos para as empresas construtoras implementarem ações de logística reversa seriam os mesmos que àqueles que motivam a indústria tradicional, ou seja, a possibilidade de obter-se mais lucros com a redução dos custos de destinação e possibilidade de comercialização dos resíduos; além de aspectos legais e melhoria de imagem junto a consumidores e *stakeholders*.

### **3 MÉTODO DE PESQUISA**

#### **3.1 Caracterização da pesquisa**

O estudo de caso consiste em uma investigação empírica, uma metodologia que abrange planejamento, técnicas de coleta de dados e análise dos mesmos (Yin, 2010). É uma estratégia de investigação em que o pesquisador explora em profundidade um evento, uma atividade, um processo, ou seja, um fenômeno (Gibbert, Ruigrok, & Wicki, 2008). Para Miguel (2007), trata-se de uma análise aprofundada de um, ou mais objetos, de forma a permitir seu amplo conhecimento acerca do objetivo do estudo, o qual ainda não se encontra completamente conhecido.

Os estudos de caso podem ser classificados, segundo Yin (2010), em exploratório, explanatório ou descritivo, ou seja, em função de seu conteúdo e objetivo final; ou em relação à quantidade de casos estudados (caso único ou múltiplos). Dessa forma, pode-se considerar esta pesquisa como um estudo de casos múltiplos, já que os pesquisadores estudaram nove obras de edifícios residenciais localizadas na cidade de São Paulo.

#### **3.2 Delimitação do universo em estudo**

Como critério de escolha das obras, todas deveriam estar em etapa de produção semelhante, bem como apresentarem mesmos padrões, processos construtivos e finalidades de utilização. Assim, os estudos de casos múltiplos foram realizados no 2º semestre de 2015, em nove obras de edifícios residenciais, de diferentes construtoras, localizadas na cidade de São Paulo/SP, nos bairros do Itaim Bibi, Jardim Anália Franco, Jardim das Perdizes, Jardim Paraíso, Jardim Paulista, Santana e Vila Pirituba, todas consideradas de alto padrão.

Em relação à etapa do processo executivo, todas as obras encontravam-se na fase de término de fechamento das alvenarias e início de acabamento. A Tabela 1 apresenta as características de cada obra prospectada.

**Tabela 1.** Características das obras estudadas

Obra	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bairro	Itaim Bibi	Itaim Bibi	Jardim das Perdizes	Jardim Paraíso	Jardim Pirituba	Jardim Paulista	Itaim Bibi	Jd. Anália Franco	Santana
Qtde. de torres	3	1	1	1	1	1	1	1	1
Área do terreno (m <sup>2</sup> )	8.263	9.832	20.855	2.805	3.930	7.600	25.000	9.150	2.786
Área privativa (m <sup>2</sup> )	388* 313** 478***	273,1	57 a 83	115	110 a 181	682	230 a 252	110 a 231	65 a 185
Qtde. de pavimentos	20* 20** 18***	18	28	17	19	21	24	23	20

\* Torre A, \*\*Torre B, \*\*\* Torre C. Fonte: Dados da Pesquisa.

Fonte: Os autores

### 3.3 Elaboração da ferramenta de pesquisa – *checklist*

Como ferramenta de pesquisa, foi utilizado um *checklist* elaborado pelos pesquisadores, com o intuito de detectar, nas obras, ações de mitigação de impactos ambientais em relação aos RCC gerados, bem como verificar a conformidade dos documentos, planos e registros com leis municipais e federais vigentes, que tratam a respeito de gestão e manejo de RCC.

Os itens componentes desta ferramenta foram baseados nas recomendações encontradas na Resolução 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) e recomendações dos sistemas de certificação Leed, Processo Aqua e Selo Casa Azul. Além da aplicação do *checklist* e da observação direta dos pesquisadores nas obras em estudo, também foi realizada uma avaliação dos Planos de Gestão de Resíduos de Construção Civil (Pgrcc) de cada uma destas. A Figura 1 apresenta os itens componentes do *checklist* utilizado.

Constructo	Item
Gestão de resíduos na obra	1.1 Plano de Gestão de Resíduos de Construção Civil (Pgrcc)
	1.2 Existência de baias centrais de resíduos na obra
	1.3 Triagem e acondicionamento de resíduos nas frentes de serviço
	1.4 Resíduos Classe A (entulho limpo) incorporados na obra
	1.5 Adoção de procedimentos de logística reversa
	1.6 Emissão de Guias de CTR – Controle de Transporte de Resíduos
	1.7 Licenças ambientais dos destinatários dos resíduos
	1.8 Cadastro de gerador de resíduos das obras junto à Prefeitura de São Paulo
	1.9 Declaração de destinação dos resíduos da obra
	1.10 Planilha de indicadores de resíduos gerados na obra

**Figura 1.** Itens componentes do *checklist* utilizado.

Fonte: Dados da Pesquisa

Alexandre e Coluci (2011) recomendam sempre submeter um instrumento de pesquisa, após sua elaboração, à avaliação de especialistas, ou seja, pessoas de experiência e capacidade comprovadas na área em estudos, para que estas possam avaliar e validar as assertivas.

Após o desenvolvimento do *checklist*, este foi apresentado para dois consultores ambientais, especialistas em sistemas de certificação verde de edifícios, de forma que pudessem opinar e sugerir a inclusão ou remoção de itens. Dessa forma, foi possível validar o *checklist* como uma ferramenta de pesquisa apta a mensurar as conformidades das ações de Sustentabilidade em relação à gestão de RCC gerados nas obras estudadas.



### 3.4 Procedimentos de coleta de dados

De acordo Yin (2010), o estudo de caso poderá se utilizar de seis fontes potenciais de coleta de informação, sendo estas: documentos, registros, entrevistas, observação direta, observação dos participantes e artefatos físicos. Neste estudo, as fontes de informação utilizadas foram:

a) Observação direta: Foram realizadas visitas técnicas nos canteiros de obras, de forma que os pesquisadores pudessem observar a conformidade dos processos desenvolvidos nestes locais, em relação aos itens discriminados no *checklist*. O preenchimento da ferramenta de pesquisa iniciou-se pelo perímetro da obra, observando-se, primeiramente, a presença de itens físicos, tais como disposição de baias, locais para triagem etc. Por último, foram analisados os registros, documentações e o Plano de Gestão de Resíduo de Construção Civil (Pgrcc) de cada obra;

b) Pesquisa Documental: Foram consultados os seguintes documentos de cada obra: a) Plano de Gerenciamento dos Resíduos de Construção Civil (Pgrcc) - o qual é composto pelos procedimentos, ferramentas de gestão e manejo dos resíduos gerados, tais como presença de estações de triagem, destinação dos resíduos etc.; b) Registros - os seguintes registros foram obtidos nas obras: i) Controle de Transporte de Resíduos (CTR) - consistem em guias emitidas diariamente pela fiscalização, cada vez que uma caçamba de resíduos deixa a obra; ii) Licenças ambientais dos destinatários dos resíduos Classe A gerados; iii) Cadastro das obras como gerador de resíduos sólidos; e iv) Declaração de Destinação dos RCC da obra.

Ressalta-se que todos os documentos citados são obrigatórios, de acordo com a Resolução Conama 307/2002 e com o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de São Paulo, sendo estes necessários para obtenção do licenciamento ambiental das obras e *habite-se* (Pmsp, 2014); e

c) Foram realizadas entrevistas com os engenheiros e os mestres de obras responsáveis por cada uma das obras pesquisadas para entender melhor todo o processo.

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

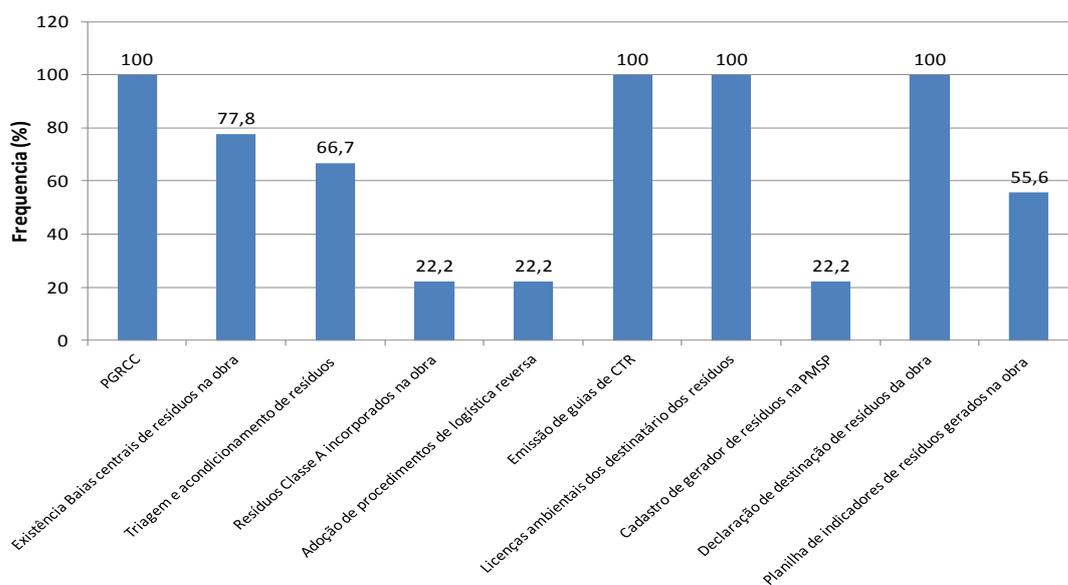
Após a coleta dos dados, pôde-se constatar que nenhuma das construtoras possuía departamento específico que tratasse de assuntos e práticas ligadas à Sustentabilidade em suas obras e projetos. Contudo, pouco mais da metade (56%) declarou ter contratado serviços de consultoria ambiental, específicos para as obras em execução. Em relação aos Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) empregados nas obras, todas as empresas declararam possuir certificação nos sistemas ISO 9.001/2008 e PBQP-H nível A, de acordo com as atualizações SiAC-2012 (Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas e Obras de Construção Civil). A implantação de SGQ é de grande importância para a obtenção de processos executivos com menor desperdício de mão de obra e insumos, além de redução da quantidade de erros e retrabalho. O incremento na qualidade nas construções implica em maior durabilidade dos serviços e menores gastos com reparos. Ressalta-se que a redução do desperdício resulta, além de economia, em menor necessidade de consumo de matéria-prima; ademais, processos executivos mais eficientes reduzem a geração de resíduos. Dessa forma, pode-se assumir que a adoção de certificações SGQ nas empresas de Construção Civil consiste em um passo inicial para a inserção da variável ambiental no setor. Na visão de Glen (2009), a adoção de SGQ por parte das empresas consiste em uma etapa importante para a mudança do paradigma e o fortalecimento do aprendizado da indústria da Construção Civil, uma vez que prepara e capacita a empresa e seus colaboradores para um novo cenário de exigências legais, comerciais e ambientais voltadas para o desenvolvimento sustentável.

Independentemente de todas as construtoras terem declarado possuir certificações ISO 9.001/2008 ou PBQP-H nível A, somente duas afirmaram executar suas obras segundo SGA, Leed e Processo Aqua. Nenhuma construtora declarou seguir orientações para obtenção do Selo Casa Azul da Caixa Econômica Federal (Sacf) ou ISO 14.001. Situação semelhante já havia sido constatada por Afonso, Ribeiro e Cunha (2014), os quais identificaram que todas as construtoras por

elas estudadas no município de Uberlândia (MG) possuíam SGQ ISO 9.001/2008 ou Pbqp-H e nenhuma declarou possuir qualquer tipo de SGA.

No entanto, apesar de apenas duas empresas terem declarado possuir SGA, pode-se considerar que a adoção de SGQ nas empresas de Construção Civil consiste em um agente impulsionador para a futura implantação de um SGA, uma vez que, para a empresa aderir as certificações ISO 9.001 e PBQP-H, estas devem absorver conceitos relacionados à Sustentabilidade tornando-as capazes de aderir a SGA (Bittencourt, & Jungles, 2012). Dessa forma, pode-se considerar a implantação de SGQ nas empresas de Construção Civil como sendo um passo inicial para a posterior implantação de SGA.

A Figura 2 apresenta os indicadores de frequência de conformidade dos itens do constructo Gestão de Resíduos na Obra.



**Figura 2.** Frequência de ocorrência de conformidades – Gestão de resíduos na obra  
**Fonte:** Dados da pesquisa

Por meio da Figura 2, percebe-se que todas construtoras alegaram dispor de Plano de Gestão de Resíduos de Construção Civil (Pgrcc) em suas obras. Tal fato já era esperado, uma vez que este documento é obrigatório na obtenção do *habite-se* do empreendimento no município de São Paulo; sendo este, também exigido pela Resolução 307/2002 do Conama. Segundo esta, em seu Artigo 8º, todos os geradores de obras privadas deverão elaborar tais planos, os quais deverão trazer procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequada dos resíduos.

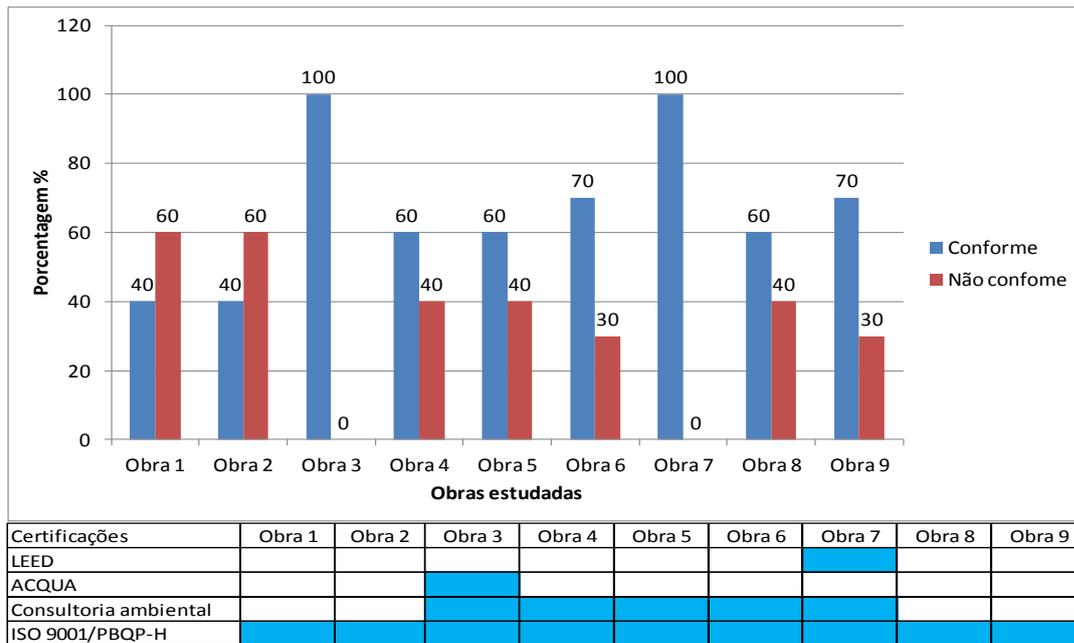
No entanto, percebe-se que nem todos os planos relatados pelas obras contemplavam todos os itens estabelecidos pela Resolução Conama 307/2002. Por exemplo, nota-se a ocorrência de conformidade de existência de baias centrais para confinamento dos resíduos em cerca de 78% das obras; planilhas contendo indicadores de resíduos gerados foram declaradas por pouco mais da metade das construtoras, operações de triagem dos resíduos nas frentes de trabalho foi relatada por cerca de 67% das obras.

De acordo com a referida resolução, estes itens devem ser obrigatórios nas obras, sendo considerados durante a elaboração do Pgrcc. A determinação de indicadores de resíduos gerados no decorrer e no final das obras, também faz parte, de acordo com Oliveira (2003), das exigências que surgiram no Pbqp-H, após a revisão ocorrida em 2012 no SiAC. Isso, de certa forma, promulga com que as construtoras estabeleçam um banco de dados e, eventualmente, metas e objetivos delineados a partir dos resultados destes indicadores.

Pôde-se constatar também que, apenas, 22% das construtoras declararam ter algum tipo de iniciativa em relação à adoção de procedimentos de logística reversa dos RCCs e/ou incorporação destes, por meio de reuso ou reciclagem no próprio canteiro de obras. Salienta-se que a redução, o



reuso e a reciclagem dos resíduos Classe A, de acordo com a Resolução Conama 307/2002, não é obrigatória durante a elaboração do Pgrcc, ficando o gerador responsável pela destinação destes às áreas licenciadas e, devidamente, preparadas para tal, em que deverão ter armazenamento temporário até que sejam posteriormente reciclados. Contudo, para Paschoalin Filho, Duarte e Faria (2016), os resíduos produzidos em uma obra podem representar um significativo passivo ambiental, caso estes não sejam devidamente manejados e destinados. Dessa forma, configura-se de grande importância o gerenciamento destes por meio da adoção de técnicas que garantam o seu correto manejo, em consonância com práticas de Sustentabilidade. A Figura 3 apresenta a avaliação de cada uma das obras estudadas, com o intuito de se determinar um aspecto geral destas.



**Figura 3.** Situação de cada uma das obras estudadas

**Fonte:** Dados da pesquisa

Pode-se observar, por meio da Figura 3, que as Obras 3 e 7 possuem os maiores percentuais de conformidade cumpridos; ressalta-se que ambas possuem SGA, Processo Aqua e Leed, respectivamente.

Com o intuito de entender melhor o Pgrcc das obras em estudo e verificar o porquê da baixa adesão em relação às ações de incorporação dos resíduos gerados nos canteiros, foi elaborada a Tabela 2 de referências cruzadas, buscando relacionar o Pgrcc das obras com a quantidade de conformidades e não conformidades observadas em campo.

**Tabela 2.** Referência cruzada entre Plano de Gestão de Resíduos de Construção Civil (Pgrcc) e ações de gerenciamento

Pgrcc	Triagem e acondicionamento	
Conforme	Conforme	Não conforme
9	6	3
Pgrcc	Resíduo Classe A (entulho limpo) incorporado na obra	
Conforme	Conforme	Não conforme
9	2	7
Pgrcc	Procedimentos de logística reversa	
Conforme	Conforme	Não conforme
9	2	7
Pgrcc	Licenças ambientais dos destinatários	
Conforme	Conforme	Não conforme

9	9	0
Pgrcc	Cadastro de grande gerador de resíduos sólidos	
Conforme	Conforme	Não conforme
9	2	7
Pgrcc	Declaração de destinação dos resíduos da obra	
Conforme	Conforme	Não conforme
9	9	0
Pgrcc	Planilha de indicadores de geração de resíduos na obra	
Conforme	Conforme	Não conforme
9	5	4
Pgrcc	Guia de CTR	
Conforme	Conforme	Não conforme
9	9	0

Fonte: Dados da pesquisa

Observando-se a Tabela 2, constata-se que os Pgrcc, em sua maioria, abordam, especificamente, o descarte dos resíduos de construção como forma de manejo destes. Nota-se também que as duas obras que relataram a adoção de incorporação dos resíduos de Classe A e adoção de procedimentos de logística reversa, são aquelas que estão passando por certificação Leed e Processo Aqua.

Com o intuito de comprovar a relação existente entre o indicador de incorporação de resíduos de Classe A e os de adoção de procedimentos de logística reversa nas obras prospectadas, foi determinado o coeficiente de correlação de Pearson ( $\rho$ ) entre ambas variáveis independentes, considerando nível de significância de 0,05, tal como apresentado na Tabela 3.

**Tabela 3.** Determinação do coeficiente de correlação de Pearson entre indicadores de adoção de logística reversa e incorporação de resíduos Classe A nas obras.

Pearson		Resíduos Classe A incorporados na obra
Procedimento de logística reversa	Coeficiente de correlação	0,84
	Significância	0,005
	N	9

Fonte: Dados da pesquisa

De acordo com a Tabela 3, pode-se perceber que há uma correlação positiva e forte entre a adoção de procedimentos de logística reversa e a incorporação dos resíduos de Classe A nas obras. Dessa forma, pode-se relacionar o conceito de logística reversa na Construção Civil à incorporação dos resíduos Classe A gerados na própria obra. Tal fato demonstra que a direção do fluxo de resíduos na cadeia de suprimentos na Construção Civil, não necessariamente, comporta-se de forma linear, como em outros ramos da indústria.

O descarte do RCC pode ocorrer de diversas maneiras; ou seja, estes podem ser incorporados ou reciclados na própria obra, enviados para aterros adequados, reciclados em usinas (fixas ou móveis) ou enviados para serem reprocessados em indústrias na manufatura de novos materiais. Assim, pode-se assumir que a logística reversa na Construção Civil apresenta algumas peculiaridades próprias do setor.

Por exemplo, devido ao grande tempo de ciclo de vida dos edifícios, é muito difícil que os materiais empregados na construção destes, após término de sua vida útil, possam retornar ao fabricante; mas é bem provável que estes sejam reciclados no próprio canteiro ou enviados para serem incorporados (ou mesmo reciclados) em outras obras, como já observado por Sassi (2008).



Outra situação consiste quando se destinam os resíduos Classe A gerados em uma construção para uma usina de reciclagem externa. Após reciclagem dos resíduos, a usina os comercializa para outras obras. Assim, pode-se assumir que o fluxo de materiais da cadeia de suprimentos da Construção Civil ocorre de forma cíclica, tal como já ressaltado por Housseini et. al. (2015).

Entretanto, como se observou por meio da Tabela 2 e pela análise dos Pgrcc das obras, a maioria das empresas construtoras considera o fluxo de materiais da cadeia de suprimentos da Construção Civil como sendo linear, tal como já ressaltado por Housseini et. al. (2015). A maioria das empresas pesquisadas apontou como forma de destinação dos resíduos o encaminhamento destes para aterros apropriados.

Tal fato pode ser explicado uma vez que os SGQ, apesar de apresentarem importantes iniciativas ambientais, não apresentam ações específicas de reciclagem, reuso ou incorporação dos RCC gerados; característica esta que é bem explorada nos SGA estudados (Leed e Processo Aqua).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos e as análises efetuadas, pode-se concluir que a maior parte das empresas de construção estudadas demonstrou possuir ferramentas de gestão e manejo de seus resíduos somente voltadas para o descarte destes. As empresas que, em seus Pgrcc, declararam adotar procedimentos de logística reversa e/ou incorporação dos resíduos na obra estão passando por avaliação para obtenção de certificação verde (Leed e Processo Aqua).

Salienta-se que, apesar de não ser obrigatória, de acordo com a Resolução Conama 307/2002, a reciclagem e o reuso dos resíduos nos canteiros é fortemente sugerida, de forma a mitigar os impactos ambientais causados pelas obras. Conforme Groberio e Rembiski (2014), visando a mitigar os impactos causados pela construção civil, esta resolução apresentou uma metodologia de gerenciamento dos RCCs, composta por caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação final.

Tal metodologia deve subsidiar a elaboração do Pgrcc das obras, priorizando a redução, a reutilização e a reciclagem dos resíduos. No entanto, os autores destacam que os Pgrcc, ainda não são integralmente praticados. Isso pode ser observado pela falta de conscientização de algumas construtoras que elaboram o Pgrcc somente buscando benefícios econômicos ou para cumprirem exigências de sistemas de certificação.

As obras que apresentaram mais conformidades em relação aos itens componentes no *checklist* foram àquelas que dispunham de assessoria de consultoria ambiental, destacando-se àquelas que estavam passando por avaliação para certificação Leed e Processo Aqua. No entanto, mesmo contando com acompanhamento técnico, algumas obras não apresentaram conformidade em relação ao cadastro em órgão da Prefeitura Municipal como grande gerador de resíduos sólidos.

Todas as obras estudadas declararam possuir SGQ ISO 9.001/2008 ou Pbqp-H nível A (SiAC/2012); no entanto, tal fato não demonstrou relação direta com a observância de algumas obras em relação à conformidade com os procedimentos de gestão de RCC relacionados no *checklist*. De acordo com Afonso, Ribeiro, Souza e Cunha (2014), tanto a ISO 9.001 quanto o PBQP-H, são de grande importância para garantir a qualidade das construções; porém, estas não possuem exigências muito específicas em relação aos aspectos ambientais.

No entanto, este panorama tende a se modificar com a recente revisão dos requisitos da ISO 9001:2015, por meio da inclusão de itens pertinentes à gestão de riscos. Ou seja, a gestão de resíduos tende a vir a ser abordada por estas normalizações, além de um fator pertinente ao cumprimento de requisitos legais, como também de suma importância para a análise de riscos.

Sugere-se que futuros trabalhos pesquisem de que maneira construtoras de outras regiões ou países estão praticando a gestão dos RCC, bem como garantindo a qualidade das construções de acordo com a legislação vigente e as certificações existentes. Este trabalho contribui para que o



meio acadêmico, seja da área de Administração, de Engenharia, de Arquitetura ou de outras áreas que tenham interesse em Construções Sustentáveis, tome conhecimento sobre a legislação focada na gestão de RCC, bem como as certificações relacionadas e as melhores práticas aplicadas pelas construtoras para que sejam minimizados os impactos ambientais de obras de construção, demolição ou reforma/renovação.

## REFERÊNCIAS

Achillas, C. H., Baniyas, G., Moussiopoulos, N., Papaioannou, I., & Vlachokostas, C.H. (2011) A web-based decision support system for the optimal management of construction and demolition waste. *Waste Management*, 31 (12), 2497-2502.

Afonso, P.P., Ribeiro, F.A.B.S., Souza, L.H.F., Cunha, D.A.I. (2014) Sustentabilidade ambiental no setor da construção civil: comparação das medidas adotadas por construtoras do município de Uberlândia/MG. *Anais...* In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 5 Ibeas – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 9p.

Alexandre. N. M. C.; & Coluci, M. Z. O. (2011) Validade de conteúdo nos processos de construção e adaptação de instrumentos de medidas. *Ciências & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, 16 (7), 3061-3068.

Amadei, D. I. B., Pereira, J.A., Souza, R.A., Meneguetti, K. S. (2011) A questão dos resíduos de construção civil: um breve estado da arte. *Revista Nupem*, 3 (5), 185-199.

Arif, M., Bendi, B., & Toma-Sabbagh, T. (2012) Construction waste management in India: an exploratory study. *Construction innovation*, 12 (2), 133-155.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - Abnt NBR ISO 14004. (2005) *Sistema de gestão ambiental: diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e ferramentas de apoio*. Rio de Janeiro. Abnt. 32p.

Barros, E., Jorge, F.C. (2008) Gestão de RCD – resíduos de construção e demolição na ampliação do aeroporto Francisco Sá Carneiro. *Revista da Faculdade de Ciência e Tecnologia*, 5, 62-74.

Bittencourt, M., Jungles, A.E. (2012) Diagnóstico de responsabilidade ambiental no processo de execução de obras de empresas construtoras de micro, pequeno e médio porte. *Anais...* In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 32. Bento Gonçalves/RS, 12p.

Brasil. *PBQP-Habitat: Sistema de avaliação da conformidade de empresas de serviços e obras da construção civil – SiAC*. (2012). Ministérios das Cidades, Brasília, 115p.

Brito, M., & Dekker, R. (2004) A framework for reverse logistics. In: Dekker, R., Fleischmann, M., & Inderfurth, K. et al (eds). *Reverse logistics*. Berlin, Heidelberg: Springer, 3-27.

Casado, M. (2011) *Green Buildings*, antes tarde do que nunca. Ietec – Instituto de Educação Tecnológica. Belo Horizonte. Recuperado em: 17 abr.2016, de: <[http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe\\_artigo/595](http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/595)>

Coelho, A., Brito, J.D. (2011) Generation of construction and demolition waste in Portugal. *Waste Management & Resource*, 29 (7), 739-750.

Conama – Conselho Nacional do Meio Ambiente: *Resolução nº307, de 5 de julho de 2002*. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 de julho de 2002.

Elkington, J. (1997) *Cannibals with forks: the triple bottom line of twenty first century business*.



Mankato: Capstone.

Esin, T., Cosgun, N. (2007) A study conducted to reduce construction waste generation in Turkey. *Building and Environment*, 42, 1667–1674.

Fernandes, M.P.M., Silva Filho, L.C.P. (2010) Gestão de resíduos: construção e desconstrução de conceitos de canteiros de obras. *Anais... In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, 13. Canela/RS. 9p.

Fundação Vanzolini. (2010) *Edifícios habitacionais - Processo Aqua*. Referencial técnico de certificação. São Paulo.

Gibbert, M., Ruigrok, W., & Wicki, B. (2008) What passes as a rigorous case study? *Strategic Management Journal*, 29, 1465-1474.

Glen, J. (2009) Aplicando a sustentabilidade e a produção mais limpa aos canteiros de obras. *Anais...In: International Workshop Advances in Cleaner Production*, São Paulo, 10p.

Groberio, L., Rembiski, F.D. (2004) Ambiente construído versus meio ambiente – análise do gerenciamento de canteiro de obras. *Anais... In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, 15. Maceió/Al. 9p.

Grunberg, P.R.M., Medeiros, M.H.F., Tavares, S.F. (2014) Certificação ambiental de edificações: comparação entre Leed for homes, Processo Processo Aqua e Selo Casa Azul. *Revista Ambiente e Sociedade*, 17(2), 195-214.

Guo, H., Su, M. (2013) Impact of residential real estate development on green construction. *Applied Mechanics and Materials*, 275-277, 2756-2760.

Housseini, M.R., Rameezdeen, R., Chileshe, N., Lehmann, S. (2015) Reverse logistics in the construction industry. *Waste Management & Research*, 33 (6), 499-514.

Ibrahim, A.R.B., Roy, M. H., Ahmed, Z. U., Intiaz, G. (2010) Analyzing the dynamics of global construction industry: past, present and future. *Benchmarking: An International Journal*, 17(2), 232-252.

John, V.M., Agopyan, V. (2000) Reciclagem de resíduos da construção civil. In: *Anais... Seminário – Reciclagem de resíduos sólidos domiciliares*. São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente.

Katz, A., Baum, H. (2011) A novel methodology to estimate the evolution of construction waste in construction sites. *Waste Management*, 31, 353–358.

Lima, R. S., Lima, R. R. R. (2009) *Guia para elaboração de projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil*. Série de Publicações Temáticas do Crea-PR. Curitiba: CREA.

Linhares, S. P., Ferreira, J.A., Ritter, E. (2007) Avaliação da implantação da Resolução 307/2002 do Conama sobre gerenciamento dos resíduos de construção civil. *Estudos Tecnológicos em Engenharia*, 3 (3), 176-194.

Lu, W., Chen, X., Peng, Y., Shen, L. (2015) Benchmarking construction waste management performance using big data. *Resources, Conservation and Recycling*, 105, 49–58.

Magdaleno, A.C.R.M., & Nobrega, M.J.R. (2015) Metodologia para qualificação de obras civil sustentáveis. *Revista Augustus*, 20 (40), 70-83.

Mália, M., Brito, J., Pinheiro, M. D., Bravo, M. (2013) Construction and demolition waste indicators. *Waste Management & Research*, 31 (3), 241–255.



- Melo, A., Gonçalves, A., Martins, I. (2011) Construction and demolition waste generation and management in Lisbon. *Resources, Conservation and Recycling*, 55, 1252-1264.
- Miguel, P.A.C. (2007) Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendação para sua condução. *Revista Produção*, 17 (1), 216-229.
- Motta, S. R. F. (2009) *Sustentabilidade na construção civil: Crítica, síntese, modelo de política e gestão de empreendimentos*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Ufmg. Belo Horizonte.
- Nordby, A.S., Berge, B., Hakonsen, F. (2009) Criteria for salvage ability: the reuse of bricks. *Building Research & Information*, 37, 55-67.
- Nunes, K.R.A., Mahler, C.F., & Valle, R.A. (2009) Reverse logistics in brazilian construction industry. *Journal of Environmental Management*, 90, 3717-3720.
- Oliveira, L.R.G.J. (2013) *Potencial de implantação de sistemas de gestão integrada (SGI) em construtoras*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de São Carlos. Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, São Carlos, 248p.
- Oyedete, L.O., Regan, M., Meding, J., Ahmed, A., Obas, J., Elnokaly, A. (2013) Reducting waste to landfill in the UK: identifying impediments and critical solutions. *World Journal of Science, Technology and Sustainable Development*, 10 (2), 131-142.
- Paschoalin Filho, J.A., Duarte, E.B., Faria, A.C. (2016) Geração e manejo dos resíduos de construção civil nas obras de um edifício comercial na cidade de São Paulo. *Revista Espacios*, Caracas, 37 (6), 15.
- Paschoalin Filho, J. A., Graudenz, G, S. (2012) Destinação irregular de resíduos de construção e demolição (RCD) e seus impactos na saúde coletiva. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 6 (1), 127-142.
- Paschoalin Filho, J. A., Guerner Dias A. J., Cortes, P. L., Duarte, E. B. L. (2013) Manejo de resíduos de demolição gerados durante as obras da arena de futebol Palestra Itália (Allianz Parque) localizada na cidade de São Paulo/Brasil. *Revista Holos*, 6 (3), 73-91.
- Paschoalin Filho, J.A., Storopoli, J.H., Guerner Dias, A.J. (2016) Evaluation of compressive strength and water absorption of soil-cement bricks with addition of PET wastes. *Acta Scientiarum. Technology*, 38 (2), 163-171.
- Piccoli, R., Kern, A.P., Gonzalez, M.A., Hirota, E.H. (2010) A certificação ambiental de desempenho ambiental de prédios: exigências usuais e novas atividades na gestão da construção. *Revista Ambiente Construído*, 10 (3), 69-79.
- Sáez, P. V., Porrás-Amores, C., Merino, M. R. (2015) New quantification proposal for construction waste generation in new residential constructions. *Journal of Cleaner Production*, 102, 58-65.
- Sassi, P. (2008) Defining closed-loop cycle construction. *Building Research & Information*, 157, 163-171.
- Silva, W.M., Ferreira, R. C., Souza, L. O., Silva, A. M. (2010) Gerenciamento de resíduos de construção civil e demolição e sua utilização como sub-base e mistura betuminosa em pavimento urbano em Goiânia/GO. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, 15, 1-9.
- Schultmann, F., Sunke, N. (2007) Organisation of reverse logistics tasks in the construction industry. Portugal SB07: *Sustainable construction, materials and practices*, IOS Press, ISBN, 978-1.



- Wang, J., Li, Z., Tam, V. W. Y. (2015) Identifying best design strategies for construction waste minimization. *Journal of Cleaner Production*, 92, 237-247.
- Weber, W.J., Jang, Y.C., Townsend, T. G., Laux, S. (2002) Leachate from land disposed residential construction waste. *Journal of Environmental Engineering*, 128 (3), 237-245.
- Yeheyis, M., Hewage, K., Alam, M.S., Eskicioglu, C., Sadiq, R. (2012) An overview of construction and demolition waste management in Canada: a lifecycle analysis approach to sustainability. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 15 (1), 81-91.
- Yin, R. (2010) *Estudo de caso: planejamento e métodos*. (5ª Ed.) Porto Alegre: Bookman.
- Yuan, H. (2012) A model for evaluating the social performance of construction waste management. *Waste Management*, 32, 1218–1228.
- Yuan, H. (2013) A Swot analysis of successful construction waste management. *Journal of Cleaner Production*, 39, 1-8.
- Yuan, H., Shen, L.Y., Hao, J.J.L., Lu, W.S. (2011) A model for cost-benefit analysis of construction and demolition waste management throughout the waste chain. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(6), 604-612.

---

Data da submissão: 04/08/2016

Data de aceite: 15/03/2017