

CONFORMIDADE DE SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

CONFORMITY OF CONSTRUCTION WASTE MANAGEMENT SYSTEMS

CONFORMIDAD DE SISTEMAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN CIVIL

Daniela Carnasciali de Andrade Mann¹
André Nagalli²
Karina Querne de Carvalho³

Resumo

Normas relacionadas à gestão de Resíduos de Construção Civil (RCC) estão vigentes no Brasil há mais de uma década. O intuito dessa gestão é amenizar os impactos ambientais decorrentes do gerenciamento indevido desses resíduos. O objetivo do presente trabalho é investigar a conformidade técnica e legal de sistemas de gerenciamento de resíduos de construção civil no município de Curitiba. Para tal, elaborou-se uma lista de verificação baseada nas normas em vigor e em alguns modelos de certificações ambientais, como: LEED, AQUA, CASBEE, BREAM e HQE. 24 obras de edifícios residenciais e comerciais foram visitadas — com ou sem certificação ambiental. Essa lista de verificação foi aplicada nas construções, para realizar um diagnóstico do setor. Apesar da gestão de resíduos ser obrigatória e restritiva à obtenção dos certificados de conclusão de obra, os resultados da pesquisa demonstraram que há problemas na segregação, acondicionamento e transporte dos resíduos. Entretanto, a falta de conscientização e a aparente conformidade documental não se traduz em efetivo gerenciamento dos RCC.

Palavras-chave: Resíduos de construção e demolição. Gestão de resíduos. Resíduos sólidos. Auditorias ambientais.

Abstract

Standards related to the management of Construction Waste (CW) have been in force in Brazil for more than a decade. The goal of this management is to alleviate the environmental impacts resulting from the poor management of these wastes. The objective of this work is to investigate the technical and legal compliance of construction waste management systems in the city of Curitiba. To this end, a checklist was drawn up based on current standards and on some models of environmental certifications, such as: LEED, AQUA, CASBEE, BREAM and HQE. 24 works of residential and commercial buildings were visited — with or without environmental certification. A checklist was applied, in these buildings, to promote a diagnosis of the sector. Although waste management is mandatory and restrictive to obtain building completion certificates, the research results showed that there are problems in the segregation, packaging and transport of waste. However, the lack of awareness and the apparent documentary compliance does not translate into effective management of the CW.

Keywords: Construction and demolition waste. Waste management. Solid waste. Environmental audits.

Resumen

Normas relativas a la gestión de Residuos Sólidos de Construcción Civil (RCC) están vigentes en Brasil hace más de una década. La intención de esa gestión es amenizar los impactos ambientales producidos por la gestión inadecuada de esos residuos. El objetivo de este trabajo es investigar la conformidad técnica y legal de sistemas de gestión de residuos de la construcción civil en el municipio de Curitiba. Para ello, se elaboró una lista de cotejo

¹ Engenheira Civil, Mestre em Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Paraná (UTFPR), Curitiba, Brasil. E-mail: dani_carnasciali@hotmail.com.

² Professor, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Paraná (UTFPR), Curitiba, Brasil. E-mail: nagalli@utfpr.edu.br.

³ Professora, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Paraná (UTFPR), Curitiba, Brasil. E-mail: kaquerne@utfpr.edu.br.

basada en las normas vigentes y en algunos modelos de certificaciones ambientales como: LEED, AQUA, CASBEE, BREEM y HQE. Se visitaron 24 obras de edificios residenciales y comerciales — con o sin permiso ambiental. Se aplicó esa lista de cotejo en las construcciones, para realizar un diagnóstico del sector. Aunque la gestión de residuos sea obligatoria y restrictiva para la obtención de las certificaciones de conclusión de obra, los resultados de la investigación demostraron que hay problemas en la segregación, acondicionamiento y transporte de los residuos. Sin embargo, la falta de conciencia y la aparente conformidad en materia de documentos no se traduce en una gestión eficiente de los RCC.

Palabras-clave: Residuos de construcción y demolición. Gestión de residuos. Residuos sólidos. Auditorías ambientales.

1 Introdução

A indústria da construção, além de ser um dos pilares do desenvolvimento socioeconômico de um país, provoca grandes impactos ambientais. Esses impactos ocorreram tanto através de atividades como a extração de matérias-primas, movimentação de terras, produção e transporte de materiais quanto pela disposição incorreta de seus resíduos.

Sabe-se que a construção civil gera um volume muito grande de resíduos durante todos seus processos. A quantidade de resíduos gerada pode representar de 20 a 30% e algumas vezes até mais que 50% de todo resíduo sólido produzido (YEHEYIS *et al.*, 2013). Com relação ao Brasil, os resíduos de construção e demolição representam, em média, 59% da massa dos resíduos sólidos urbanos (SANTOS, 2009). Essa geração de resíduos varia entre 41 a 70%, de acordo com Tozzi (2007) e Gaede (2008).

Estes resíduos são gerados desde a extração dos recursos naturais, manufatura dos recursos naturais, utilização na construção propriamente dita, demolição e processos de beneficiamento e reciclagem (SHEN *et al.*, 2007; JAILLON; POON, 2013). A geração dos resíduos relaciona-se aos métodos construtivos (DIAS, 2013; NAGALLI *et al.*, 2013); características geométricas das edificações (DIAS, 2013); mão de obra (NAGALLI *et al.*, 2013) e procedimentos de certificação e gerenciamento (NAGALLI *et al.*, 2013).

Segundo Yeheyis *et al.* (2013), as principais causas da geração destes resíduos são os erros de planejamento, uso de materiais não apropriados e muitas vezes ineficientes, mudanças inesperadas do produto e serviços executados erroneamente.

A deficiência na gestão destes resíduos causa diversos problemas, tais como surgimento de aterros irregulares, poluição e/ou contaminação da água, solo e ar, e conseqüentemente à saúde da população (GIUSTI, 2009; YUAN ; SHEN, 2011; YEHEYIS *et al.*, 2013), assim como problemas sociais e econômicos (MARZOUK ; AZAB, 2014).

Legislações e normas estabelecendo diretrizes, critérios e procedimentos são previstas para regularizar esta questão e amenizar impactos decorrentes da inadequada gestão dos resíduos da construção civil.

Yuan e Shen (2011) demonstraram que estudos relacionados aos resíduos de construção e demolição têm tido grande número de publicações durante a última década, com destaque para alguns diagnósticos. Por exemplo, Malia *et al.* (2013) diagnosticaram a quantidade de resíduos gerados em seis setores específicos da construção civil, sendo eles: construções residenciais novas, construções não residenciais novas, demolição de construções residenciais e não residenciais e, por fim, reformas residenciais e não residenciais. Kofoworola e Gheewala (2008) estimaram a geração e verificaram a gestão de resíduos de construção civil da Tailândia, concluindo que a construção civil naquele país gerou em torno de 1,1 milhões de toneladas de resíduos por ano entre 2002 e 2005 e que maior parte dos resíduos foram despejados ilegalmente e a outra parte foi para aterros; Zamorano *et al.* (2011) elaboraram um diagnóstico e fizeram uma proposta para gestão de resíduos em zonas industriais do estado de Granada, Espanha. O estudo apontou as deficiências significativas no sistema, tais como a falta de ferramentas de gestão de resíduos eficazes e treinamento para o pessoal de gestão de resíduos, além do baixo percentual de coleta seletiva de lixo.

O objetivo desta pesquisa foi investigar a conformidade técnica e legal de sistemas de gerenciamento de resíduos de construção civil em obras de edifícios comerciais e residenciais na cidade de Curitiba, Brasil.

2 Materias e métodos

Yuan e Shen (2011) afirmam que pesquisa e estudo de caso são os principais métodos de coleta de dados e que os dados encontrados são processados principalmente através de análise descritiva. Utilizou-se, no presente artigo, o estudo de caso como ferramenta de trabalho para investigar a conformidade técnica e legal de sistemas de gerenciamento de resíduos da construção civil em obras de edifícios em execução no município de Curitiba, Estado do Paraná.

O diagnóstico foi realizado em obras de edifícios residenciais e/ou comerciais em construção na cidade de Curitiba, Paraná. Para obtenção dos dados, um questionário foi utilizado (Apêndice A), o qual foi aplicado em cada uma das obras visitadas. Para o desenvolvimento da pesquisa foram realizadas as seguintes etapas:

- Levantamento bibliográfico;
- Seleção de obras;
- Elaboração do protocolo de coleta de dados;
- Criação do questionário estruturado da pesquisa;
- Realização de um estudo de caso piloto;

- Adequações ao questionário da pesquisa, quando necessário;
- Desenvolvimento dos demais estudos de caso;
- Análise dos dados obtidos, e;
- Investigação da conformidade técnica e legal de sistemas de gerenciamento de resíduos da construção civil na cidade de Curitiba.

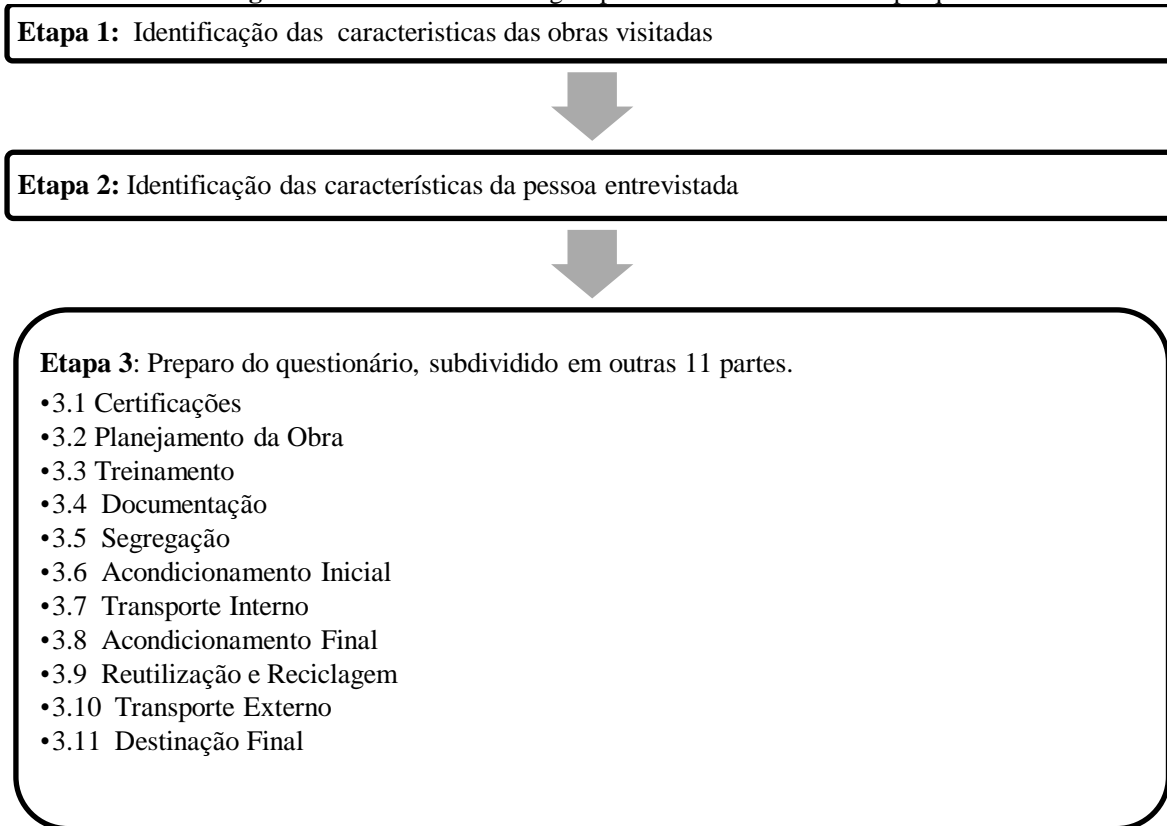
A pesquisa foi aplicada no período entre 2013 e 2014, sendo consideradas as unidades que obtiveram certificado de vistoria e conclusão de obra (CVCO) no ano de 2013 no município de Curitiba, equivalente a 24.934 unidades como população (N).

Foram analisadas 24 obras, de 14 empresas diferentes, perfazendo um total de 5527 unidades habitacionais/comerciais (n), aproximadamente 22,2% da população considerada. Assim, admitindo-se nível de confiança de 95%, a amostra analisada foi considerada válida (n > 379 unidades).

A seleção das obras para condução dos estudos de caso foi feita por contato telefônico e e-mail junto aos engenheiros responsáveis pelas unidades. O intuito era apresentar a proposta da pesquisa e verificar a disponibilidade do entrevistado em marcar visita *in loco* em cada obra. Foram escolhidas também, aleatoriamente, obras na mesma região das obras com entrevistas marcadas previamente; assim, verificou-se a disponibilidade para realização de visitas sem contato telefônico prévio.

Para a obtenção dos dados, utilizou-se um questionário semiestruturado, o qual foi baseado nas normas relacionadas a resíduos vigentes, na bibliografia e também nos modelos de certificação ambiental. A sequência lógica adotada para o desenvolvimento da pesquisa está dividida em fases, conforme fluxograma da Figura 1.

Figura 1 - Estrutura metodológica para o desenvolvimento da pesquisa



2.1 Etapa 1: Identificação das características das obras visitadas

Nesta etapa foram levantadas informações pertinentes às características da obra. Para que fosse possível manter o sigilo comercial das obras estudadas, foram estipuladas faixas de valores para as áreas construídas e também faixas de quantidade de unidades habitacionais. Desta forma, buscou-se impossibilitar a identificação das obras. Também no intuito de que não fosse possível identificar as empresas e obras, foi estipulado que as empresas seriam nomeadas com letras do alfabeto de A a O e as obras seriam numeradas. Sendo assim, a obra A1 representa a obra 1 da empresa A.

2.2 Etapa 2: Identificação das características da pessoa entrevistada

Nesta etapa, foram obtidos dados sobre a pessoa à qual foi aplicado o questionário, juntamente com tempo de atuação na empresa, formação acadêmica e função exercida na obra.

2.3 Etapa 3: Preparo do questionário

Nesta etapa, preparou-se o questionário, que foi subdividido em 11 partes. O questionário foi dividido em partes distintas para identificar o ponto fraco da gestão de resíduos nas obras, assim como verificar a parte mais deficiente. Nas 11 partes são abordadas:

- Certificações – Nesta etapa, buscou-se descobrir se a obra estava buscando algum tipo de certificação e qual era o modelo de certificação visado. O objetivo desta questão era verificar se existem diferenças no gerenciamento de resíduos de obras que buscam certificação e obras que não buscam certificação.
- Planejamento da Obra – Buscou-se verificar, nessa etapa, se existia um responsável pelo gerenciamento de resíduos na obra, assim como o cargo desta pessoa e seu conhecimento acerca das resoluções CONAMA. Com esta etapa, foi possível analisar o comprometimento da obra com a questão dos resíduos, no que diz respeito a eleger um responsável por esta gestão, assim como o conhecimento desta pessoa sobre o assunto.
- Treinamento – Nesta etapa, almejou-se descobrir se os funcionários recebem treinamento relacionado à gestão de resíduos e à periodicidade com que esses treinamentos são aplicados. Com esta informação, realizou-se uma análise quanto à frequência de treinamento recebida pelos funcionários *versus* a qualidade da gestão de resíduos por ele executada.
- Documentação – Nesta etapa, foi verificado se a obra possuía o PGRCC, planilhas e controles relacionados à gestão de resíduos e se os controles de saída de resíduos da obra estavam devidamente preenchidos.
- Segregação – Nesta etapa, avaliou-se a separação dos resíduos em obra de forma ampla; ou seja, verificou-se como eles estavam sendo segregados em todos os locais da obra e se os contenedores estavam de acordo com as resoluções CONAMA — no que diz respeito à cor e à identificação.
- Acondicionamento inicial – Buscou-se identificar se o acondicionamento perto das fontes de geração dos resíduos estava sendo feito de forma correta para cada classe de resíduos.
- Transporte interno – Verificou-se a maneira de transporte dos resíduos do acondicionamento inicial para o final, a fim de avaliar se os resíduos são transportados conforme o que as normas indicam.
- Acondicionamento final - Buscou-se identificar se o acondicionamento final estava sendo realizado de forma correta para cada classe de resíduos e tipo de material. Verificou-se, também, se os cuidados, como: isolamento, ventilação e sinalização do local de armazenamento, colocação dos recipientes sobre base de concreto ou outro material para

impedir a lixiviação e percolação de substâncias para o solo e águas subterrâneas, estavam sendo tomados em relação aos resíduos perigosos.

- Reutilização e reciclagem – Nessa etapa, verificou-se se é realizado o reaproveitamento, ou reciclagem de algum resíduo na obra e em qual proporção era reaproveitado ou reciclado.
- Transporte externo – Verificou-se a maneira com que os resíduos são transportados do acondicionamento final para os aterros ou centros de reciclagem, a fim de avaliar se os resíduos são transportados como indicado nas normas.
- Destinação Final – Verificou-se se as áreas da destinação final eram licenciadas.

As questões para coleta de dados foram desenvolvidas com base nas normas específicas e vigentes relativas aos RCC (Resíduos da Construção Civil), na bibliografia e nos modelos de certificações existentes. As perguntas com a origem de cada uma delas e a subdivisão com relação à etapa 3 — apresentada no item 3.3 deste trabalho — podem ser verificadas no Apêndice A.

Após elaboração do questionário, realizou-se o caso piloto junto a uma das obras. O objetivo era revisar o plano de coleta de dados e ajustar o conteúdo da entrevista estruturada a ser realizada (YIN, 2005).

O questionário do caso piloto foi aplicado na denominada Obra X, com o intuito de verificar se o questionário era de fácil compreensão por parte do entrevistado (bem elaborado). Após o teste piloto, foram reestruturados alguns itens do protocolo de coleta de dados e o novo questionário foi reaplicado na Obra X. As características de cada uma das 14 empresas são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Caracterização das empresas visitadas

Empresa	Obras Visitadas	Ano de Fundação	Tipo de obra que executa
A	X1, A1, A2	1895	Obras comerciais, residenciais, industriais
B	B1, B2	1899	Obras de grande porte, edifícios comercial, corporativo e residencial
C	C1, C2, C3, C4	2003	Obras comerciais e residenciais com foco no alto padrão
D	D1	1978	Obras de pontes e viadutos, prediais, comerciais e residenciais
E	E1, E2, E3	1991	Obras prediais residenciais
F	F1	1998	Obras prediais residenciais, comerciais e industriais
G	G1	1977	Obras prediais residenciais e comerciais, corporativas
H	H1	1977	Obras comerciais, shoppings, hotéis, marinas

I	I1	1962	Obras de comerciais e residenciais
J	J1	1999	Obras comerciais, residenciais e industriais
L	L1	1984	Obras públicas, shoppings, prestação de serviços
M	M1	1999	Obras residenciais, comerciais, Minha casa minha vida
N	N1	1985	Obras prediais residenciais, comerciais e industriais
O	O1, O2, O3	2003	Obras residenciais, comerciais e loteamento

3 Resultados e discussão

Os resultados obtidos da lista de verificação aplicada nas obras foram agrupados por empresa, consolidados e analisados. Verificou-se que os treinamentos são realizados semanalmente nas obras A2 e H1. Já nas obras A1, B1, B2, C1, D1, E2, E3, F1, I1, L1, M1, O1, O2 e O3 verificou-se que são realizados treinamentos semestrais; entretanto, os treinamentos dos funcionários nas obras C4, E1, e G1 são realizados anualmente. Em contrapartida, não são ofertados treinamentos relacionados à gestão de resíduos nas obras X, C2, C3 e J1. Em resumo, depreendeu-se que a periodicidade dos treinamentos voltados à gestão dos resíduos varia de obra para obra, inclusive em obras executadas por uma mesma empresa. Assim, os resultados sugerem que não há padronização na aplicação dos treinamentos.

Quanto ao conhecimento sobre a legislação pertinente por parte do responsável pela gestão de resíduos, verificou-se que os engenheiros têm conhecimento acerca das Resoluções do CONAMA sobre RCC nas obras A1, A2, B1, B2, D, F1, G1, H1, I1, L1 e M1. Já nas obras C1, E1, J1, O3 o responsável pela gestão de resíduos possui conhecimento parcial das Resoluções CONAMA. Os responsáveis pela gestão de resíduos nas obras X, N1, O1 e O2 não possuem conhecimento sobre as Resoluções do CONAMA que versam sobre RCC enquanto nas obras C2, C3 e C4 não há nenhum responsável pela gestão dos resíduos. Em resumo, verifica-se que o conhecimento sobre as Resoluções CONAMA, essencial à gestão dos resíduos, variam de obra para obra, inclusive em obras executadas por uma mesma empresa.

No que se refere à segregação dos RCC na fonte, constatou-se que a segregação dos resíduos nos canteiros de obra da empresa A está sendo executada nas três obras, porém nas obras X e A1 não de forma satisfatória, por exemplo com a não identificação dos contenedores e a mistura de resíduos de classes distintas em um mesmo contenedor. Na empresa B, a segregação dos resíduos em obra estava sendo feita em ambas as obras, porém na Obra B1, algumas caçambas não estavam devidamente identificadas. Verificou-se, também, contenedores de resíduos com cor *versus* tipo fora da conformidade (Resolução Conama 275/01); em algumas situações, existiam resíduos de classes diferentes misturados. Na Obra

B2, observou-se que resíduos de classes diferentes misturados, em alguns contenedores, inviabilizaram o reaproveitamento futuro.

A segregação dos resíduos das obras na empresa C nas áreas de vivência (escritórios e refeitórios) não estava sendo realizada em qualquer uma das obras e no canteiro de obras estava sendo realizada apenas nas obras C1 e C2 — porém, não de forma satisfatória. Tanto na Obra C1 quanto na Obra C2, os contenedores não estavam devidamente identificados e pintados com a cor correta e em ambas havia resíduos de classes diferentes em uma mesma caçamba. Na obra D1, a segregação estava sendo feita de forma satisfatória, com identificação e pintura das caçambas, conforme especificado na Resolução CONAMA nº 275/01. Isso foi verificado nas obras M1, F1 e G1.

Apesar de ter sido verificado o mesmo na obra H1, em relação à segregação de resíduos, alguns contenedores continham classes diferentes de resíduos misturadas, impossibilitando reaproveitamento futuro. Nas obras da empresa E, a segregação de resíduos na área de vivência não é realizada na obra E1 e a segregação de resíduos na fonte é realizada de forma satisfatória nas obras E2 e E3. Nas obras I1, J1, L1 e N1 a segregação dos resíduos não estava sendo feita de forma satisfatória. As caçambas não estavam todas devidamente identificadas, algumas não estavam pintadas, conforme especificado na Resolução CONAMA nº 275/01, e alguns contenedores continham classes diferentes de resíduos misturadas, impossibilitando o reaproveitamento futuro.

Foram verificadas divergências nas obras da empresa O, pois na Obra O2 não é feita segregação dos resíduos nas áreas de vivência (refeitório e escritório), mas apenas no canteiro de obras. Nas obras O1 e O3, a segregação é feita no refeitório e no canteiro de obras.

Quanto à existência de evidências de implantação do PGRCC, nas obras da empresa A há evidências de que o PGRCC estava sendo implantado, uma vez que foi possível verificar caçambas coletoras para diferentes tipos de resíduos na obra, lixeiras seletoras no refeitório e preocupação em separar os resíduos. Nas obras da empresa B foram verificadas, também, evidências de que o PGRCC estava sendo implantado com presença de lixeiras seletoras, caçambas sinalizadas e resíduos segregados. Com relação à empresa C, existiam evidências de que o PGRCC estava sendo implantado apenas nas obras C1 e C2, não tendo sido verificadas nas obras C3 e C4. Para todas as demais empresas e obras, verificou-se que há evidências de implantação do PGRCC, devido à presença de lixeiras seletoras, contenedores identificados e sinalizados e resíduos segregados.

No que diz respeito ao atendimento das normas quanto ao acondicionamento inicial e final dos RCC, notou-se divergência entre as obras, sendo totalmente respeitado na obra A2,

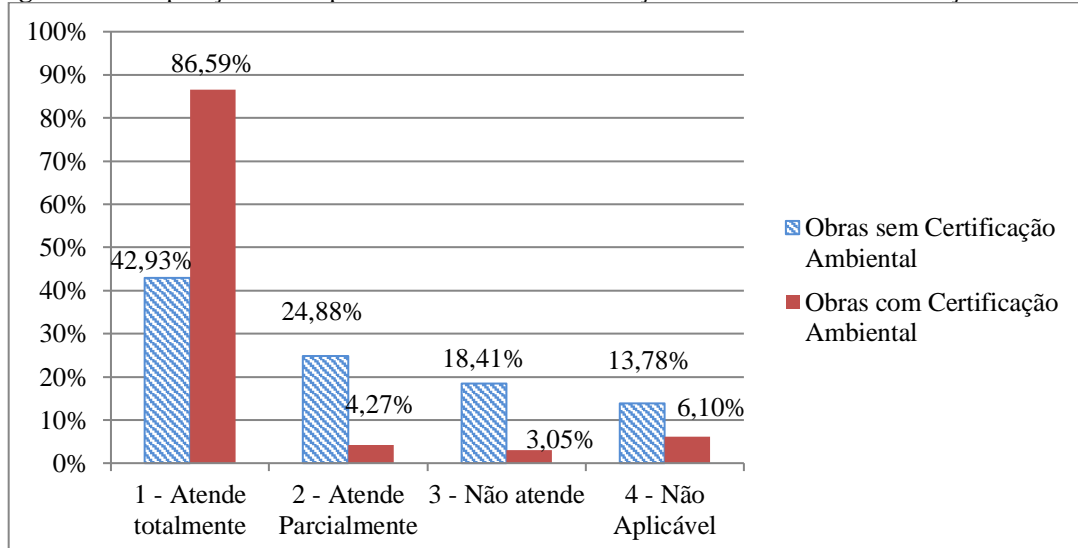
parcialmente respeitado na obra A1 e não executado na obra X. As obras B1, B2, D1, F1, G1, H1, I1, M1, O1, O2 e O3 estavam de acordo com o solicitado nas normas com relação ao acondicionamento inicial e final. Nas obras da empresa C, o acondicionamento inicial e final não estava satisfatório, pois faltavam identificações em alguns contenedores, ou pinturas das baias/contenedores, ou em alguns casos ambos os requisitos. Foi verificado que todas as obras na empresa E estavam de acordo com os requisitos normativos do acondicionamento inicial, porém ele não foi observado quanto ao acondicionamento final, visto que existiam materiais misturados e contenedores não identificados.

A obra J1 não estava de acordo com o que é solicitado nas normas, em relação aos acondicionamentos inicial e final, com falta de identificação dos contenedores. Os resíduos de classe D, no acondicionamento final, não estavam isolados, de forma a permitir o acesso de pessoas estranhas ao local; ademais, não havia uma base de concreto para impedir a lixiviação e percolação por substâncias para o solo e água. Não foi verificado atendimento ao disposto nas normas quanto aos acondicionamentos inicial e final na obra L1, com falta de identificação dos contenedores. Além disto, foram vistas algumas latas de tintas vazias descartadas pela obra (resíduos de classe D).

Quanto à destinação dos resíduos para locais licenciados, segundo a documentação apresentada, todas as obras visitadas destinavam os resíduos para locais licenciados.

No que se refere ao impacto das certificações ambientais no processo de conformidade técnica e legal, foi possível verificar que a parcela de obras que visam certificação ambiental ainda é pequena (17% das obras visitadas), sendo 100% destas com finalidade comercial. Na Figura 1 estão apresentados os resultados do estudo comparativo.

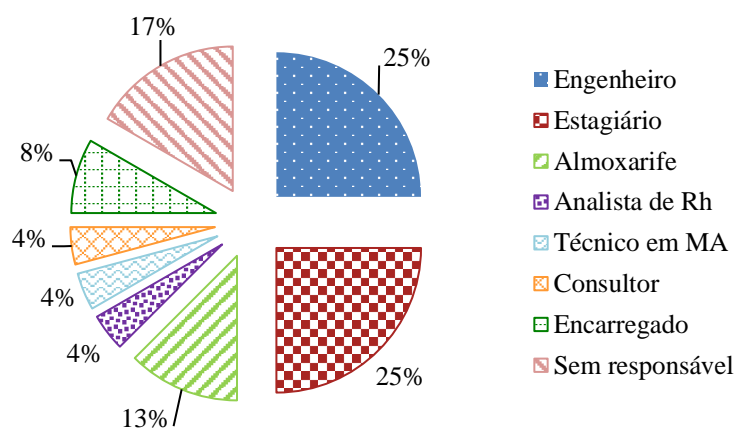
Figura 1 - Comparação das respostas de obras com certificação ambiental e sem certificação ambiental



Da análise da Figura 1, depreende-se que as obras com certificação ambiental apresentam maior índice de conformidade do que as obras sem certificação, o que é corroborado por Santos *et al.* (2014), de que há vantagens para as obras com a certificação ambiental quando comparadas as obras não certificadas, como por exemplo, redução na quantidade de resíduos gerados e no consumo de água e de energia.

Com relação ao quesito planejamento da obra, 17% não possuíam responsável pela gestão de resíduos; nas demais obras, essa gestão ficava a cargo do pessoal responsável pela gestão dos resíduos (Figura 2).

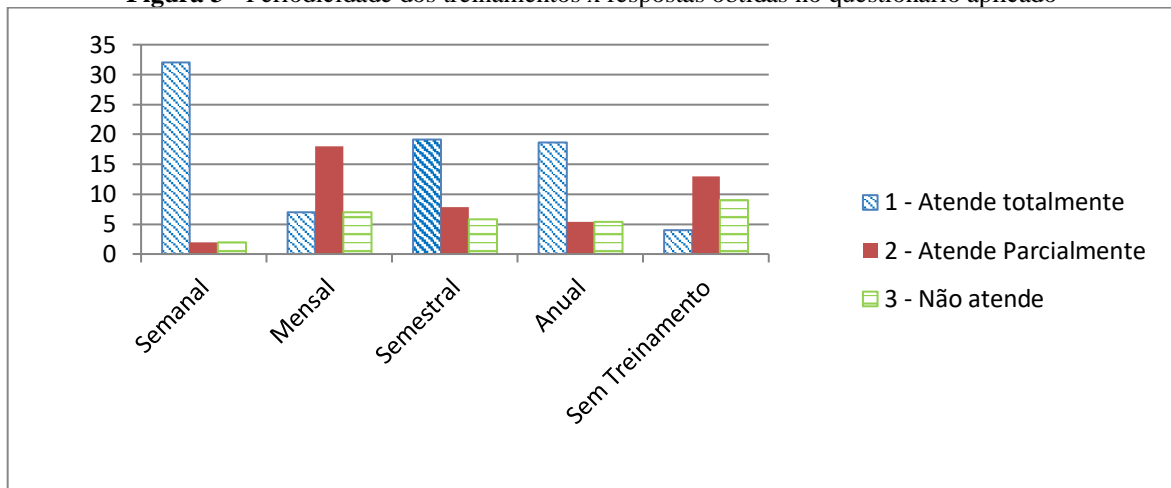
Figura 2 - Responsáveis pela gestão de resíduos nas obras



Das obras avaliadas, verifica-se responsabilidade de 25% do engenheiro, 25% do estagiário e 33% de analistas, almoxarife, mestre de obra, técnicos, dentre outras funções. Destes responsáveis pelo gerenciamento dos resíduos, verificou-se que 25% não tinham conhecimento algum a respeito sobre as resoluções do CONAMA acerca dos RCC, 35% tinham conhecimento do que se tratavam as resoluções e 45% tinham conhecimento total a respeito das três Resoluções do CONAMA. Destes 45% que tinham conhecimento das resoluções, aproximadamente 40% eram pessoas que cuidavam de obras que buscavam certificação ambiental.

No quesito documentação, todas as obras dispunham do PGRCC (Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil) e dos MTRs (Manifestos de Transporte de Resíduos), porém, diversas destes MTR's estavam preenchidos incorretamente. Na Figura 3, são apresentados resultados quanto à periodicidade dos treinamentos *versus* as respostas obtidas no questionário aplicado.

Figura 3 - Periodicidade dos treinamentos x respostas obtidas no questionário aplicado

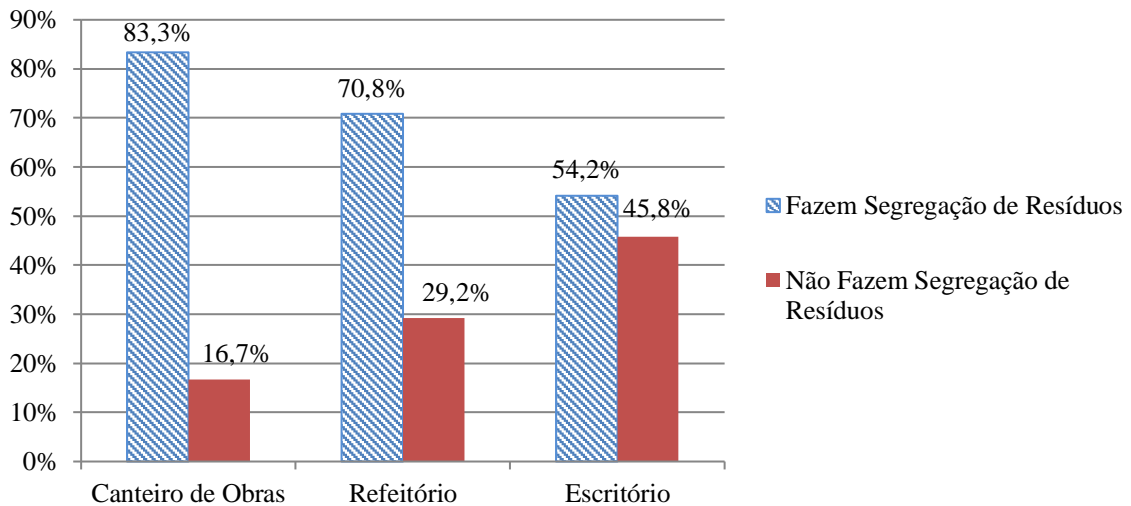


Fonte: elaborado pelos autores.

Com relação aos treinamentos (Figura 3), 17% não dão treinamento a respeito do ambiente (resíduos) e qualidade aos seus funcionários. Analisando-se a frequência dos treinamentos dados para os funcionários nas obras *versus* as respostas obtidas no questionário, observa-se que quanto maior a frequência do treinamento, maior a assertividade.

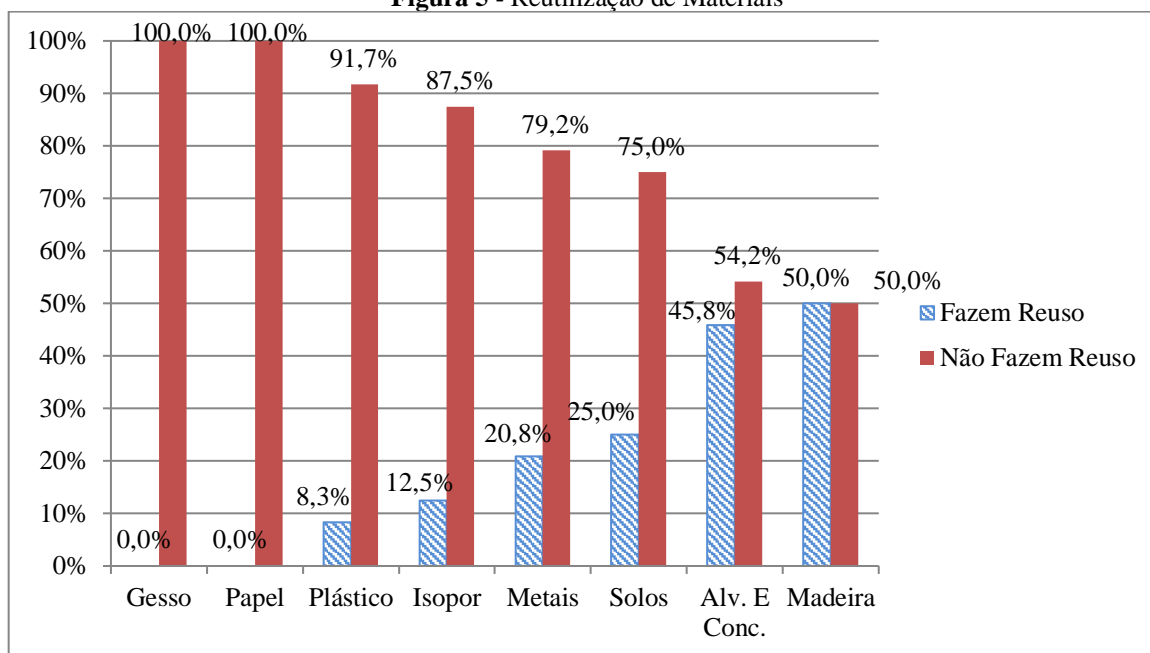
Na Figura 4, pode-se verificar a situação com relação à segregação dos resíduos na fonte, seja no próprio canteiro de obras ou nas áreas de vivência.

Figura 4 - Segregação de Resíduos na fonte



A maior porcentagem de segregação de resíduos foi verificada no canteiro com 83% das obras em conformidade. Nos escritórios, verificou-se que em 46% das obras não é feita a segregação, e que quando esta é feita, é utilizada apenas lixeira para papel, com mistura de diversas classes de resíduos. Na Figura 5, apresenta-se a porcentagem de reutilização de materiais e reciclagem dos materiais nos canteiros de obra.

Figura 5 - Reutilização de Materiais

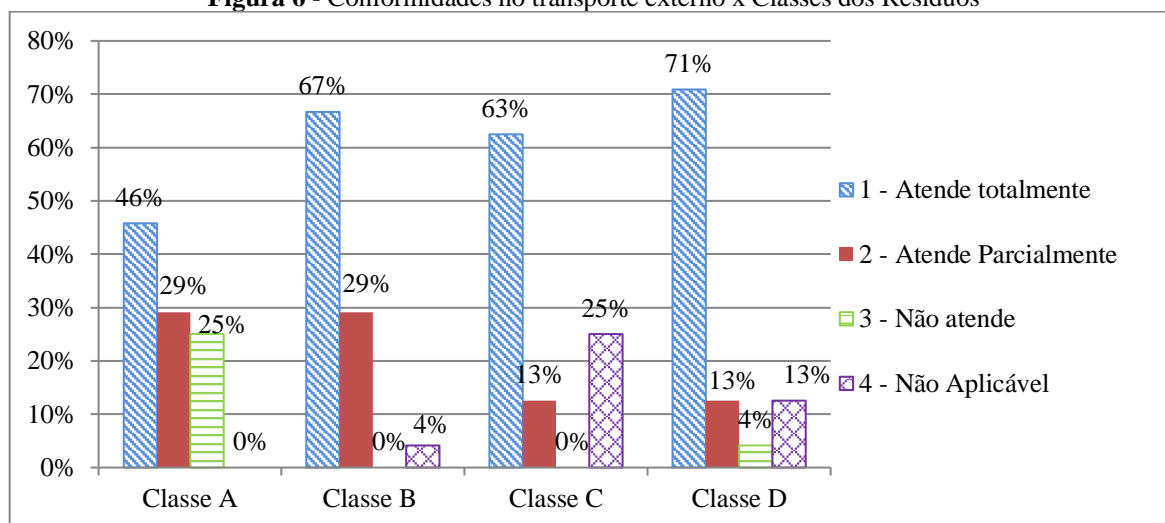


Em relação à reutilização e reciclagem de materiais no canteiro de obras, nota-se que estas ainda são insuficientes, uma vez que pouco se reutiliza (Figura 5) e nada é reciclado. A madeira, reutilizada em 50% das obras, é usada para fôrmas, escoramentos, equipamentos e materiais de segurança, como guarda corpo e corrimão. Os solos são reutilizados em 25% das obras para execução de aterros. Os plásticos foram citados na reutilização em telas de segurança, porém em menos de 10% das obras visitadas. A reutilização dos metais é feita na incorporação do lastro do subsolo e a do isopor na incorporação do contrapiso para economia de concreto.

No que diz respeito ao transporte de resíduos dentro da obra, não foram observados problemas. Os resíduos das classes A, B, C e D estavam sendo transportados em carrinhos ou giricas para deslocamento horizontal. Já para o transporte vertical, observou-se o uso do elevador de carga ou grua. Em algumas obras, utilizou-se, também, o duto vertical para transporte das caliças.

Com relação ao transporte externo, os resultados obtidos no questionário aplicado podem ser observados na Figura 6.

Figura 6 - Conformidades no transporte externo x Classes dos Resíduos



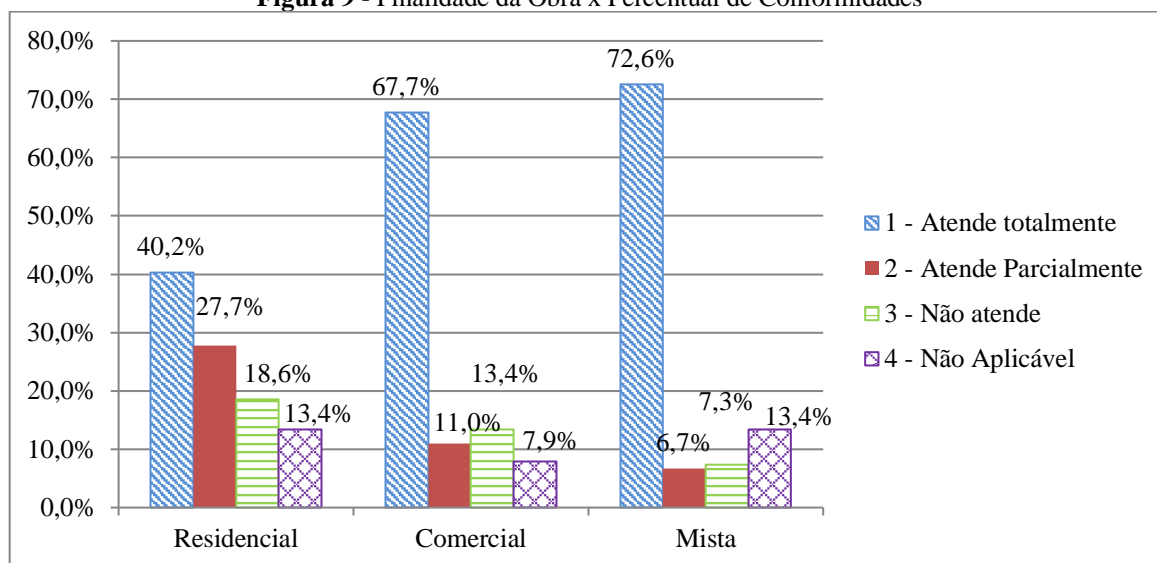
Conforme Figura 6, verifica-se que há necessidade de melhorias, uma vez que para os resíduos de classe A (Resolução Conama nº 307/02) tem-se aproximadamente 25% de não conformidade. Esta não conformidade decorre principalmente do descumprimento do quesito transporte de solo, que ocorre em caminhão basculante descoberto.

Deve-se conscientizar os trabalhadores para a importância de se manter sempre o caminhão coberto durante o transporte, para evitar que os resíduos sejam lançados em vias públicas — causando sujeiras e possíveis acidentes. Esta conscientização pode ser feita por meio de treinamentos mais frequentes, *feedback* semanais do gerenciamento de resíduos pelos funcionários na obra e cartazes educativos. Além da conscientização, poder-se-ia instituir o pagamento de multas punitivas.

Verificou-se que quanto mais tempo de mercado da construtora, maior é a assertividade no que diz respeito às questões relacionadas ao gerenciamento de resíduos. Foram elaboradas faixas a partir da data de fundação da empresa, sendo de: 10 a 19 anos; 20 a 29 anos; 30 a 39 anos; 50 a 59 anos e com mais de 100 anos no mercado. Foi verificada conformidade das empresas de aproximadamente 30% na faixa de 10 a 19 anos; 55% na faixa de 20 a 29 anos; 70% na faixa de 30 a 39 anos e de 50 a 59 anos. A categoria com mais de 100 anos foi excluída da análise, uma vez que é representada por apenas duas construtoras, o que não torna a categoria significativa para esta análise.

Na Figura 7, apresenta-se a finalidade das obras *versus* o percentual de conformidades obtidas no questionário aplicado.

Figura 9 - Finalidade da Obra x Percentual de Conformidades



Fonte: elaborado pelos autores.

Da análise da Figura 7, verifica-se aproximadamente 70% de conformidade nas obras comerciais e mistas de acordo com a finalidade da obra. Atribui-se isto ao fato de que obras comerciais e mistas costumam ser entregues com menos acabamentos, menor grau de personalização por parte de clientes, com menores chances de erros e conseqüentemente menos retrabalhos.

4 Conclusões

A partir de uma amostra de 24 obras, investigou-se a conformidade técnica e legal de sistemas de gerenciamento de resíduos de construção civil na cidade de Curitiba. Concluiu-se que não há padronização com relação à gestão de resíduos nas obras, nem mesmo em obras de uma mesma construtora. Diferenças em ações como acondicionamento dos resíduos, periodicidade dos treinamentos, conhecimentos das normas, transporte interno e externo, puderam ser verificadas. Dos tópicos da norma, questões referentes à documentação, reutilização e reciclagem, acondicionamento inicial, transporte interno, acondicionamento final, transporte externo e destinação final, não foram totalmente cumpridos nas obras.

Observou-se que não há relação entre o porte de obra e o percentual de conformidades. Em contrapartida, pode-se dizer que há relação dos anos de mercado de uma construtora *versus* o percentual de conformidades, quanto maior o tempo de mercado da construtora possui, menor o percentual de não conformidades. Pode-se verificar, também, maior assertividade na gestão de resíduos em obras comerciais e mistas, quando comparadas a obras residenciais.

Mesmo a gestão de resíduos sendo obrigatória e limitante para obtenção dos certificados de conclusão de obra, através deste diagnóstico foi possível verificar que há falta de conscientização dos funcionários e que a aparente conformidade documental não se traduz em efetivo gerenciamento dos resíduos de construção civil nas obras do município de Curitiba.

Referências

- DIAS, M. F. **Modelo para estimar a geração de resíduos na produção de obras residenciais verticais**. 2013. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2013.
- GAEDE, L. P. F. **Gestão dos resíduos da construção civil no município de Vitória – ES e normas existentes**. 2008. 74 f. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia, UFMG, Belo Horizonte, 2008.
- GIUSTI, L. A review of waste management practices and their impact on human health. **Waste Management**, v.29, n. 8, p. 2227-2239, 2009.
- JAILLON, L.; POON, C. S. Life cycle design and prefabrication in buildings. A review and case studies in Hong Kong. **Automation in construction**, v. 39, n. 1, p. 195-202, 2013.
- KOFOWOROLA, O. F.; GHEEWALA, S. H. Estimation of construction waste generation and management in Thailand. **Waste Management**, v. 29, n. 2, p. 731-738, 2008.
- MALIA, M.; BRITO, J.; PINHEIRO, M. D.; BRAVO, M. Construction and demolition waste indicators. **Waste Management & Research**, v. 31, n.3, p. 241-255, 2013.
- MARZOUK, M.; AZAB, S. Environmental and economic impact assessment of construction and demolition waste disposal using system dynamics. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 82, p. 41-49, 2014.
- NAGALLI, A.; BERTOL, A. C.; RAFFLER, A.; SANTOS, J. P. Analysis of between works characteristics and construction waste generation. *In: INTERNATIONAL WASTE MANAGEMENT AND LANDFILL SYMPOSIUM*, 14, 2013, Santa Margherita di Pula. **Anais [...]**. Santa Margherita di Pula: International Waste Working Group, 2013.
- SANTOS, A. N.; FERREIRA, S. R. M.; OLIVEIRA, J. R. Diagnóstico da Situação dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD) no Município de Petrolina (PE). *In: SEMINÁRIO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL*, 9, 2009, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: IBRACON, 2009.
- SHEN, L. Y.; HAO, J. L.; TAM, V. W. Y.; YAO, H. A checklist for assessing sustainable performance of construction projects. **Journal of Civil Engineering and Management**, v. 13, n. 4, p. 273–281, 2007.

TOZZI, R. F.; BRAGA, M. C. B. Caracterização, avaliação e gerenciamento da geração de resíduos da construção civil (RCC) em duas obras no município de Curitiba, Brasil. **Engenharia e Construção**, v. 10, p. 35-40, 2007.

YEHEYIS, M.; HEWAGE, K.; ALAM, M.S.; ESKICIOGLU, C.; SADIQ, R. An overview of construction and demolition waste management in Canada: a lifecycle analysis approach to sustainability. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 15, n. 1, p.81-91, 2013.

YIN, R.K. **Estudo de Caso**: planejamento e métodos. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

YUAN, H.; SHEN, L. Trend of the research on construction and demolition waste management. **Waste Management**, v.31, n. 4, p. 670–679, 2011.

ZAMORANO, M.; GRINDLAY, A.; MOLERO, E.; RODRIGUES, M. I. Diagnosis and proposals for waste management in industrial areas in the service sector: case study in the metropolitan area of Granada (Spain). **Journal of Cleaner Production**, v.19, n. 17-18, p.1946–1955, 2011.

Apêndice A

Perguntas do Questionário *versus* Origem e Classificação

Item	Pergunta	Classificação	Origem
1	A obra visa atingir algum tipo de Certificação Ambiental?	Certificação	Autoria Própria
2	Se sim, qual Certificação Ambiental?	Certificação	Autoria Própria
3	Existe uma pessoa responsável pela gestão de resíduos dentro da obra?	Planejamento da Obra	AQUA, CASBEE, LEED, SELO AZUL, BREEAM, Decreto N° 1068
4	Se sim, qual a função dessa pessoa responsável?	Planejamento da Obra	Autoria Própria
5	A pessoa responsável pela gestão dos resíduos da obra tem conhecimento das Resoluções CONAMA?	Planejamento da Obra	Autoria Própria
6	Os funcionários receberam treinamento de qualidade/meio ambiente?	Treinamentos	AQUA, CASBEE, LEED, SELO AZUL, BREEAM, Decreto N° 1068
7	Com qual a periodicidade esses treinamentos são dados?	Treinamentos	AQUA, CASBEE, LEED, SELO AZUL, BREEAM, Decreto N° 1068
8	Há evidências de que o processo de gerenciamento de resíduos foi planejado anteriormente a obra, tal como a existência de um PGRCC?	Documentação	AQUA, CASBEE, LEED, SELO AZUL, BREEAM, Decreto N° 1068
9	Há evidências de que o PGRCC foi implantado?	Documentação	Decreto N° 1068
10	Possui registro de controle de transporte de resíduos da obra?	Documentação	Decreto N° 609
11	Os controles de transporte de resíduos da obra estão preenchidos corretamente? Constando informações como nome e cpf e/ou razão social e inscrição municipal do transportador, nome e CPF e/ou razão social e CNPJ do gerador, endereço de destino e de geração, o volume e a classe do resíduo transportado e as assinaturas do gerador, transportador e do local da destinação.	Documentação	Decreto N° 609
12	Há evidências de que sejam empregados procedimentos e diretrizes para a gestão de resíduos (Políticas internas, treinamentos, controles)?	Documentação	CONAMA n° 307/02, AQUA, CASBEE, LEED, SELO AZUL, BREEAM, Decreto N° 1068
13	Há evidências de que sejam empregadas diretrizes para a redução dos impactos gerados pelos resíduos oriundo da construção civil, como por exemplo o reaproveitamento de resíduos?	Documentação	AQUA, BREEAM, CASBEE, Decreto N° 1068
14	Há evidências de que o objetivo prioritário da obra seja a não geração de resíduos?	Documentação	Decreto N° 1068, AQUA
15	Há práticas de segregação de resíduos na fonte?	Segregação	CONAMA n° 307/02
16	Como a obra faz a segregação de resíduos no canteiro de obras?	Segregação	CONAMA n° 307/02
17	Como a obra faz a segregação dos resíduos nas áreas de vivência?	Segregação	CONAMA n° 307/02

18	Foi evidenciado que a obra possui todos os contenedores de resíduos devidamente identificadas?	Segregação	CONAMA nº 307/02,
19	Foi evidenciado que a obra possui todos os contenedores de resíduos com a cor x tipo de resíduos corretas, conforme é especificado na resolução CONAMA nº 275/01?	Segregação	CONAMA nº 275/01
20	Em um mesmo contenedor de resíduos, existem diferentes classes de resíduos inviabilizando o reaproveitamento futuro?	Segregação	CONAMA nº 307/02, Decreto Nº 1068
21	Os resíduos de Classe A estão acondicionados inicialmente em pilhas formadas próximas aos locais de geração, nos respectivos pavimentos?	Acondicionamento Inicial	CONAMA nº 307/02, PINTO et al. (2005)
22	Os resíduos de Classe B estão acondicionados inicialmente em bombonas, devidamente identificadas e forradas por saco de rafia próximos ao local de geração?	Acondicionamento Inicial	CONAMA nº 307/02, PINTO et al. (2005)
23	Os resíduos de Classe C estão acondicionados inicialmente em pilhas formadas próximas aos locais de geração dos resíduos, nos respectivos pavimentos?	Acondicionamento Inicial	CONAMA nº 307/02, PINTO et al. (2005)
24	Os resíduos de Classe D estão sendo levados diretamente para o acondicionamento final?	Acondicionamento Inicial	CONAMA nº 307/02, NBR 12235/92, PINTO et al. (2005)
25	Os resíduos de Classe A são transportados, dentro da obra, em carrinhos ou giricas para deslocamento horizontal e elevador de carga ou grua para transporte vertical?	Transporte interno	CONAMA nº 307/02, PINTO et al. (2005)
26	Os resíduos de Classe B são transportados, dentro da obra, contidos em sacos, bags ou em fardos com o auxílio de elevador de carga ou grua, quando necessário?	Transporte interno	CONAMA nº 307/02, PINTO et al. (2005)
27	Os resíduos de Classe C são transportados, dentro da obra, em carrinhos ou giricas para deslocamento horizontal e elevador de carga ou grua para transporte vertical?	Transporte interno	CONAMA nº 307/02, PINTO et al. (2005)
28	Os resíduos de classe A estão acondicionados em caçambas estacionárias ou baias devidamente identificados?	Acondicionamento Final	CONAMA nº 307/02, NBR 11174/90, PINTO et al. (2005)
29	Os resíduos de classe B estão acondicionados de forma correta?	Acondicionamento Final	CONAMA nº 307/02, NBR 11174/90, PINTO et al. (2005)
30	Os resíduos de classe C estão acondicionados em caçambas estacionárias ou baias, ambas devidamente identificados?	Acondicionamento Final	CONAMA nº 307/02, NBR 11174/90, PINTO et al. (2005)
31	Os resíduos de classe D estão acondicionados em contêineres e ou tambores devidamente sinalizados, em área cobertas, bem ventiladas e com os recipientes colocados sobre uma base de concreto para impedir a lixiviação e a percolação de substâncias para o solo e água?	Acondicionamento Final	CONAMA nº 307/02, NBR 12235/92, PINTO et al. (2005)
32	Há evidências de que para a escolha do local de armazenamento dos materiais de Classe D o perigo de contaminação foi minimizado? Há existência de um sistema de isolamento que impeça o acesso de pessoas estranhas e há sinalização de segurança que identifica a instalação?	Reutilização e Reciclagem	CONAMA nº 307/02, NBR 12235/92, PINTO et al. (2005)
33	Há reutilização dos materiais dentro da obra?	Reutilização e Reciclagem	CONAMA nº 307/02, BREEAM, LEED, CASBEE

Conformidade de sistemas de gerenciamento de resíduos da construção civil

34	Quais materiais são reutilizados?	Reutilização e Reciclagem	BREEAM, LEED, CASBEE
35	Em que proporção esses materiais são reutilizados, com relação a previsão de volume total de resíduos gerados?	Reutilização e Reciclagem	BREEAM, LEED, CASBEE
36	Há reciclagem dos materiais dentro da obra?	Reutilização e Reciclagem	CONAMA nº 307/02, BREEAM, LEED, CASBEE
37	Quais materiais são reciclados?	Reutilização e Reciclagem	BREEAM, LEED, CASBEE
38	Em que proporção esses materiais são reciclados?	Reutilização e Reciclagem	BREEAM, LEED, CASBEE
39	Os resíduos de Classe A estão sendo transportados em caminhão com equipamento poliguindaste ou caminhão com caçamba basculante, sempre coberto com lona?	Transporte externo	CONAMA nº 307/02, NBR 13221/07, PINTO et al. (2005)
40	Os resíduos de Classe B estão sendo transportados em caminhão ou outro veículo de carga, desde que os bags sejam retirados fechados para impedir mistura com outros resíduos na carroceria e dispersão durante o transporte?	Transporte externo	CONAMA nº 307/02, NBR 13221/07, PINTO et al. (2005)
41	Os resíduos de Classe C estão sendo transportados em caminhão com equipamento poliguindaste ou caminhão com caçamba basculante, sempre coberto com lona?	Transporte externo	CONAMA nº 307/02, NBR 13221/07, PINTO et al. (2005)
42	Os resíduos de Classe D estão sendo transportados em caminhão ou outro veículo de carga, sempre cobertos?	Transporte externo	CONAMA nº 307/02, NBR 13221/07, PINTO et al. (2005)
43	Há evidências de que os resíduos estão sendo dispostos em áreas de aterros não licenciados, áreas protegidas por lei, encostas e corpos d'água?	Destinação Final	CONAMA nº 307/02, PINTO et al. (2005)
44	Os resíduos de Classe A estão sendo encaminhados para áreas de transbordo e triagem, áreas de reciclagem ou aterros de resíduos da construção civil licenciadas pelos órgãos competentes, sendo dispostos de modo a permitir sua utilização ou reciclagem futura?	Destinação Final	CONAMA nº 307/02, PINTO et al. (2005)
45	Os resíduos Classe B estão sendo encaminhados para Empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam estes resíduos?	Destinação Final	CONAMA nº 307/02, PINTO et al. (2005)
46	Os resíduos Classe C estão sendo encaminhados para a indústria do fabricante para possível reaproveitamento ou para empresas de reciclagem?	Destinação Final	CONAMA nº 307/02, PINTO et al. (2005)
47	Os resíduos Classe D estão sendo encaminhados para aterros licenciados para recepção de resíduos perigosos?	Destinação Final	CONAMA nº 307/02, PINTO et al. (2005)