

## **Análise do gerenciamento de resíduos da construção civil: Um estudo de caso em Belém do Pará**

### *Analysis of construction waste management: A case study in Belém do Pará*

**Ádria Rafaella Modesto Reis, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará**

adriarafaella@gmail.com

**Samuel Oliveira de Queiroz, Grupo de Pesquisa em Materiais de Construção, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará**

samuelloliver1010@gmail.com

**Luciana de Nazaré Pinheiro Cordeiro, Grupo de Pesquisa em Materiais de Construção, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará**

lupcordeiroo@gmail.com

**Mariana Domingues von Paumgarten, Grupo de Pesquisa em Materiais de Construção, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará**

marianadvp@ufpa.br

### **Resumo**

O presente artigo objetivou avaliar os indicadores de gerenciamento de resíduos da construção civil na cidade de Belém do Pará e, assim, compará-los com os coeficientes obtidos na literatura. A metodologia da pesquisa deu-se através da aplicação de um questionário em obras vistoriadas na capital paraense, onde obteve-se informações referentes ao gerenciamento e o volume dos resíduos produzidos. Os resultados obtidos apresentaram-se inferiores aos que foram identificados na literatura, concluindo-se que, possivelmente, a cidade de Belém não avançou nas obrigações das legislações que se referem ao gerenciamento adequado dos resíduos de construção.

**Palavras-chave:** Resíduos da construção civil; Gerenciamento de resíduos; Indicadores.

### **Abstract**

*This article aimed to evaluate construction waste management indicators in the city of Belém do Pará and, thus, compare them with the coefficients obtained in the literature. The research methodology was carried out through the application of a questionnaire in inspected works in the capital of Pará, where information regarding the management and volume of waste produced was obtained. The results obtained were lower than those identified in the literature, concluding that, possibly, the city of Belém did not advance in the mandatory legislation that refers to the adequate management of construction waste.*

**Keywords:** Construction waste; Waste management; Indicator.

## 1. Introdução

Os Resíduos de Construção Civil (RCC) e os Resíduos de Construção e Demolição (RCD) são suscitados nas atividades de construção, reforma ou demolição e compostos por um conjunto de materiais, tais quais: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, madeiras e compensados, argamassa, gesso, entre outros (CONAMA, 2002). Segundo a NBR 15114 (ABNT, 2004), resíduos de construções são classificados como Classe A, sendo estes provenientes de:

- a) construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplenagem;
- b) construção, demolição, reforma e reparos de edificações (componentes cerâmicos, tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, entre outros), argamassa e concreto;
- c) processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto, produzidos em canteiros de obras.

Desde 2002, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) orientava o gerenciamento adequado dos RCC e RCD, através da reciclagem e reutilização. Além disso, o CONAMA estabeleceu procedimentos, diretrizes e critérios para a geração destes resíduos, buscando assim, nortear as tratativas para que fossem minimizados os impactos ambientais negativos. Desse modo, o órgão exigiu uma reorganização da sociedade, no que diz respeito ao descarte de RCC e RCD.

No entanto, a partir da Lei 12305 (Brasil, 2010) tornou-se obrigatório o adequado gerenciamento dos RCC e RCD. Sendo assim, tanto o poder público quanto as empresas de construção, tornaram-se responsáveis por desenvolver posturas sustentáveis no tratamento de seus resíduos. Desse modo, as empresas privadas de construção, que são amplas fomentadoras de resíduos, devem desenvolver planos exclusivos para o tratamento adequado dos entulhos de construção e demolição. Enquanto isso, o poder público deve apresentar uma rede de coleta e destinação ambientalmente correta para os pequenos geradores, responsáveis por reformas e autoconstruções, e, incapazes de aplicar o autogerenciamento (Angulo et al., 2011). Sendo assim, o tratamento de resíduos alcançou dimensões políticas, ambientais, econômicas, culturais, sociais, e, além disso, sinalizou a adoção, por parte do governo, de uma perspectiva de gerenciamento integrado e participativo (Oliveira, 2012).

A concepção da Política Nacional de Resíduos Sólidos é a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento destes resíduos, assim como, a destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos – resíduos sólidos que não podem mais ser reaproveitados. Desse modo, o grande objetivo dessa política é a proteção da saúde pública e a qualidade ambiental.

Países da Europa e Japão são exemplos de reconsolidação através do reaproveitamento de RCC. Além da escassez de materiais, que é um fator que obriga estes países a reutilizarem resíduos, há o fator do pós-guerra, que fez com que países europeus reutilizassem destroços de suas edificações para se reerguerem, assim como, as catástrofes naturais, que fazem com que o Japão ressurgja também reaproveitando resíduos (Pereira e Vieira, 2013). No Brasil, cidades como Belo Horizonte, Rio de Janeiro, São Paulo, Goiânia, Uberlândia, Salvador e Brasília, realizaram experiências em pavimentação com RCC, chegando à conclusão de que estes reaproveitamentos apresentam condições favoráveis desde que sejam adequadamente reciclados (Pereira e Vieira, 2013).

No município de Belém do Pará, em consonância com a Lei 12305 (Brasil, 2010), existe a Lei Municipal 8899 (Belém, 2011), sendo a responsável por reger a Política de Resíduos Sólidos na capital do estado do Pará. Esta define que os geradores de resíduos devem obedecer aos princípios e diretrizes do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) para um adequado tratamento destes resíduos. Portanto, segundo a Lei Municipal 8899 (Belém, 2011), o PGRS busca minimizar a geração de resíduos, adequar a segregação, controlar e reduzir riscos ao meio ambiente e assegurar o correto manuseio e disposição final.

Entretanto, apesar das iniciativas de reuso serem levantadas no Brasil, a situação ainda é insatisfatória, pois não há atuação das políticas públicas para uma melhor fiscalização dos empreendimentos, assim como, na educação das empresas quanto ao importante exercício do gerenciamento adequado de resíduos. Segundo Nascimento (2016), é possível notar que, em virtude da insuficiente fiscalização dos órgãos ambientais competentes, junto às empresas de construção civil, a quantificação e gerenciamento de resíduos de construção civil são precários no Brasil.

Além disso, segundo Nascimento (2016), o RCC é um notável problema nos municípios brasileiros, pois a deposição aleatória destes entulhos pode acarretar problemas de nocividade ao meio ambiente, à saúde pública e na poluição visual. Contudo, pode-se afirmar que o cumprimento da legislação acarretaria grandes benefícios às construtoras, à sociedade em geral, assim como, ao meio ambiente. O bom gerenciamento e o tratamento dos resíduos de construção alavancariam o desenvolvimento urbano, poupando o meio ambiente de muitos impactos ambientais negativos oriundos do grande volume de entulhos nas cidades e o despejo irregular destes. Além disso, geraria economia para as empresas, através de um sistema eficaz de seleção e reaproveitamento de resíduos.

Neste contexto, o presente estudo objetiva avaliar os índices de gerenciamento de resíduos da construção civil nas obras de Belém do Pará. Posteriormente, com a obtenção destes coeficientes, será possível compara-los com os dispostos na literatura.

## 2. Procedimentos metodológicos

Na primeira etapa deste trabalho, realizou-se o levantamento bibliográfico das informações relacionadas ao gerenciamento e quantificação de RCC. Sendo que, a partir disso, tornou-se possível estabelecer parâmetros de referências dos índices de geração de resíduos.

Na segunda etapa, ocorrida entre os anos de 2015 e 2016, aplicou-se uma pesquisa de campo em obras da Região Metropolitana de Belém (RMB). Nesta fase, fez-se uso do questionário (Tabela 1) proposto por Nascimento (2016), com perguntas referentes ao tipo de obra, volume de resíduos gerados, área, custo com resíduos e organização gerencial do canteiro de obras. Vale salientar que, somente três, das dez empresas convidadas a participar da pesquisa, aceitaram responder o questionário e permitiram a vistoria, desse modo, o estudo limitou-se a quatro prédios residenciais de padrões popular e médio.

**Tabela 1:** Questionário de entrevistas aos gestores de obras.

<b>Dados do empreendimento</b>
Qual o nome do empreendimento?
Em qual classificação esse empreendimento pode ser enquadrado?
Qual a quantidade de pavimentos do empreendimento?
Qual a quantidade de pavimentos tipo do empreendimento?
Qual a área construída do pavimento tipo?
Qual a área construída total do empreendimento?
Em qual padrão construtivo o empreendimento se enquadra?
<b>Dados de gerenciamento de resíduos</b>
Qual o volume total de resíduos gerados?
Quanto a empresa coletora de resíduos cobra por container coletado?
Qual o volume do container?
Qual o prazo total da obra?
Ocorre separação dos resíduos por classificação?
Qual o volume produzido por classificação de resíduos?
A obra possui sistema de seleção e reaproveitamento de resíduos?
<b>Dados da Produção</b>
Qual o sistema construtivo adotado?
Qual o nível de organização do canteiro de obras?
Contato do entrevistado.

Fonte: Nascimento (2016).

Na terceira etapa, os dados coletados nas visitas técnicas foram tabulados e analisados de forma a auxiliar na avaliação dos indicadores de resíduos. É importante salientar que as obras estavam em etapas construtivas distintas, por conta disso, realizou-se a análise das obras de forma individual. Desse modo, calculou-se o Índice de Geração de Resíduos (IGR) através da equação (1) proposta por Picchi (1993).

$$IGR (m^3/m^2) = \frac{\text{Volume de resíduos gerados } (m^3)}{\text{Área total construída } (m^2)} \quad (1)$$

Por fim, na etapa quatro, realizou-se a análise e discussão dos resultados. Desse modo, tornou-se possível analisar os indicadores de gerenciamento de resíduos nas obras avaliadas.

### 3. Análise dos resultados

Na Tabela 2, estão dispostas as informações gerais dos empreendimentos. Destaca-se que, nas obras analisadas, observou-se o sistema construtivo intermediário em comum, dentre os quais pode-se destacar: elementos pré-moldados, corte e dobra de aço industrializado, argamassas industrializadas, execução de alvenaria e alguns equipamentos de transportes horizontal e vertical.

**Tabela 2:** Informações gerais dos empreendimentos.

Obra	Área total construída (m <sup>2</sup> )	Reaproveitamento de resíduos	Separação de resíduos por tipo
01	3.8745,22	Sim	Não
02	36.014,87	Não	Não
03	13.192,25	Não	Não
04	9.862,08	Não	Não

Fonte: elaborado pelos autores.

### 3.1. Análise do gerenciamento dos resíduos gerados pelos empreendimentos

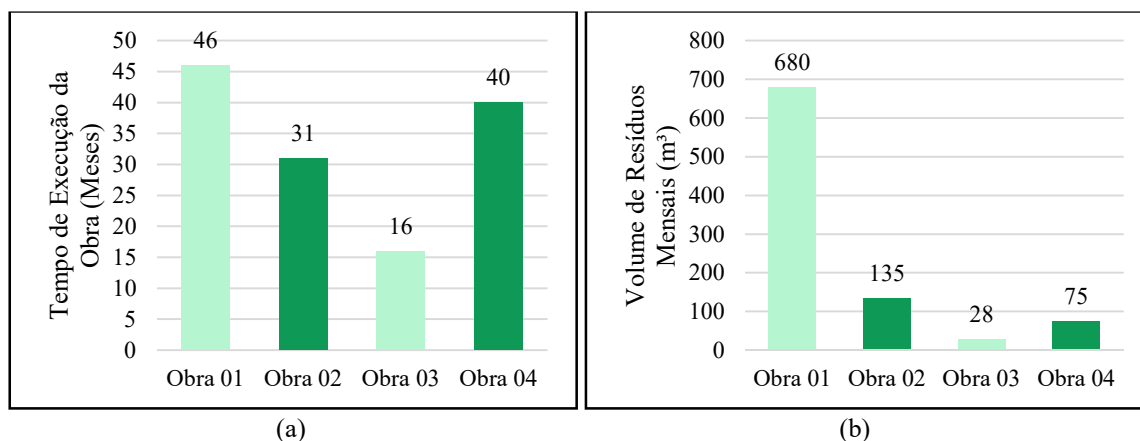
A partir dos resultados obtidos nos questionários e na avaliação das obras nas vistorias, tornou-se possível realizar uma análise individual de cada empreendimento. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3:** Análise individual dos empreendimentos.

Obra	Data da visita	Descrição da obra	Tempo de obra (meses)	Vol. de resíduo mensal (m <sup>3</sup> )	Custo com descarte de resíduos mensal (R\$)
01	dez/15	Residencial, padrão popular, 6 torres de 10 pav.	46	680,00	24480,00
02	jan/16	Residencial, padrão médio, 5 torres de 13 pav.	31	135,00	5400,00
03	fev/16	Residencial, padrão médio, 1 torre de 24 pav.	16	28,00	880,00
04	fev/16	Residencial, padrão médio, 1 torre de 23 pav.	40	75,00	2400,00

Fonte: elaborado pelos autores.

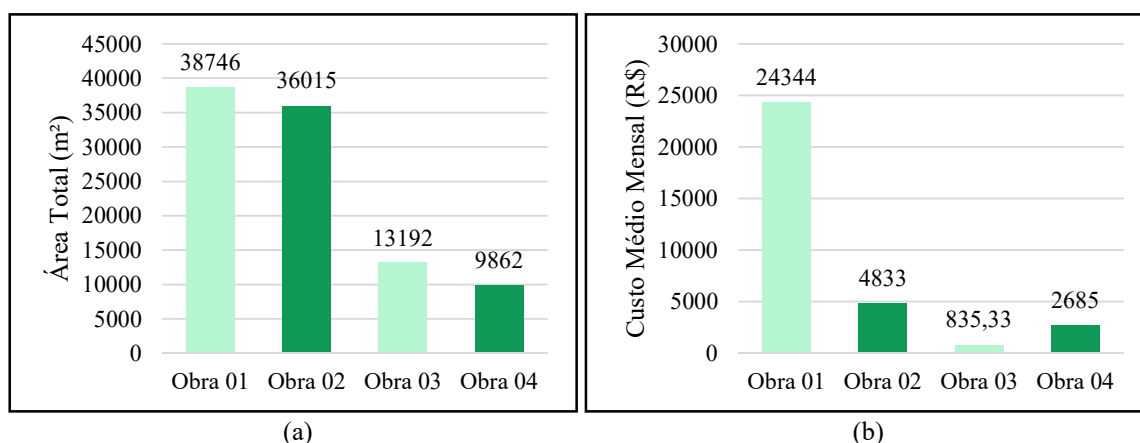
Na Figura 01, estão dispostos o gráfico do tempo de execução estimada de cada obra [Figura 01(a)] e o gráfico da estimativa mensal do volume de resíduos gerados nas edificações vistoriadas [Figura 01(a)]. É importante evidenciar que, a discrepância dos resultados entre as obras, dar-se-á devido alguns aspectos construtivos, dentre eles, destaca-se: áreas construídas totais distintas, fases construtivas diferentes, falta de precisão nas respostas fornecidas pelos gestores, que, na maioria das vezes, possuíam um conhecimento limitado sobre a quantificação real dos resíduos gerados. De maneira geral, a Figura 01(a) mostra que, quanto mais próximo da conclusão do edifício, maior o consumo de resíduos gerados.



**Figura 01:** (a) Duração da execução da obra até o momento da pesquisa; (b) Volume médio de resíduos gerados mensalmente. Fonte: elaborado pelos autores.

É importante destacar que, a Obra 01, apresenta o maior volume de resíduos devido a sua área construída ser superior as demais, conforme apresentado na Figura 02(a). Além disso, na Obra 01, as torres foram construídas de forma simultânea e, conseqüentemente, gerando um maior volume de resíduos. Entretanto, a Obra 02, apesar da área construída ser aproximada à da Obra 01, o volume de resíduos mensais é inferior; tal divergência dar-se-á devido os blocos da Obra 02 serem construídos em tempos distintos, gerando um volume de resíduos inferior.

Como esperado, é possível observar que, em grande parte das obras avaliadas, o custo mensal é proporcional ao volume de resíduos, assim como, o volume de resíduos é proporcional à área construída. Entretanto, a Obra 03 possui área construída superior em relação a Obra 04 e, mesmo assim, a Obra 04 possui um custo médio mensal superior ao da Obra 03. Desse modo, confirma-se a constatação feita por Cruz e Cruz (2009) de que as fases finais são as mais geradoras de resíduos.



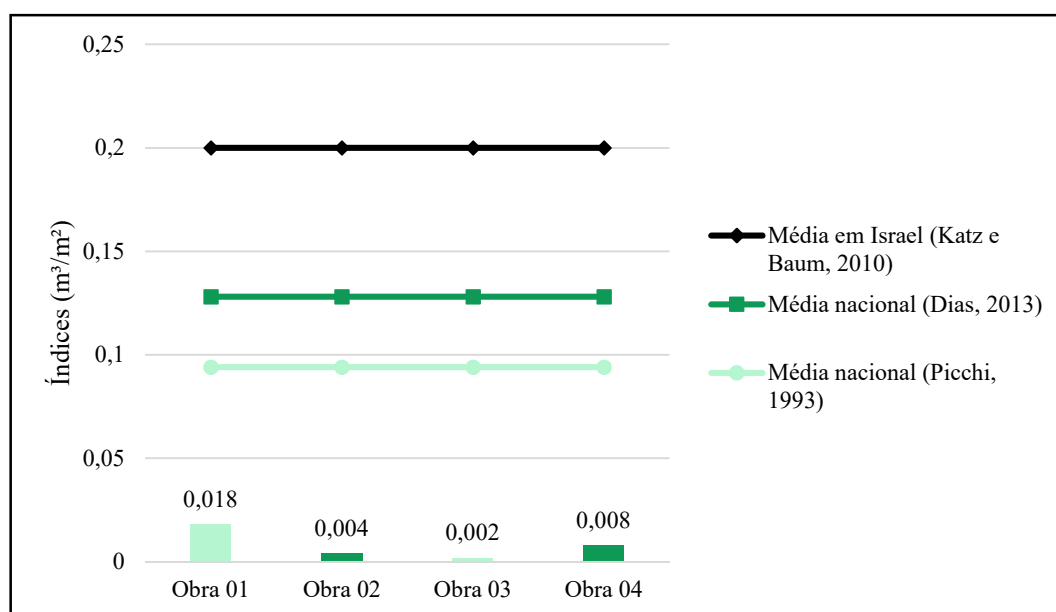
**Figura 02:** (a) Área total construída; (b) Custo com condicionamento e transporte de resíduos. Fonte: elaborado pelos autores.

Salienta-se ainda que o custo com transportes de containers também é diferenciado em cada uma das obras. Tendo em vista que, cada obra, terceiriza o serviço com uma empresa específica e os valores de transportes de containers, assim como, o volume máximo que cada container suporta variam em cada empreendimento. Por este motivo, adotou-se neste trabalho um valor médio aritmético de R\$ 35,80 por metro cúbico, para determinar o custo médio mensal da Figura 02(b).

### 3.2. Índice de produção de resíduos

Tendo em vista os dados obtidos, pôde-se realizar uma média mensal dos resíduos gerados, para assim, serem analisados e comparados com os valores obtidos na literatura. Desse modo, através do IGR que relaciona o volume total de resíduos e a área total construída das obras vistoriadas, obteve-se os resultados mostrados na Figura 03. Vale ainda salientar que, a Figura 03, também dispõe dos IGRs estimados na literatura, onde Picchi (1993) verificou que a engenharia brasileira da época produzia 0,094 metros cúbicos de resíduos por área construída e, Dias (2013), vinte anos depois, aferiu um índice médio para o Brasil de 0,128 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>; além disso, Katz e Baum (2010), alcançaram um índice estimado de 0,200 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> em Israel.

É importante evidenciar que, os métodos de gerenciamento de resíduos no Brasil na época de Picchi (1993) e de Dias (2013), são bem diferenciados. Visto que as exigências de um gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos de obras começaram a ser implementadas a partir das cobranças legislativas de 2010. Desse modo, o resultado apontado por Dias (2013), materializou-se após uma mudança no trato de gerenciar e quantificar os resíduos oriundos de atividades da construção civil. Apesar de todas as dificuldades, as empresas pesquisadas por Dias (2013) manifestavam o interesse em prestar um serviço ecoeficiente.



**Figura 03:** Índice de análise de resíduos (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>). Fonte: elaborado pelos autores.

Os dados expostos na Figura 03 mostram, de forma comparatória, que os valores obtidos nas vistorias das obras de Belém do Pará são inferiores ao índice de Dias (2013) e inferiores, porém, mais próximos, ao índice de Picchi (1993). Revelando assim, que o gerenciamento de resíduos nas obras de Belém do Pará ainda não se solidificou e, além disso, a quantificação é bastante deficiente nas obras entrevistadas. Desse modo, comprova-se que o gerenciamento dos resíduos da construção civil não é realizado e se assemelha ao que era apresentado na literatura na década de 1990, onde a preocupação com resíduos da indústria da construção civil era quase nula.

#### 4. Considerações Finais

Os índices obtidos através das respostas aos questionários apontaram resultados preocupantes sobre o gerenciamento dos resíduos nas construções em Belém do Pará. Observou-se que, os dados obtidos nas obras mostraram-se bem distantes do resultado médio nacional, estimado por Dias (2013) em  $0,128 \text{ m}^3/\text{m}^2$ , no entanto, mostraram-se mais aproximados do valor de  $0,094 \text{ m}^3/\text{m}^2$  estimado por Picchi (1993). Desse modo, pode-se concluir que, mesmo com as legislações vigentes, as empresas de construção não evoluíram no interesse por iniciativas que aprimorem o desenvolvimento sustentável nos canteiros de obras, assemelhando-se assim, ao que estava sendo realizado no país na década de 1990.

Além disso, durante as vistorias técnicas, verificou-se a falta de conhecimento dos gestores, destas edificações, quanto à importância do gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos. Vale ainda salientar que as obras fiscalizadas apresentam falhas na aplicação das legislações vigentes, que exigem um trabalho diferenciado no tratamento dos seus resíduos. Além disso, salienta-se que, pouco sabia-se quantificar os volumes de resíduos gerados, assim como, quantificar por tipo e a reutilização destes resíduos. Desse modo, surge a urgente necessidade de uma fiscalização mais rigorosa e uma maior educação quanto a importância do gerenciamento dos resíduos junto as empresas do ramo construtivo.



## Referências

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15114: Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro, 2004.
- [2] BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências. **Diário Oficial União:** seção 1, p. 1, Brasília, DF, 3 ago. 2010.
- [3] ANGULO, S. C; TEIXEIRA, C. E; CASTRO, A.L; NOGUEIRA, T.P. Resíduos de construção e demolição: avaliação de métodos de quantificação. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 299–306, jul. 2011.
- [4] OLIVEIRA, Roberta Moura Martins. **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos: o programa de coleta seletiva da região metropolitana de Belém – PA.** 2012. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano) – Universidade da Amazônia, Belém, 2012.
- [5] PEREIRA, Paulo Miguel; VIEIRA, Castorina Silva. **Resíduos de construção e demolição. Um estado de arte visando a sua valorização em trabalhos geotécnicos.** Relatório (Projeto de Aplicação Sustentável de Resíduos de Construção e Demolição) – Universidade do Porto, Porto, 2013.
- [6] BELÉM (PA). Lei nº8899, de 26 de dezembro de 2011. Institui o Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos do Município de Belém - PGRS e dá outras providências. **Diário Oficial do Município de Belém:** Belém, PA, 27 mar. 2012.
- [7] NASCIMENTO, Brisa do Mar Oliveira. **Identificação e análise de indicadores de resíduos de construção em obras verticais na região metropolitana de Belém – PA.** XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Porto Alegre, 2016.
- [8] PICCHI, Flávio Augusto. **Sistemas da qualidade: uso em empresas de construção de edifícios.** 1993. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.
- [9] CRUZ, Izadora Santana; CRUZ, Izaclaudia Santana. **Geração de Resíduos Sólidos da Construção Civil em Canteiros de Obras Convencional e Paineis: Estudo de caso de uma construtora em Aracaju/SE.** III Simpósio Iberoamericano de Engenharia de Resíduos, Aracajú, 2009.
- [10] DIAS, Michele Ferreira. **Modelo para Estimar a Geração de Resíduos na Produção de Obras Residenciais Verticais.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2013.
- [11] KATZ, A.; BAUM H. A novel methodology to estimate the evolution of construction waste in construction site. **Journal of Waste Management**, v. 31, n. 2, p. 353–358, 2010.