

ASPECTOS QUANTITATIVOS  
da GERAÇÃO  
de RESÍDUOS da  
CONSTRUÇÃO  
CIVIL

André Nagalli

Copyright © 2021 Oficina de Textos

Grafia atualizada conforme o Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa de 1990, em vigor no Brasil desde 2009.

CONSELHO EDITORIAL Arthur Pinto Chaves; Cylon Gonçalves da Silva;  
Doris C. C. K. Kowaltowski; José Galizia Tundisi;  
Luis Enrique Sánchez; Paulo Helene; Rozely Ferreira  
dos Santos; Teresa Gallotti Florenzano

CAPA e PROJETO GRÁFICO Malu Vallim

DIAGRAMAÇÃO Malu Vallim

PREPARAÇÃO DE FIGURAS Victor Azevedo

PREPARAÇÃO DE TEXTO Hélio Hideki Iraha

REVISÃO DE TEXTO Natália Pinheiro Soares

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

---

Nagalli, André

Aspectos quantitativos da geração de resíduos da  
construção civil / André Nagalli. -- São Paulo :  
Oficina de Textos, 2020.

Bibliografia.

ISBN 978-65-86235-13-5

1. Construção civil 2. Materiais de construção -  
Reaproveitamento 3. Reaproveitamento (Sobras,  
refugos, etc.) 4. Resíduos como material de  
construção I. Título.

20-53540

CDD-628.44

---

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Resíduos de construção e de demolição :

Gerenciamento : Engenharia ambiental 628.44

Cibele Maria Dias - Bibliotecária - CRB-8/9427

Todos os direitos reservados à OFICINA DE TEXTOS

Rua Cubatão, 798 CEP 04013-003 São Paulo-SP – Brasil

tel. (11) 3085 7933

site: [www.ofitexto.com.br](http://www.ofitexto.com.br)

e-mail: [atend@ofitexto.com.br](mailto:atend@ofitexto.com.br)

---

## SOBRE O AUTOR

---

André Nagalli é engenheiro civil, advogado, mestre em engenharia de recursos hídricos e ambiental e doutor em geologia. É professor associado e pesquisador da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), bolsista Produtividade em Pesquisa pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e consultor. Desenvolve pesquisas na área de resíduos de construção e demolição, tendo publicado diversos artigos e orientado diversos alunos de graduação e pós-graduação.

---

## PREFÁCIO

---

A diversidade dos resíduos da construção civil, associada à cultura brasileira de baixa industrialização do setor, faz com que os profissionais da área tenham dificuldade em levantar e gerenciar dados quantitativos correlatos. Quando, em 2014, publicamos a obra *Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil* pela Editora Oficina de Textos, muitos dos leitores nos escreveram buscando informações mais detalhadas sobre os aspectos quantitativos associados à geração dos resíduos e seus modelos preditivos.

Trata-se de um tema de maior relevância quando se almejam obras e contextos ambientalmente mais sustentáveis. Especialmente porque uma das primeiras tarefas na gestão/gerenciamento dos resíduos é identificá-los e quantificá-los, mesmo antes de as obras ocorrerem. Dessa forma, pode-se proporcionar uma estrutura de coleta adequada e diretrizes que visam ao bom manejo.

Com a informatização dos processos e a busca contínua por aumento de produtividade, é natural que os canteiros de obras e as indústrias da construção civil estejam cada vez mais compatibilizando projetos, inclusive na área de resíduos, com vistas à racionalização e à otimização dos canteiros. Assim, a compreensão sobre os processos geradores de resíduos é uma necessidade para a eficaz automatização do setor, e os modelos preditivos visam auxiliar nesse processo.

É nesse contexto que o presente livro se insere, buscando mapear as principais fontes de informação sobre a geração de resíduos de construção civil, trazendo a essência desse processo, de modo a contribuir com gestores da área. Pretende-se abordar as variáveis que influenciam a geração de resíduos em diversos tipos de obra, de modo que os leitores possam ser capazes de prever os resíduos associados aos empreendimentos de seus interesses.

---

# SUMÁRIO

---

|  |            |
|--|------------|
| <b>1. Os processos geradores e a identificação de resíduos .....</b> | <b>9</b>   |
| 1.1 Sistemas e unidades de medida.....                               | 14         |
| 1.2 Densidade aparente e fatores de variação volumétrica .....       | 15         |
| 1.3 Classificação dos agentes geradores .....                        | 22         |
| 1.4 Parâmetros que influenciam a geração de resíduos .....           | 23         |
| 1.5 Caracterização e composição .....                                | 26         |
| 1.6 O gerenciamento de atividades de desconstrução .....             | 42         |
| <b>2. Quantificação dos RCDs.....</b>                                | <b>45</b>  |
| 2.1 Como quantificar resíduos.....                                   | 45         |
| 2.2 Outros indicadores correlatos .....                              | 57         |
| 2.3 Métodos para a estimativa da quantidade de RCDs .....            | 61         |
| 2.4 Modelos de predição disponíveis.....                             | 64         |
| 2.5 Aplicação dos métodos de predição de resíduos a um caso real.    | 107        |
| <b>3. Considerações finais.....</b>                                  | <b>121</b> |
| <b>Referências .....</b>   | <b>123</b> |

---

## OS PROCESSOS GERADORES E A IDENTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS

---

# 1

A primeira imagem que costuma vir à mente de alguém quando se menciona a expressão “resíduos de construção civil” é uma pilha de materiais de obra não segregados, contendo restos de blocos cerâmicos, argamassa, madeira e possivelmente plásticos. Ocorre que, embora esses materiais sejam os mais encontrados em obras acessíveis à população em geral, não abrangem a totalidade dos resíduos de construções civis. Há diversos outros tipos de obra (estradas, ferrovias, estádios de futebol, aeroportos etc.) que propiciarão diversos tipos de resíduos de construção, inclusive de difícil predição pelos gestores.

Os processos geradores de resíduos da indústria da construção civil são bastante variáveis e complexos. Em seu sentido mais amplo, a indústria da construção civil gera resíduos na construção, em reformas e desconstrução/demolição de empreendimentos (edifícios, obras de infraestrutura, barragens etc.) e nas atividades que dão suporte ao setor (fornecimento de bens e serviços). Para sua compreensão, deve-se avaliar *como* o empreendimento é construído/desconstruído. Com base na Fig. 1.1, seria possível imaginar que resíduos de construção estão sendo gerados?



Fig. 1.1 *Obra portuária em construção*

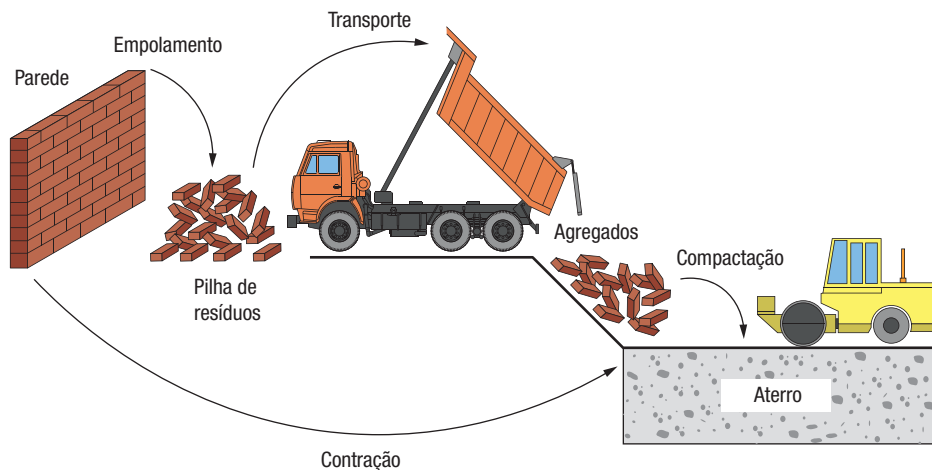


Fig. 1.3 Contextualização do empolamento e da contração na área de resíduos da construção

Tab. 1.1 Exemplos de percentuais de empolamento

| Material/elemento construtivo | Empolamento (%) |
|-------------------------------|-----------------|
| Rocha detonada                | 50              |
| Solo argiloso                 | 40              |
| Terra comum                   | 25              |
| Solo arenoso seco             | 12              |
| Alvenaria de blocos           | 100             |

Fonte: adaptado de Mattos (2006, 2019).

Especificamente na área de resíduos, Llatas (2011 apud Cheng; Ma, 2013) apresenta essa alteração volumétrica com o nome de *fator de alteração de volume de resíduo* (waste volume change factor –  $F_{vol}$ ). Os valores propostos pela autora são mostrados na Tab. 1.3.

Retornando à questão da densidade aparente, em razão das diversas tipologias e formas de acondicionamento e manejo, seus valores costumam variar bastante. Vasconcelos e Lemos (2015) calcularam a densidade aparente média de resíduos da construção civil em obras brasileiras como 267,08 kg/m<sup>3</sup>. Listam-se na Tab. 1.4 alguns outros valores característicos.

Complementando a informação, o governo da Bósnia e Herzegovina (2015) elaborou uma lista de referência em que detalha os valores de densidade aparente para alguns tipos de materiais de construção (Tab. 1.5), entre os quais se destacam os associados aos resíduos de construção e demolição (RCDs).

## Exercícios

---

- 1 Defina um tipo (capacidade) de caçamba estacionária. Para o tipo escolhido, calcule quanto pesarão os resíduos de cada caçamba cheia se esta for preenchida com: i) resíduos de concreto (1,6 t/m<sup>3</sup>); ii) isopor (0,02 t/m<sup>3</sup>); iii) solo (1,7 t/m<sup>3</sup>); iv) sucata metálica (0,13 t/m<sup>3</sup>); v) sucata de madeira (0,7 t/m<sup>3</sup>); vi) resíduos de telhas cerâmicas (0,72 t/m<sup>3</sup>).

---

### 1.3 Classificação dos agentes geradores

A legislação federal é omissa em relação à forma de classificação dos agentes geradores de resíduos. Por outro lado, a Lei de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010) especifica que deve haver critérios de gestão diferenciados para microempresas e empresas de pequeno porte. Some-se a isso a incapacidade de os órgãos gestores públicos procederem a todas as ações fiscalizatórias que desejam, de modo que se tornou habitual segregar os agentes geradores de RCDs em duas categorias: grandes geradores e pequenos geradores.

Ocorre que, em razão da omissão normativa nacional, os gestores municipais se veem na obrigação de legislar sobre a matéria, definindo cada um esse limiar entre um pequeno e um grande gerador. De uma categoria para outra, diferenciam-se sanções (multas), procedimentos de coleta e ritos administrativos (de apresentação de projetos de gerenciamento de resíduos, por exemplo). Todavia, tal autonomia normativa municipal leva à situação de divergência de parâmetros, correspondendo o pequeno gerador a um conceito diferente em cada municipalidade. No município de Curitiba, por exemplo, pequenos geradores são pessoas físicas ou jurídicas que, em até dois meses, produzem a quantidade máxima de 2.500 L ou 2,5 m<sup>3</sup> de RCDs (Curitiba, 2004). Belo Horizonte define que pequeno gerador é aquele que descarta até 2 m<sup>3</sup>/dia de RCD (Lowen; Nagalli, 2020). Já no município de São Paulo, apenas para ilustrar a questão, equivalem aos

proprietários, possuidores ou titulares de estabelecimentos públicos, institucionais, de prestação de serviços, comerciais e industriais, dentre outros, geradores de resíduos sólidos inertes, tais como entulhos, terra e materiais de construção, com massa superior a 50 (cinquenta) quilogramas diários, considerada a média mensal de geração, sujeitos à obtenção de alvará de aprovação e/ou execução de edificação, reforma ou demolição. (São Paulo, 2007).



As quantidades de resíduos em áreas administrativas podem ser fortemente impactadas por simples práticas de gestão. Por exemplo, a adoção de bebedouros ou canecas no consumo de bebidas (água, café) em detrimento de copos plásticos (o Brasil produz cerca de cem mil copos por ano) reduz significativamente a geração de resíduos sólidos. Pode-se citar também a logística reversa, em que os resíduos sólidos (embalagens ou lâmpadas, por exemplo) são restituídos aos fabricantes, ainda em fase embrionária de implantação no setor da construção.

### 1.5.3 Escavação e terraplenagem

As atividades de obra que, em termos quantitativos, mais geram resíduos são as de escavações e de terraplenagem. São comuns nos mais diversos tipos de obra, como barragens, estradas, ferrovias, edificações, redes de saneamento, entre outros. Basicamente, os resíduos associados são constituídos por solos e rochas, oriundos do processo de movimentação de materiais. Tal movimentação é, na maioria das vezes, decorrente da atuação de equipamentos mecânicos, mas pode também provir de desmontes com o uso de explosivos. No caso de obras de edifícios, essas atividades estão geralmente associadas à construção de subsolos, por exemplo para garagens.

O volume de material associado a essa movimentação varia em função das condições topográficas e geológicas locais, tais como relevo, tipos de solo, fatores de empolamento e profundidade do lençol freático, além das características de projeto (execução de subsolos, rampas, taludes, projeto geométrico etc.). Tal variação é tamanha que a maioria dos modelos de predição de resíduos de construção para edificações disponíveis na literatura sequer os considera como resíduos de construção, delegando a responsabilidade de sua quantificação para o projetista, para que a realize à parte.

No caso de escavações para a execução de subsolos, por exemplo, há que se considerar ainda os resíduos associados às estruturas de escoramento, em geral metálicas (com cravação de perfis metálicos) ou em concreto, podendo existir também em madeira.

Dependendo da condição de suporte do solo, pode ser necessária também sua substituição por material de melhor qualidade (comum em obras viárias de estradas, ferrovias, portos e aeroportos, por exemplo), caso em que a geração de resíduos aumentará. Estudos geológicos e geotécnicos devem ser procedidos preliminarmente visando identificar tais demandas.

### 2.1 Como quantificar resíduos

Quantificar resíduos não é algo trivial, porquanto executar empreendimentos também não o é. Há incontáveis materiais de construção e processos construtivos que podem ser utilizados em um empreendimento, pois o produto da construção é inovado diariamente. E, dessa forma, prever características, tipos e quantidades de resíduos torna-se uma tarefa árdua. Por exemplo, prever todos os resíduos de um empreendimento exigiria saber todas as formas de entrega de todos os produtos utilizados na obra. No entanto, o mercado da construção ainda não está evoluído para prover esse tipo de informação. É incerto se uma esquadria metálica, uma porta, um conjunto de blocos cerâmicos serão entregues com embalagens plásticas, etiquetas de papel, *pallets* de madeira etc., apenas para citar alguns exemplos. E toda essa incerteza gera insegurança (ou imprevisibilidade) ao projetista.

A quantidade gerada de resíduos de construção e demolição (RCDs) em cada município é variável e significativa, dependendo do desenvolvimento econômico da região, da oferta de bens e serviços e do estágio de desenvolvimento urbano. Diversos autores buscaram registrar as quantidades geradas, expressando-as em termos relativos aos resíduos sólidos urbanos ou às quantidades de resíduos enviadas às áreas de destino. Esses percentuais auxiliam gestores e planejadores na definição de políticas públicas e demonstram a importância de viabilizar soluções para a questão. Na Tab. 2.1 são apresentados os resultados identificados na literatura.

Considerando a complexidade do processo de geração de resíduos, influenciado por diversos fatores, a situação ideal é monitorar tais indicadores, pesando, registrando, medindo e controlando os RCDs em seus mais diversos fluxos. Na ausência de indicadores reais, pode-se inferir as quantidades geradas a partir de percentuais de resíduos sólidos urbanos, por exemplo através dos dados da Tab. 2.1. É possível adotar ainda taxas per

No âmbito do gerenciamento, usualmente as quantidades produzidas de resíduos são expressas por meio de taxas de geração de resíduos (TGRs; em inglês, *waste generation rates – WGR*), em que se relaciona a massa ou o volume de resíduo à área total construída (em inglês, *gross floor area – GFA*) do empreendimento. A Tab. 2.2 expressa os valores encontrados na literatura.

**Tab. 2.2 Taxas de geração de resíduos de construções, reformas e demolições**

| Resíduo                          | Tipo de obra                             | Taxa de geração                      | Local            | Referência                      |
|----------------------------------|--|--------------------------------------|------------------|---------------------------------|
| Entulho em geral                 | Edifícios verticais residenciais         | 0,050-0,150 t/m <sup>2</sup>         | Brasil           | Angulo et al. (2011)            |
|                                  | Construções novas de pequeno porte       | 97,8 kg/m <sup>2</sup>               |                  | Silva (2007)                    |
|                                  | Reformas de pequeno porte                | 684 kg/m <sup>2</sup>                |                  |                                 |
|                                  | Reformas                                 | 0,470 t/m <sup>2</sup>               |                  | Morales, Mendes e Angulo (2006) |
|                                  | Obras verticais novas                    | 0,23 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>  |                  | Nascimento (2018)               |
|                                  | Edifícios verticais residenciais         | 3.275-8.791 kg/m <sup>2</sup>        | Shenzhen (China) | Lu et al. (2011)                |
|                                  | Obras públicas residenciais              | 0,175 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> | Hong Kong        | Poon, Yu e Ng (2001)            |
|                                  | Obras residenciais particulares          | 0,250 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> |                  |                                 |
|                                  | Empreendimentos comerciais e escritórios | 0,200 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> |                  |                                 |
|                                  | Construções de edifícios                 | 120,0 kg/m <sup>2</sup>              | Espanha          | Llatas (2011)                   |
| Reformas                         | 338,7 kg/m <sup>2</sup>                  |                                      |                  |                                 |
| Demolições completas             | 1.129,0 kg/m <sup>2</sup>                |                                      |                  |                                 |
| Demolições parciais              | 903,2 kg/m <sup>2</sup>                  |                                      |                  |                                 |
| Entulho em geral, inclusive solo | Demolições, pequena escala               | 620 kg/m <sup>2</sup>                | Hanoi (Vietnã)   | Ishigaki et al. (2019)          |
|                                  | Demolições, grande escala                | 230 kg/m <sup>2</sup>                |                  |                                 |
|                                  | Construções, pequena escala              | 79 kg/m <sup>2</sup>                 |                  |                                 |
|                                  | Construções, grande escala               | 1.030 kg/m <sup>2</sup>              |                  |                                 |

**Tab. 2.6** Proporção de resíduos de construção na China

| Concepção estrutural                          | Percentuais de geração (%) |            |           |             |          |     |          |        |
|---|----------------------------|------------|-----------|-------------|----------|-----|----------|--------|
|   | Blocos                     | Arga-massa | Con-creto | Emba-lagens | Telha-do | Aço | Madei-ra | Outros |
| Estrutura em concreto ou alvenaria estrutural | 29                         | 23         | 14        | 4           | 1,5      | 2,5 | 15       | 11     |
| Estrutura metálica                            | 26                         | 17         | 16        | 12          | 2        | 4   | 15       | 8      |
| Paredes de cisalhamento                       | 17,5                       | 13         | 17,5      | 8           | 3        | 7   | 18       | 16     |

Fonte: Song et al. (2017).

Os autores ainda diagnosticaram as taxas de geração de resíduos, para cada tipo de concepção estrutural analisado, em obras de construção e de demolição, tendo obtido os valores mostrados nas Tabs. 2.7 e 2.8.

**Tab. 2.7** Taxa de geração de resíduos por área construída em obras de construção chinesas (kg/m<sup>2</sup>)

| Concepção estrutural                          | Percentuais de geração (%) |            |           |             |          |     |          |        |
|---|----------------------------|------------|-----------|-------------|----------|-----|----------|--------|
|   | Blocos                     | Arga-massa | Con-creto | Emba-lagens | Telha-do | Aço | Madei-ra | Outros |
| Estrutura em concreto ou alvenaria estrutural | 8,7                        | 6,9        | 4,2       | 1,2         | 4,5      | 7,5 | 4,5      | 3,3    |
| Estrutura metálica                            | 7,8                        | 5,1        | 4,8       | 3,6         | 6,0      | 1,2 | 4,5      | 2,4    |
| Paredes de cisalhamento                       | 5,3                        | 3,9        | 5,3       | 2,4         | 9,0      | 2,1 | 5,4      | 4,8    |

Fonte: adaptado de Song et al. (2017).

**Tab. 2.8** Taxa de geração de resíduos por área construída em obras de demolição chinesas (kg/m<sup>2</sup>)

| Concepção estrutural                          | Taxas de geração (kg/m <sup>2</sup> ) |            |           |         |      |         |        |
|---|---------------------------------------|------------|-----------|---------|------|---------|--------|
|   | Blocos                                | Arga-massa | Con-creto | Telhado | Aço  | Madeira | Outros |
| Estrutura em concreto ou alvenaria estrutural | 570,7                                 | 106,0      | 151,5     | 60,6    | 40,4 | 50,5    | 30,3   |
| Estrutura metálica                            | 247,5                                 | 96,0       | 510,0     | 45,5    | 65,7 | 15,2    | 30,3   |

Fonte: adaptado de Song et al. (2017).

### 2.3 Métodos para a estimativa da quantidade de RCDs

Wu et al. (2014), avaliando 57 artigos científicos, puderam identificar seis categorias de métodos para a predição de resíduos de construção (RC) e demolição (RD), conforme descrito na Fig. 2.2.

Note-se que os métodos identificados por Wu et al. (2014) divergem bastante quanto à sua aplicabilidade. Isso porque se buscou classificar métodos com características muito distintas, em que a variável tempo é fator determinante. Considerou-se que, em sendo relevante a variável tempo, nesse caso associada à vida útil de materiais ou construções, o método adotado para a predição de resíduos é a *análise de ciclo de vida*.

A análise de ciclo de vida (ACV) é um método de análise em que se procede a uma avaliação do que ocorre em relação a um produto ou serviço ao longo de toda a sua vida útil, geralmente com escopo ampliado, em uma análise que se costuma chamar de “do berço ao túmulo” (do inglês, *cradle-to-grave*). O objetivo de realizar uma ACV é usualmente comparar o impacto que determinadas escolhas (de materiais, processos, combustíveis etc.) têm sobre o resultado. Pode-se, por meio dessa técnica, por exemplo, investigar qual das alternativas consome menos águas em seu ciclo produtivo, qual emite menos gases produtores de efeito estufa, qual consome menos combustíveis fósseis, enfim, uma gama infinita de possibilidades. A ferramenta apresenta grande potencial de aplicação à indústria da construção, tendo em vista sua versatilidade, podendo ser utilizada não só em edifícios, mas também em estradas, pontes, barragens e ferrovias, entre outros empreendimentos ou atividades de engenharia.

Na análise de uma construção, realizar a ACV consistiria em avaliar a origem de todos os materiais utilizados na execução dessa construção, os processos de reformas da edificação, e o que fazer ao fim de sua vida útil.



Fig. 2.1 Fotografia dos rasgos executados com três diferentes tipos de ferramenta de corte e respectivas características  
Fonte: Oliveira (2018).

### Exemplo – Recife (2019)

---

Pretende-se empreender uma edificação provisória, que será construída em 200 dias e, após o uso, será demolida em 15 dias. A edificação, com área total construída de 800 m<sup>2</sup>, possuirá um subsolo de garagem de mesma área, com profundidade de 4,5 m. Vislumbra-se que a atividade de escavação durará 18 dias de trabalho. Nesses termos, utilize o método proposto pela Prefeitura Municipal de Recife para quantificar os resíduos gerados em toda a obra. Expressar os resultados em kg/dia.

*Resposta:*

Para obras de construção:

$$Q = \frac{A \cdot TGR}{t}$$

$$Q = \frac{800 \times 75}{200} = 300 \text{ kg/dia}$$

Para obras de demolição:

$$Q = \frac{A \cdot TGR}{t}$$

$$Q = \frac{800 \times 800}{15} = 42.666,7 \text{ kg/dia}$$

Para a atividade de escavação de solos:

$$Q = \frac{A \cdot TGR \cdot p}{t}$$

$$Q = \frac{800 \times 1.400 \times 4,5}{18} = 280.000 \text{ kg/dia}$$

---

#### 2.4.8 Métodos implantados em ambiente BIM

A tendência atual de migração das informações de projeto e planejamento das obras para o ambiente digital e a possibilidade de compatibilização e integração destas em um ambiente único fazem com que o *Building Information Modeling* (BIM) venha se tornando referência no setor. Considerando esse potencial para a gestão das obras, a gestão dos resíduos também vem sendo

#### 2.4.14 Utilização do aprendizado de máquinas na predição de resíduos

Estudos realizados pelo autor desta obra com a aplicação da técnica de aprendizado de máquinas mostraram que há bom potencial para que os métodos anteriormente citados sejam no futuro substituídos por instrumentos computacionais de cálculo, baseados em redes neurais artificiais. É conveniente a utilização dessa técnica, uma vez que a geração de resíduos de construção e de demolição é um processo complexo, como anteriormente explanado, e dependente de diversas variáveis, nem sempre controláveis ou cuja repercussão sobre a geração se tenha domínio. Dispondo-se de ampla base de dados, pode-se em poucos segundos obter resultados preditivos para uma determinada obra ou cenário de geração.

A investigação levada a efeito, a partir da utilização de dados de 330 obras, mostrou que é possível obter predições bastante acuradas ( $R^2 = 0,96$ ). Por outro lado, as incertezas associadas aos processos geradores de resíduos e a grande quantidade de fatores influenciadores na gestão mostraram que utilizar apenas dados de área construída e duração da obra pode ser insuficiente para predições representativas de toda a base de dados usada, pois em apenas 43% dos casos foi possível atender aos critérios de aceitação impostos (diferença entre predição e geração inferior a 515 m<sup>3</sup> ou inferior a 19%).

Acredita-se que a ampliação das bases de dados possa propiciar maior representatividade das predições, pela utilização de redes neurais. No caso em tela, estudaram-se configurações de redes com dois, cinco e dez neurônios na camada oculta e três algoritmos distintos de treinamento (Levenberg-Marquardt, Bayesian Regularization e Scaled Conjugate Gradient), disponíveis no programa Matlab®, versão R2020a. Para que o desenvolvimento dessas ferramentas possa avançar, mostra-se importante que as administrações públicas municipais passem a padronizar a forma de aquisição de informações e, além de se ocupar apenas dos dados quantitativos, levantem também informações cadastrais básicas quando da aprovação dos planos de gerenciamento de resíduos (PGRCC) ou dos relatórios de gerenciamento de resíduos (RGRCC). Dessa forma, pesquisadores-desenvolvedores do setor podem trabalhar as bases de dados de modo a melhor compreender os processos geradores e computacionalmente adaptar os algoritmos para predições não só precisas, mas também confiáveis.